

Aus der Klinik und Poliklinik für Unfall-, Hand-, Plastische
und Wiederherstellungschirurgie
(Chirurgische Klinik II)
der Universität Würzburg
Direktor: Prof. Dr. med. Rainer H. Meffert

**Indikation, Technik und klinische Ergebnisse nach dorsaler-
polyaxialwinkelstabiler Plattenosteosynthese bei komplexen Frakturen
des distalen Radius**

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der
Medizinischen Fakultät
der
Julius-Maximilians-Universität Würzburg

vorgelegt von
Eva Manuela Friedl
aus Haibach
Würzburg, April 2019

Referent: Prof. Dr. med. Rainer H. Meffert

Koreferent/Koreferentin: Prof. Dr. M. Rudert

Dekan: Prof. Dr. med. Matthias Frosch

Tag der mündlichen Prüfung:

Die Promovendin ist Ärztin

**Diese Arbeit ist meinem großen Vorbild und Vater Prof. Dr. med. Dr. h. c.
mult. Wilhelm Friedl und meiner größten Stütze, meinem Ehemann
Georgios Skaliotis gewidmet**

INHALTSVERZEICHNIS

1 EINLEITUNG: DIE DISTALE RADIUSFRAKTUR.....	1
1.1 EPIDEMIOLOGIE	1
1.2 ANATOMIE.....	2
1.2.1 KNÖCHERNE STRUKTUREN	2
1.2.2 INTERCARPALE BÄNDER DES HANDGELENKS	3
1.2.3 STRECKSEHNEN DER HAND	4
1.3 BEGLEITVERLETZUNGEN	4
1.4 HISTORIE DER DISTALEN RADIUSFRAKTUR.....	5
1.4.1 COLLES- UND SMITH-FRAKTUR	5
1.4.2 HISTORIE DER THERAPIE	5
1.5 THERAPIE HEUTE	6
1.6 DIE OPERATIVE PLATTENOSTEOSYNTHESE VON DORSAL.....	7
1.6.1 INDIKATION.....	7
1.6.2 IMPLANTATE	7
1.6.3 OPERATIVES VORGEHEN	8
1.6.4 NACHSORGE	13
1.7 ZIELSETZUNG UND FRAGESTELLUNG.....	14
2 MATERIAL UND METHODEN	15
2.1 UNTERSUCHUNGSMETHODEN.....	15
2.2 EINFLUSSGRÖßEN.....	16
2.2.1 STAMMDATEN:	16
2.2.2 VORSCHÄDEN:	16
2.2.3 EINSCHRÄNKUNGEN:	16
2.2.4 UNFALLART UND UNFALLHERGANG:	17
2.2.5 AO KLASSIFIKATION DER DISTALEN RADIUSFRAKTUR	18
2.2.6 BEGLEITVERLETZUNGEN:	21
2.2.7 VERWENDETES OSTEOSYNTHESEMATERIAL:	22
2.3 ZIELGRÖßEN.....	22
2.3.1 NACHUNTERSUCHUNGSZEITRAUM:	22
2.3.2 POSTOPERATIVE KOMPLIKATIONEN	23
2.3.3 BEWEGUNGSUMFÄNGE BEIDER HANDGELENKE	25
2.3.4 KRAFTMESSUNG BEIDER HANDGELENKE	25
2.3.5 DER DASH SCORE	26
2.3.6 DER GARTLAND UND WERLEY SCORE	28
2.3.7 RADIOLOGISCHE PARAMETER	28
2.3.8 ARTHROSE	30

2.3.9 KRANKENGYMNASTIK	30
2.3.10 ZUFRIEDENHEIT,	30
2.4 STATISTIK	30

3 ERGEBNISSE..... 32

3.1 ANTEIL DER ZUR AUSWERTUNG VERFÜGBARER KRANKHEITSVERLÄUFE.....	32
3.2 BESCHREIBUNG DES NACHUNTERSUCHUNGSKOLLEKTIVS.....	32
3.2.1 GESCHLECHTSVERTEILUNG	32
3.2.2 ALTERSVERTEILUNG.....	32
3.2.3 HÄNDIGKEIT & FRAKTURSEITE	33
3.2.4 HÄUFIGKEIT DER UNFALLART UND UNFALLHERGANG.....	34
3.2.5 GESCHLECHTS- UND ALTERSVERTEILUNG INNERHALB DER UNFALLARTEN.....	34
3.2.6 VORSCHÄDEN.....	35
3.2.7 EINSCHRÄNKUNGEN DES DASH SCORE	35
3.2.8 VERTEILUNG DER FRAKTURTYPEN NACH DER AO-KLASSIFIKATION.....	35
3.3 ZEITRAUM BIS ZUR OPERATION	36
3.4 VERWENDETES OSTEOSYNTHESEMATERIAL.....	37
3.4.1 PLATTEN	37
3.4.2 ZUSÄTZLICHES OSTEOSYNTHESEMATERIAL	37
3.5 REVISION & IMPLANTATENTFERNUNG.....	39
3.5.1 REVISIONEN	39
3.5.2 IMPLANTATENTFERNUNG.....	39
3.6 BEGLEITVERLETZUNGEN	40
3.7 POSTOPERATIVE KOMPLIKATIONEN.....	41
3.8 KRANKENGYMNASTIK.....	41
3.9 LANGZEITOUTCOME UND SUBJEKTIVE BEURTEILUNG	41
3.10 ARTHROSE DES FRAKTURSEITIGEN HANDGELENKS	42
3.10.1 ARTHROSE IM NACHUNTERSUCHUNGSKOLLEKTIV.....	42
3.10.2 HÄUFIGKEIT VON ARTHROSE IM NACHUNTERSUCHUNGSKOLLEKTIV IM VERGLEICH ZUM GESCHLECHT.....	43
3.10.3 HÄUFIGKEIT VON ARTHROSE IM NACHUNTERSUCHUNGSKOLLEKTIV IM VERGLEICH ZUM ALTER.....	43
3.10.4 HÄUFIGKEIT VON ARTHROSE IM NACHUNTERSUCHUNGSKOLLEKTIV (N=25) IM VERGLEICH ZU PATIENTEN MIT C3 FRAKTUR UND OHNE C3 FRAKTUR.....	43
3.10.5 HÄUFIGKEIT VON ARTHROSE IM NACHUNTERSUCHUNGSKOLLEKTIV IM VERGLEICH ZU PATIENTEN MIT UND OHNE SL-BANDVERLETZUNG	44
3.11 BEWEGUNGSUMFÄNGE DES FRAKTURSEITIGEN HANDGELENKS	44
3.11.1 BEWEGUNGSUMFÄNGE DES NACHUNTERSUCHUNGSKOLLEKTIVS.....	45
3.11.2 FINGERHOHLHANDABSTAND UND FINGERTISCHKANTENABSTAND.....	46
3.11.3 BEWEGUNGSUMFÄNGE IM VERGLEICH ZUM GESCHLECHT.....	47

3.11.4 BEWEGUNGSUMFÄNGE DES NACHUNTERSUCHUNGSKOLLEKTIVS IM VERGLEICH ZUR ALTERSGRUPPE	48
3.11.5 BEWEGUNGSUMFÄNGE DES NACHUNTERSUCHUNGSKOLLEKTIVS IM VERGLEICH VON PATIENTEN MIT C3 FRAKTUR UND OHNE C3 FRAKTUR	49
3.11.6 BEWEGUNGSUMFÄNGE DES NACHUNTERSUCHUNGSKOLLEKTIVS IM VERGLEICH VON PATIENTEN MIT SL-BANDVERLETZUNG UND OHNE SL-BANDVERLETZUNG	50
3.12 KRAFTMESSUNG.....	51
3.12.1 ERGEBNISSE DER KRAFTMESSUNG IM NACHUNTERSUCHUNGSKOLLEKTIV	51
3.12.2 ERGEBNISSE DER KRAFTMESSUNG DES NACHUNTERSUCHUNGSKOLLEKTIVS IM VERGLEICH ZUM GESCHLECHT.....	52
3.12.3 ERGEBNISSE DER KRAFTMESSUNG DES NACHUNTERSUCHUNGSKOLLEKTIVS IM VERGLEICH ZUR ALTERSGRUPPE	52
3.12.4 ERGEBNISSE DER KRAFTMESSUNG DES NACHUNTERSUCHUNGSKOLLEKTIVS IM VERGLEICH VON PATIENTEN MIT C3 FRAKTUR UND OHNE C3 FRAKTUR.....	53
3.12.5 ERGEBNISSE DER KRAFTMESSUNG DES NACHUNTERSUCHUNGSKOLLEKTIVS IM VERGLEICH VON PATIENTEN MIT UND OHNE SL-BANDVERLETZUNG	54
3.13 RADIOLOGISCHE PARAMETER.....	55
3.13.1 RADIOLOGISCHE PARAMETER DES GESAMTKOLLEKTIVS PRÄOPERATIV	55
3.13.2 RADIOLOGISCHE PARAMETER DES GESAMTKOLLEKTIVS POSTOPERATIV	55
3.13.3 RADIOLOGISCHE PARAMETER IM GESCHLECHTSVERGLEICH	58
3.13.4 RADIOLOGISCHE PARAMETER IM VERGLEICH ZUR ALTERSGRUPPE	58
3.13.5 RADIOLOGISCHE PARAMETER IM VERGLEICH ZWISCHEN PATIENTEN MIT C3 FRAKTUR UND OHNE C3 FRAKTUR	58
3.13.6 RADIOLOGISCHE PARAMETER IM VERGLEICH ZWISCHEN PATIENTEN MIT UND OHNE SL-BANDVERLETZUNG	59
3.14 GARTLAND & WERLEY SCORE.....	60
3.14.1 GARTLAND UND WERLEY SCORE DES NACHUNTERSUCHUNGSKOLLEKTIVS....	60
3.14.2 GARTLAND UND WERLEY SCORE IM VERGLEICH ZUM GESCHLECHT	60
3.14.3 GARTLAND UND WERLEY SCORE IM VERGLEICH ZUR ALTERSGRUPPE	61
3.14.4 GARTLAND UND WERLEY SCORE IM VERGLEICH VON PATIENTEN MIT UND OHNE C3 FRAKTUR.....	61
3.14.5 GARTLAND UND WERLEY SCORE IM VERGLEICH VON PATIENTEN MIT UND OHNE SL-BANDVERLETZUNG	62
3.15 DASH SCORE	62
3.15.1 DASH SCORE DES NACHUNTERSUCHUNGSKOLLEKTIVS.....	62
3.15.2 DASH SCORE IM VERGLEICH ZUM GESCHLECHT	63
3.15.3 DASH SCORE IM VERGLEICH ZUR ALTERSGRUPPE.....	63
3.15.4 DASH SCORE IM VERGLEICH VON PATIENTEN MIT UND OHNE C3 FRAKTUR..	64
3.15.5 DASH SCORE IM VERGLEICH VON PATIENTEN MIT UND OHNE SL-BANDVERLETZUNG.....	65
3.16 SUBJEKTIVE ZUFRIEDENHEIT	65
3.16.1 NACHUNTERSUCHUNGSKOLLEKTIV	65

3.16.2 ZUFRIEDENHEIT DES NACHUNTERSUCHUNGSKOLLEKTIVS IM GESCHLECHTSVERGLEICH.....	66
3.16.3 ZUFRIEDENHEIT DES NACHUNTERSUCHUNGSKOLLEKTIVS IM VERGLEICH ZUR ALTERSGRUPPE.....	66
3.16.4 ZUFRIEDENHEIT DES NACHUNTERSUCHUNGSKOLLEKTIVS IM VERGLEICH ZU PATIENTEN MIT UND OHNE C3 FRAKTUR	66
3.16.5 ZUFRIEDENHEIT DES NACHUNTERSUCHUNGSKOLLEKTIVS IM VERGLEICH ZU PATIENTEN MIT UND OHNE SL-BANDVERLETZUNG.	66
<u>4 DISKUSSION.....</u>	67
4.1 MATERIAL UND METHODEN	69
4.1.1 NACHUNTERSUCHUNG:	71
4.1.2 SCORES:.....	71
4.1.3 KRAFTMESSUNG	72
4.1.4 BEWEGUNGSMESSUNG:.....	73
4.2 EPIDEMIOLOGIE	74
4.3 FRAKTURVERTEILUNG.....	75
4.4 KOMPLIKATIONEN.....	76
4.4.1 KOMPLIKATIONEN IM STUDIENVERGLEICH.....	77
4.5 BEWEGUNGSMAß.....	80
4.6 RADIOLOGISCHE PARAMETER.....	81
4.7 KRAFTMESSUNG.....	82
4.8 DASH UND GARTLAND & WERLEY SCORE.....	83
4.8.1 DASH SCORE UND GARTLAND & WERLEY SCORE IM STUDIENVERGLEICH	83
4.9 SCHLUSSFOLGERUNG	85
<u>5 ZUSAMMENFASSUNG.....</u>	87
<u>6 LITERATURVERZEICHNIS.....</u>	89
<u>7. ABBILDUNGSVERZEICHNIS</u>	100

1 EINLEITUNG: DIE DISTALE RADIUSFRAKTUR

1.1 Epidemiologie

Die distale Radiusfraktur ist die häufigste Fraktur des Menschen und umfasst anhand unterschiedlicher Angaben 10-25% aller Skelettfrakturen [2, 3].

In Europa und der USA liegt die Inzidenz der distalen Radiusfraktur für Patienten >35 Jahre bei 0,09% und bei Frauen bei 0,37%. Ab einem Alter von >50 Jahren liegt die Inzidenz bereits bei 2% für Männer und 15% für Frauen [4-6]. [7] Die ältere (>50 Jahre), aber dennoch aktive Frau mit altersbedingter Osteoporose stellt ein typisches Patientengut dar und erklärt die disproportional erhöhte Inzidenz. [8] Dieses klassische Verteilungsmuster zeigt sich leider nicht in unserem Patientengut von 51 Patienten.

In den USA sind beispielsweise 18% aller Frakturen der Älteren und 25% der Frakturen im Kindesalter. [7]

Die Komplikationsrate ist in der Literatur von 6-80% angegeben, abhängig von der Definition der Komplikation und Publikationsjahr. Jedoch ist die Komplikationsrate in der Patientenbefragung mit 21% im Durchschnitt dennoch hoch. [9] In 6% der Fälle führt eine distale Radiusfraktur zur verfrühten Berentung. [10]

Die distale Radiusfraktur besitzt demnach aufgrund ihrer hohen Inzidenz und Komplikationsrate einen hohen sozioökonomischen Stellenwert. Nicht zu vernachlässigen sind die hohen Kosten der osteosynthetischen Platten in Gegenüberstellung zu der verkürzten Behandlungszeit, so wie erhofften geringer ausfallenden Komplikationen.

1.2 Anatomie

Zum besseren Verständnis der operativen Versorgung, Begleitverletzungen und postoperativer Komplikationen werden die anatomischen Grundlagen des Handgelenks hier aufgeführt.

1.2.1 Knöcherne Strukturen

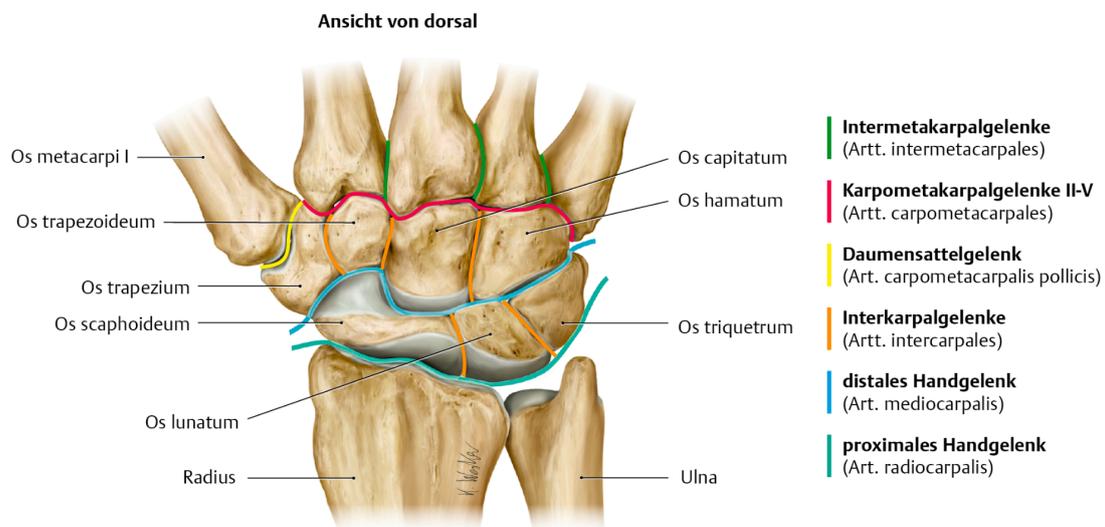


Abb. 1: Dorsale Ansicht auf die knöchernen Struktur und Gelenkebenen des Handgelenks [11]
Mit freundlicher Genehmigung Copyright von Thieme Verlag

Das Handgelenk ist in das proximale und distale Handgelenk eingeteilt.

Der Radius und der auf der Ulna liegende Discus articularis bildet zusammen mit den proximalen Handwurzelknochen das proximale Handgelenk (Articulatio radiocarpalis). Es handelt sich um ein Ellipsoidgelenk mit 2 Freiheitsgraden (Dorsalextension & Palmarflexion, Radialabduktion & Ulnarabduktion). Das distale Handgelenk (Articulatio mediocarpalis) besteht aus der proximalen und distalen Handwurzelreihe und bildet einen S-förmigen Gelenkspalt.

Der Radius trägt als Hauptpfeiler die Hand und steht in direkter Gelenkverbindung während der Ulna der Discus articularis aufliegt. Somit ist der Radius für die Kraftübertragung verantwortlich und erklärt, warum der Radius bei Krafteinwirkung auf das Handgelenk zuerst bricht. [12]

1.2.2 Intercarpale Bänder des Handgelenks

Es werden intrinsische von extrinsischen Bänder unterschieden. Intrinsische Bänder verbinden Karpalknochen intraartikulär miteinander. Extrinsische Bänder verbinden den Karpus mit Radius und Metacarpus und sind fest mit der Gelenkkapsel verwachsen [13]. Dorsalbänder liegen breitflächiger auf und sichern das Os scaphoideum, Os lunatum und Os triquetrum. Das Lig. scapho lunatum und das Lig. luno triquetrum sind weniger festgespannt und bilden somit eine funktionelle Einheit der drei proximalen Handwurzelknochen.

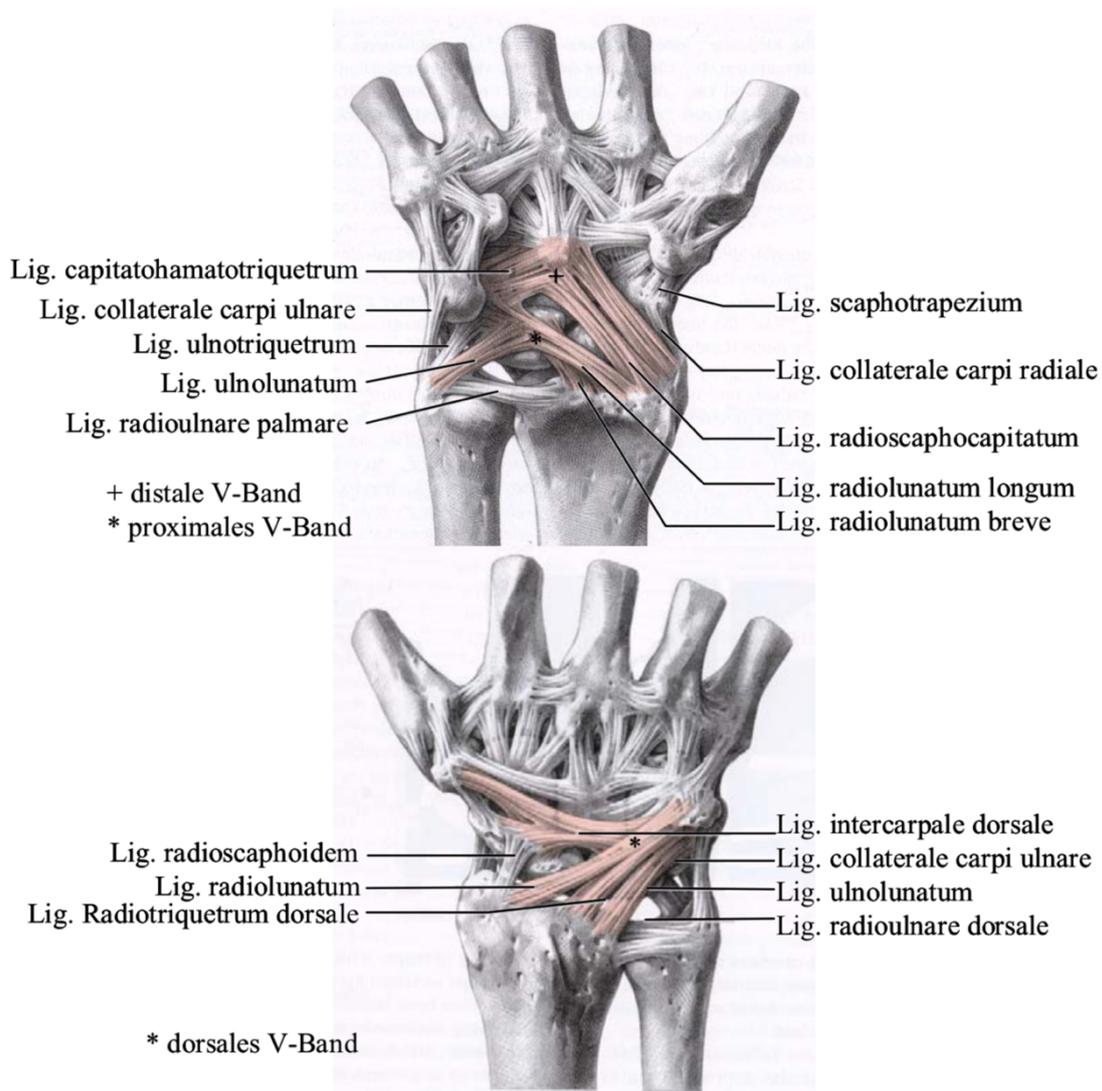


Abb. 2: Bandapparat des Handgelenks von palmar (oben) und dorsal (unten)

Mit freundlicher Genehmigung Copyright von Thieme Verlag [13]

1.2.3 Strecksehnen der Hand

Die Strecksehnen verlaufen in 6 Sehnenfächern dorsal über das Handgelenk und sind vom Retinaculum extensorum überzogen:

1. Fach: M. extensor pollicis brevis und M. abductor pollicis longus
2. Fach: M. extensor carpi radialis longus et brevis
3. Fach: M. extensor pollicis longus
4. Fach: M. extensor digitorum und M. extensor indicis
5. Fach: M. extensor digiti minimi
6. Fach: M. extensor carpi ulnaris

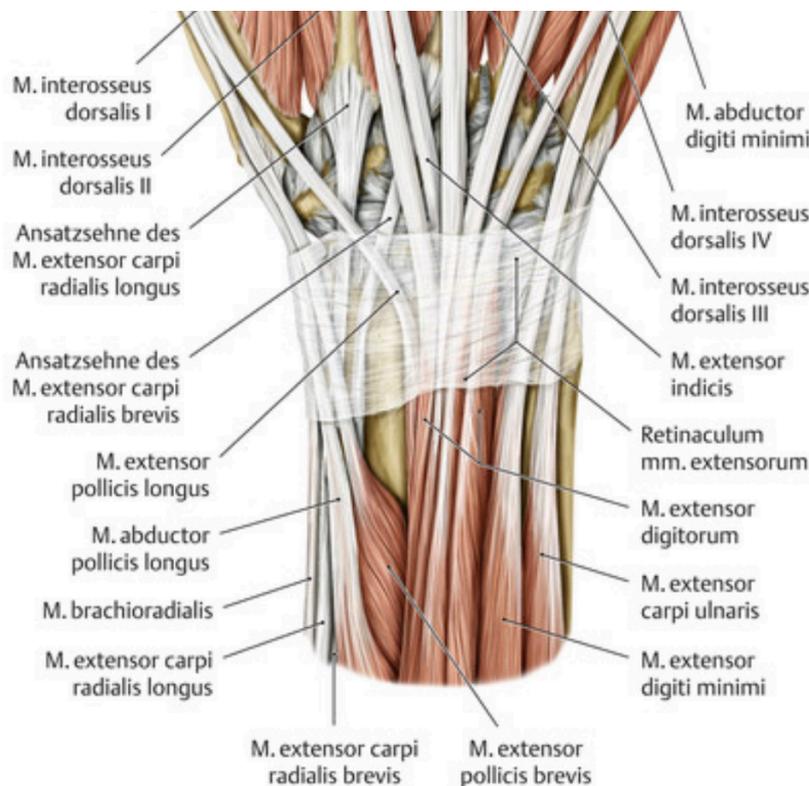


Abb. 3:
Strecksehnen
der Hand
(Handgelenk
von dorsal) [1]
Mit freundlicher
Genehmigung
Copyright von
Thieme Verlag

1.3 Begleitverletzungen

Eine häufige Begleitverletzung der distalen Radiusfraktur ist die Verletzung des scapholunären Gelenks. In verschiedenen Studien zeigt sich eine Verletzung des scapholunären Gelenks (SL Bandverletzung und Fraktur des Scaphoids) bei etwa 13%. In unserer Studie lag die SL Bandverletzung alleine bei 28%, da dies eine Indikation für den dorsalen Zugang ist. Eine Studie zeigte eine Fraktur des

gleichseitigen Arms von 7%. Es zeigt sich also im Patientengut oft nicht nur die alleinige Radiusfraktur. [10, 14]

1.4 Historie der distalen Radiusfraktur

1.4.1 Colles- und Smith-Fraktur

Die distale Radiusfraktur wurde erstmalig von dem irischen Chirurgen und Anatom Abraham Colles (1773-1843) [12] 1814 beschrieben. Die von Abraham Colles beschriebene Extensionsfraktur des distalen Radius mit Einstauchung und Dislokation des Radiusfragments nach dorso-radial wird demnach bis heute noch als Colles Fraktur bezeichnet. 1938 beschrieb Robert William Smith (1807–1873) die seltenere Flexionsfraktur des distalen Radius mit Dislokation des Radiusfragmentes nach radial-palmar.

1.4.2 Historie der Therapie

Lange Zeit galt die konservative Therapie als Therapiestandard. Die konservative Therapie nach den Prinzipien der Böhlerischen Lehre besteht seit den 30-iger Jahren bis heute noch, obwohl sie eine 15-37% unbefriedigende anatomische und funktionelle Ergebnisse erzielen. [15]

1952 wurde erstmalig die operative Versorgung der distalen Radiusfraktur mittel Bohrdrahtosteosynthese im Radiokarpalgelenk von da Palma veröffentlicht [16]. Dabei wurde der Radius und die Ulna mittels Kirschnerdrähten gegeneinander fixiert. 1959 empfahlen Willenegger und Guggenbühl die alleinige Fixation des Radius. [17] 1976 folgte die intrafokale Pinning Methode nach Kapandji [18, 19]. Der Fixateur externe kann definitiv oder auch überbrückend zur Behandlung der distalen Radiusfraktur eingesetzt werden. Besonders eignet er sich bei Patienten mit Polytrauma. Mit diesem Verfahren ist eine komplette anatomische Reduktion allerdings oft nicht möglich aufgrund von dem viscoelastischen Verhalten feiner dorsaler radiocarpaler Ligamente bei transverser Kraftausübung. Dies wird als Ligamentotaxis beschrieben [20]. Die Plattenosteosynthese wurden zur internen

Fixierung als Abstützplatten aufgrund der Nachteile des Fixateurs externe und Pinning Methoden entwickelt.

1.5 Therapie heute

Bis heute gibt es keine einheitliche evidenz-basierte Therapieempfehlung. Die Therapieindikation wird anhand der Stabilität, der Frakturform und der Knochensubstanz gestellt. Bei der konservativen Therapie der distalen Radiusfraktur muss trotz adäquater und sachgerechter Ausführung mit relativ hoher Wahrscheinlichkeit von Folgeschäden ausgegangen werden. Zur Vermeidung von Folgeschäden ist eine frühe krankengymnastische Beübung des Handgelenks anzustreben [21-25]. Die operative Versorgung mit Plattenosteosynthese bietet den Vorteil der sofortigen Übungsstabilität. Zu beachten sind außerdem die Rekonstruktion der Gelenkmechanik und Gelenkflächen, aber auch die Korrektur der Achsenfehlstellung und des Ulnarvorschubs. Dies heißt allerdings nicht, dass immer eine OP Indikation besteht [26]. Die Frakturklassifikation nach AO ist von therapeutischer Bedeutung. So eignet sich z.B. die extraartikuläre 23 A2 Fraktur besonders zur konservativen Therapie. [27-29] Als minimal-invasiver Eingriff bietet die Kirschnerdrahtosteosynthese eine weitere Alternative. Eine mögliche Indikation besteht bei einer Monoblock-Fraktur mit Dislokation nach dorsal und ohne wesentliche Gelenkbeteiligung. Allerdings folgt bei dieser Behandlung eine 4 bis 6-wöchige Ruhigstellung [30]. Andere Autoren sehen aufgrund der sehr hohen Redislokationsrate die Indikation nur noch bei nicht dislozierten Frakturen. Die exakte anatomische Reposition ist nur offen chirurgisch möglich, um ein gutes funktionelles Ergebnis zu erreichen. [21, 31-33]

1.6 Die operative Plattenosteosynthese von dorsal

1.6.1 Indikation

Die dorsale Plattenosteosynthese wurde durch die Einführung winkelstabiler Plattensysteme bei metaphysär instabilen Frakturen auch bei dorsaler Fragmentaussprengung durch die ventrale winkelstabile Plattenosteosynthese abgelöst. Bei Frakturen die eine zentrale, meist mehrfragmentäre Depression der Gelenkfläche der Speichen Gelenkfläche mit oder ohne dorsaler kortikaler Trümmerzone aufweisen lassen sich allerdings von einem rein palmarem Zugang nicht sicher reponieren und auch nicht sicher stabilisieren. Dies ist besonders bei fehlender ventraler Frakturdislokation unmöglich [21, 34]. Auch zusätzliche karpale Bandverletzungen können von volar nicht erkannt und versorgt werden [34]. Für die Indikationsstellung der dorsalen Plattenosteosynthese in unserer Studie war die präoperative computertomographische Bildgebung essentiell. Die Entscheidung wurde wie in Tab. 1 aufgeführt anhand folgender Parameter getroffen: Dorsale dislozierte und zentrale intraartikuläre Mehrfragmentfrakturen, insbesondere mit dorso-ulnarem Kantenfragment, metaphysäre Defekt- und Trümmerfrakturen mit komplexer Einstrahlung von Frakturausläufern in das Gelenk, sowie zusätzlich karpalen Verletzungen und Impaktierung [34]. Es handelt sich somit in erster Linie um C2 und C3 Frakturen der AO Klassifikation. Zur Verdeutlichung sind die Indikationen hier tabellarisch aufgeführt.

Tab. 1: CT gesicherte Indikation der dorsalen Plattenosteosynthese [34]

Zusätzliche SL-Bandverletzung
Zentrale Gelenkflächenimpression
Intakter ventrale Knochenrand mit dorsaler und /oder zentraler Impression
Komplexfrakturen (dorsal + ventral)

1.6.2 Implantate

In der Chirurgischen Klinik II am Universitätsklinikum Würzburg wurden die 2.5 Trilock distale Radiusplatten von Medartis für das hier beschriebene

Patientenkollektiv für die dorsale Plattenosteosynthese verwendet. Diese sind hier noch einmal bildlich dargestellt. Das Aptus-Medartis Trilock System basiert auf einer multidirektionalen Winkelstabilen Verblockung niedrigprofiliger Platten. Die Verblockung der Schrauben kann frei wählbar in $\pm 15^\circ$ in alle Richtungen winkelstabil erfolgen. Die 2-reihige distale Besetzung ermöglicht eine gelenknahe Stabilisierung mehrerer Knochenfragmente. [27]

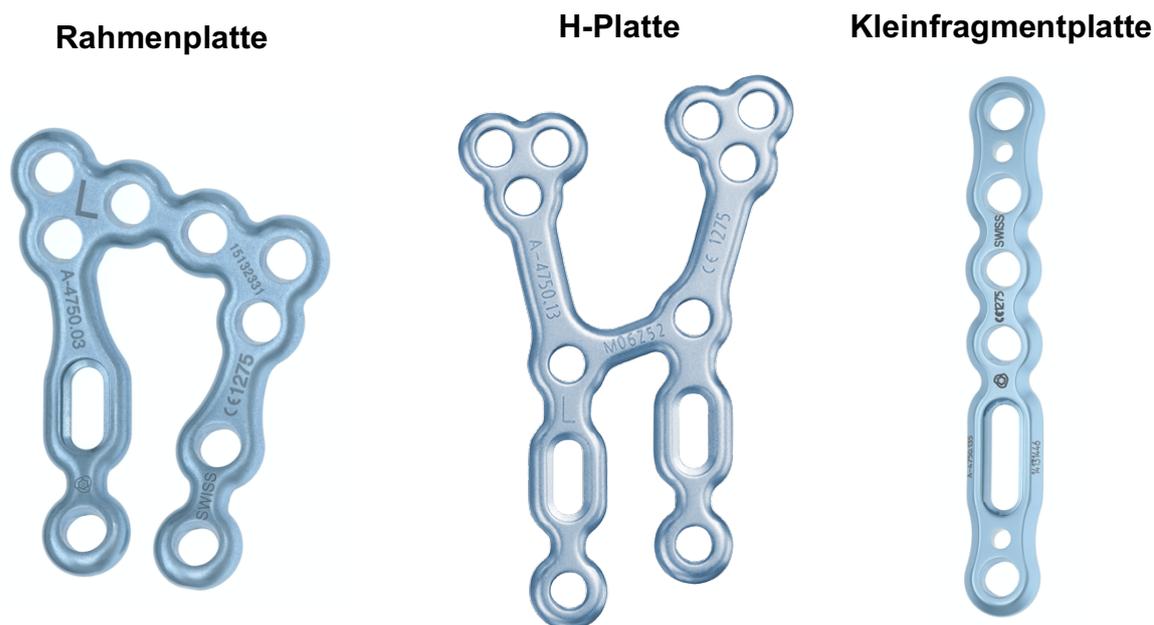


Abb. 4: Verwendete Implantate für die dorsale Plattenosteosynthese des distalen Radius
Mit freundlicher Genehmigung Copyright von Medartis AG [27]

1.6.3 Operatives Vorgehen

Die operative Versorgung ist betreffend der Plattenosteosynthese, Schraubenposition und Schraubenanzahl, sowie der Frakturposition je nach Frakturart individuell. Das prinzipielle Vorgehen der Exposition der Sehnen und des Retinacula Managements sind aber immer prinzipiell gleich. Hier wird ein Beispiel eines in unserer Studie typischen operativen Vorgehens der dorsalen Plattenosteosynthese des distalen Radius beschrieben:

1.) Der Eingriff erfolgt nach Antibiotikaprophylaxe (Einzeldosis) in Rückenlage in regional (Plexus oder iv. Regional) oder Allgemeinnarkose.

- 2.) Blutleere mit einem Armmanschettdruck von 280-300 mmHg. Armlagerung auf einem Armtisch. Sterile Abdeckung nach Hautdesinfektion.
- 3.) Es erfolgt eine dorsale Hautinzision von ca. 4,5 cm lange bogenförmig in Projektion auf das Lister'sche Tuberkel. Siehe Abb. 5a.
- 4.) Sorgsame Präparation unter Schonung der oberflächlichen Äste des Ramus superficialis nervus radialis. Es erfolgt die Operation unter 4,3-facher Lupenvergrößerung.
- 5.) Daraufhin erfolgt die Inzision des Strecksehnenretinaculums im Verlauf der EPL Sehne mit Mobilisation des 4. Strecksehnenfaches nach ulnar und Mobilisation der EPL-Sehne aus dem 3-ten Fach mit Subkutanverlagerung der Sehne. Siehe Abb. 5b&c.
- 6.) Daraufhin wird der N. interosseus posterior aufgesucht und nach Differenzierung von Arterie und Nerv die Neurotomie des N.interosseus posterior im proximalen Anteil sorgsam durchgeführt um eine Einklemmung des Nerven unter der Platte zu vermeiden.
- 7.) Dorsale Fragmente werden unter Erhalt der radiokarpalen Bänder türflügelartig eröffnet und nach distal geklappt. Dorso-ulnare Kantenfragmente werden unter scharfer Präparation im Bereich des dorsalen Handgelenks dargestellt. Siehe Abb. 5d.
- 8.) Bei radialen Styloidfragmenten wird diese Präparation nach radial erweitert unter den Extensor carpi radialis Sehnen und somit dem 2-tem Strecksehnenfach erweitert, um diese ebenfalls darzustellen.
- 9.) Es folgt je nach Frakturverlauf die dorsale Arthrotomie durch Inzision im Faserverlauf der Gelenkkapsel zur Darstellung der Gelenkfläche und Ausspülung des Hämarthros.
- 10.) Nach offener Exploration des SL-Bandes und LT-Bandes, um eine Scapholunäre oder Lunato-Triquetrale-Bandruptur auszuschließen, erfolgt nun die sehr vorsichtige Desimpaktierung (z.B. durch gelenkflächenparalleles Unterfahren mit entsprechenden Raspatorien) dorso-radialer Kantenfragmente und zentralen Gelenkfragmente ohne diese aus dem Gelenkflächen Verbund zu dislozieren und Aufrichtung in Schablonentechnik zur anatomischen Reposition.

Siehe Abb. 5e. Lokale Spongiosa kann aus dem distalen Radius mit dem Raspatorium unter kleine Fragmente zum Support geschoben werden.

11.) Temporäre Kirschnerdrahtfixation der Fragmente mit 1 mm- Drähten.

12.) Die anatomische Reposition von Styloidfragmenten und dorsaler Kantenfragmente erfolgt unter offener visueller und röntgenologischer Kontrolle.

12.) Nun wird die verwendete Rahmenplatte der Gegenseite (also eine Rahmenplatte für das linke Handgelenk, welches für palmar vorgesehen ist, wird als dorsale Platte am rechten Handgelenk verwendet und umgekehrt) exakt anmodelliert und anatomisch platziert.

13.) Die Platte wird zunächst als dorsale Abstützplatte proximal im Schlitzloch fixiert. Die restlichen Schrauben werden proximal und distal winkelstabil fixiert. Siehe Abb. 5f.

14.) Es erfolgen erneute Bildwandlerkontrollen in mehreren Ebenen, die eine gut anmodellerte Platte sowie eine anatomische Reposition der Fragmente bestätigen sollen.

15.) Zum Abschluss werden die restlichen Schrauben besetzt. Bei der Rahmenplatte z.B. 4 proximale und 4-6 distale.

16.) Die temporären Kirschnerdrähte können nunmehr entfernt werden.

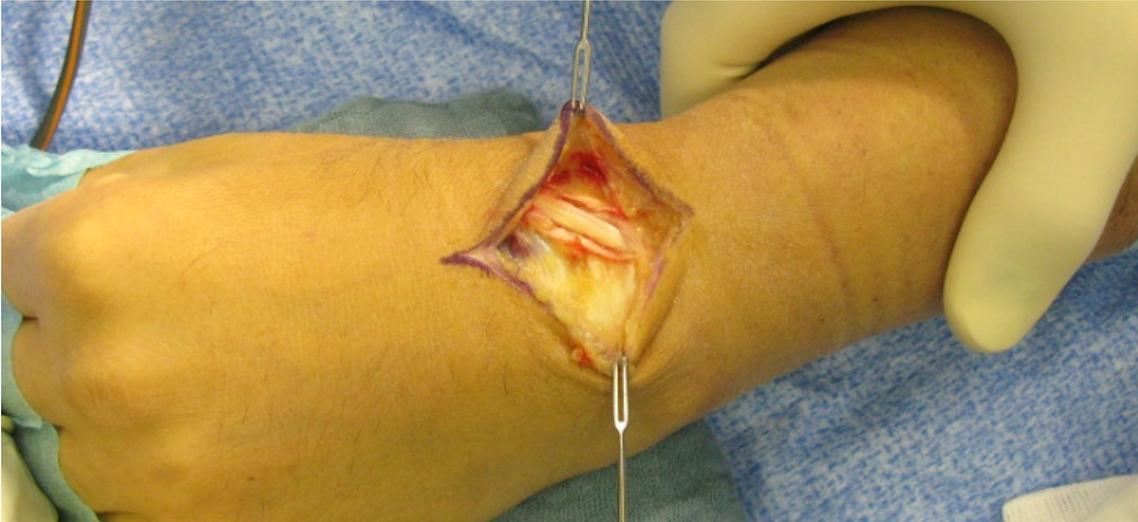
17.) Es erfolgt die Spülung des Operationssitus, Öffnen der Blutleere und bipolare Koagulation kleiner venöser Blutungen im OP Gebiet.

18.) Der OP-Situs wird schichtweiser verschlossen. Zunächst mit Verschluss der Gelenkkapsel.

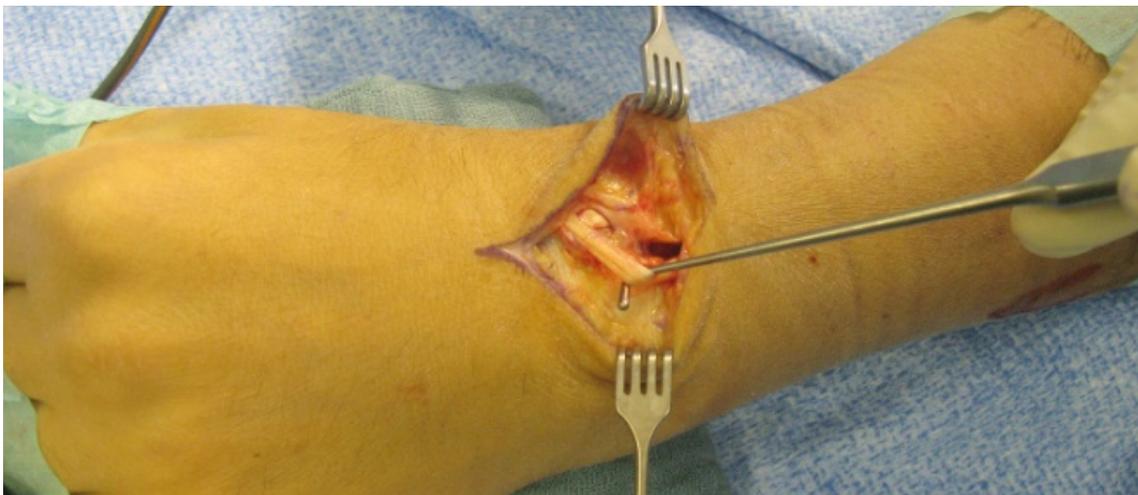
19.) Das Retinaculum wird geteilt, so dass ein Teil direkt über der Platte verschlossen wird und somit ein Kontakt der Sehnen mit der Platte vermieden wird während der Verschluss des restlichen Retinaculums über den Sehnen des 2-ten und 4-ten Strecksehnenfaches (Abb. 5h). Dabei bleibt die EPL-Sehne subkutanverlagert (Abb. 5g).

20.) Eine 8er Redondrainage wird eingelegt. Anschließend erfolgt die Subkutan-, Intrakutan- und fortlaufende Rückstichnaht nach Allgöwer und Wundverband.

a) Hautinzision unter Schonung des N. radialis superficialis



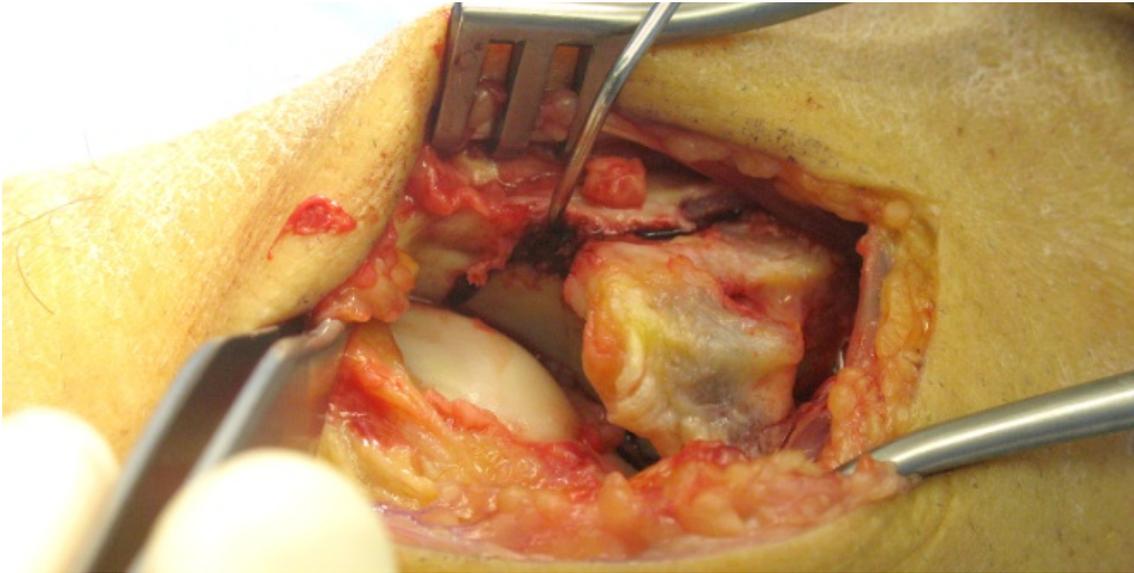
b) EPL Sehnen Darstellung



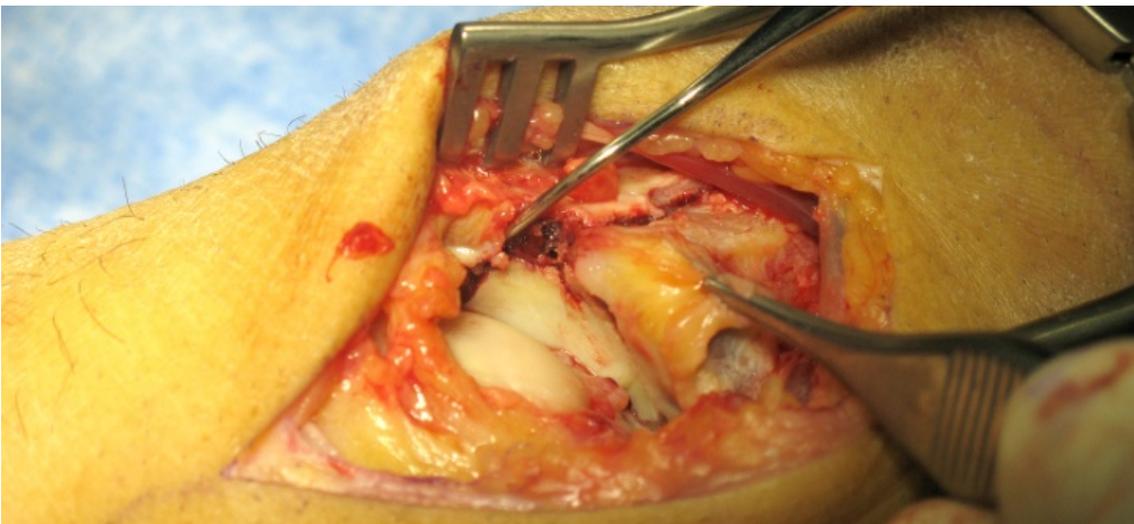
c) Retinaculuminzision mit EPL Sehnen-Subkutanverlagerung



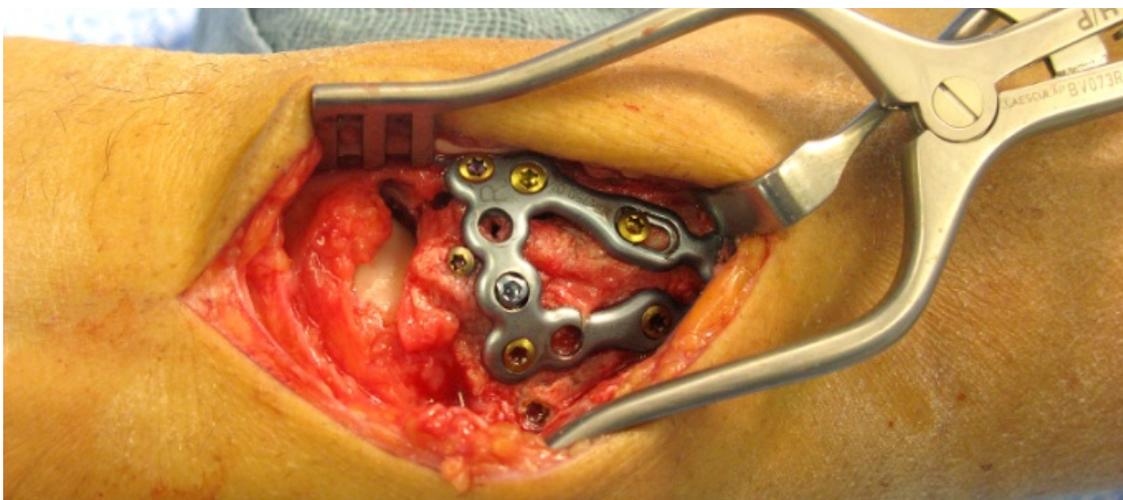
d) Eröffnung der Dorsalen Gelenkkapsel und Frakturdarstellung



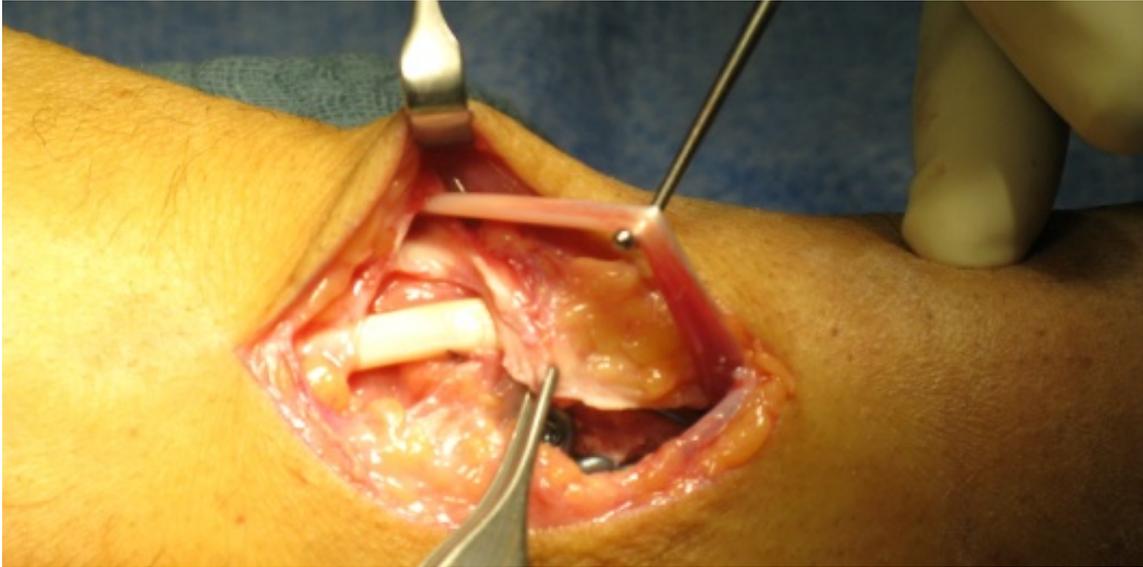
e) Anheben eines zentralen Gelenkfragmentes in Schablonentechnik in Kongruenz zum Karpus



f) Dorsale Plattenfixation mit zusätzlich außerhalb der Platte gelegener Fixationsschraube



g) Gelenkkapselverschluss, Subkutanverlagerung der EPL Sehne und Retinaculumpräparation



h) Teil des Retinaculums unter den Sehnen direkt auf der Platte vernäht.

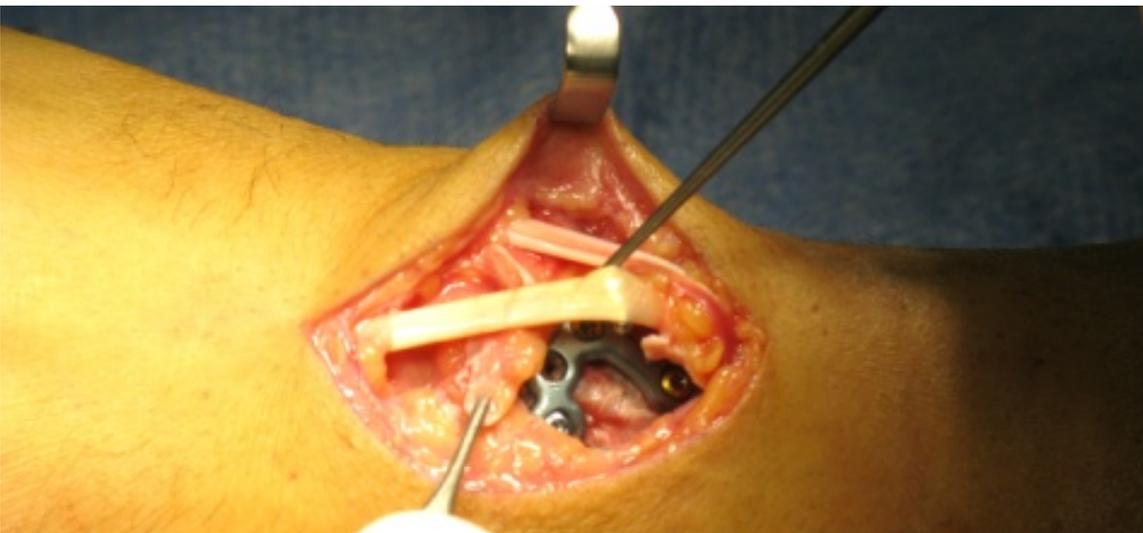


Abb. 5: Bildliche Darstellung eines Studienpatienten der operativen dorsalen Versorgung einer distalen Radiusfraktur mit einer Rahmenplatte (Medartis 2,5mm)

1.6.4 Nachsorge

Direkt nach der Operation wird eine dorsale Unterarmgipsschiene angelegt, die zunächst zur Analgesie verbleibt. Nach dem ersten Verbandwechsel erfolgt eine erste postoperative Röntgenkontrolle ohne Schiene in 2 Ebenen. Ggf. auch eine CT Kontrolle. Insgesamt verbleibt die dorsale Handgelenkschiene abhängig vom

Frakturtyp, der Knochenqualität und ligamentärer Begleitverletzungen zur Ausbehandlung für 1-6 Wochen. Ab der zweiten postoperativen Woche kann aus dem Gipsverband heraus krankengymnastisch beübt werden. Nach 6 Wochen erfolgt eine postoperative radiologische Verlaufskontrolle. Es wird eine Entfernung der dorsalen Platte nach 6 Monaten standartmäßig empfohlen.

1.7 Zielsetzung und Fragestellung

Die dorsale Plattenosteosynthese des distalen Radius ist durch Ihre spezifische Indikationsstellung ein seltenes Operationsverfahren. Die anatomischen Nähe der Platte zu den Strecksehnen birgt besonders die Gefahr der Reizung des Extensor pollicis longus Sehne. Ältere Studien geben eine hohe Komplikationsrate auf [35], allerdings wandelt sich das Plattendesign deutlich in den letzten Jahren, um Komplikationen zu minimieren. Die dorsale Plattenosteosynthese verfügt bei richtiger Indikationsstellung über Vorteile anderer osteosynthetischer Verfahren, da sie besser zur Reposition dorsale Fragmente und einer zentralen Gelenkflächeneinstauchung geeignet ist. Diese Studie soll das operative Vorgehen genau beschreiben und retrospektiv mittelfristige Komplikationen und das funktionelle Outcome nach Versorgung des distalen Radius mit low-profile polyaxial winkelstabilen Platten von dorsal erfassen.

Fragestellung:

- Indikation zur dorsalen Plattenosteosynthese
- Technik der direkten Fragmentreposition und Plattenimplantation
- Qualität der Fragmentfixation
- Art und Häufigkeit von Komplikationen
- Subjektive Patientenbewertung (DASH)

2 MATERIAL UND METHODEN

2.1 Untersuchungsmethoden

Es handelt sich um eine retrospektive klinische Studie. Die Studie fand mit Zustimmung der Ethik-Kommission der Universität Würzburg statt. Sie soll neben statistischen Auswertungen auch dem Operateur einen Überblick geben mit welchen Komplikationen und welchem klinischen Outcome mittelfristig bei dorsaler Plattenosteosynthese zu rechnen ist. Im Zeitraum vom 01.01.2008-12.12.2015 wurden in der Chirurgischen Klinik II am Universitätsklinikum Würzburg 51 Patienten mit einer dorsalen Platte aufgrund einer distalen Radiusfraktur versorgt. Dies entspricht 2015 und 2016 in etwa 13% aller operativ versorgten distalen Radiusfrakturen. Es wurden keine Patienten ausgeschlossen. Alle Auswertungen und klinischen Untersuchungen wurden von derselben Person durchgeführt. Die unten aufgeführten Einflussgrößen wurden mithilfe hausinterner elektronischer Ambulanzkarten, Operationsberichte und stationärer Akten, so wie Röntgen- und CT-Bilder retrospektiv dokumentiert und ausgewertet. Alle Röntgen und CT Bilder wurden von einer Person neu überprüft und die AO-Klassifikation aus den radiologischen Befunden ggf. angepasst. Des weiteren wurde nach schriftlicher Einwilligung der nachuntersuchten Patienten externe Röntgen- und CT-Bilder retrospektiv durch dieselbe Person ausgewertet. Von 51 Patienten konnten 90% des Gesamtkollektivs nachuntersucht werden. 45 Patienten wurden klinisch in einer jeweils 45 minütigen Sitzung befragt und nachuntersucht. 1 Patient wurde telefonisch befragt. 1 Patient war bereits verstorben, 2 Patienten waren nicht auffindbar und 2 Patienten ohne Anschlussadresse ins Ausland gezogen. Für die Auswertung folgender Parameter wurde das gesamte Patientenkollektiv eingeschlossen: Altersverteilung, Geschlechtsverteilung, Händigkeit, Frakturseiten, Radiologisch ausgemessene Winkel und Größen präoperativ, postoperativ und in der Nachuntersuchung, und der Zeitraum bis zur Operativen Versorgung. Für die restliche Auswertung der Zielgrößen wurde das Kollektiv der 45 nachuntersuchten und des einen telefonisch befragten Patienten verwendet. Der Nachuntersuchungszeitraum erfolgte vom 02.04.2017 bis zum 10.06.2017.

Der durchschnittliche Zeitraum nach Operation bis zur Untersuchung und Befragung der 46 Patienten beträgt $4,5 \pm 2,3$ Jahre mit einer Range von 1,4 – 9,2 Jahren.

2.2 Einflussgrößen

2.2.1 Stammdaten:

Es wurden folgende Parameter aus der Krankenakte ausgewertet und in der persönlichen Nachuntersuchung erneut erfragt und durch die Patienten bestätigt: Fallnummer, Name, Geschlecht, Geburtsdatum, Gewicht, Größe, Händigkeit, Frakturseite, Unfalldatum, OP-Datum, Anzahl und Datum der Revisionsoperationen/Metallentfernungen.

2.2.2 Vorschäden:

Da die vollständige Erfassung möglicher Vorschädigungen oder Einschränkungen nur in der aktuellen persönlichen Befragung möglich ist, ergibt sich das Patientenkollektiv aus den 46 nachkontrollierten Patienten. Für die spätere Beurteilung ist es von Bedeutung, ob bereits Vorschädigungen an der frakturseitigen Hand und Handgelenk zum Unfallzeitpunkt vorlagen, da dadurch die Ergebnisse der subjektiven Zufriedenheit, Bewegungseinschränkung und Komplikationen nicht mehr sicher auf die distale Radiusfraktur zurückzuführen ist. Es wurden ebenso Schädigungen der Hand und des Handgelenks der Gegenseite zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung erfasst, da viele Parameter wie z.B. die Kraftmessung mit der Gegenseite verglichen wurden. Als Schädigung wurden Erkrankung des Handgelenkes eingeschlossen, von der eine Kraft oder Bewegungseinschränkung beziehungsweise Ruhe und Belastungsschmerzen anzunehmen ist (Arthrose, Plexusparese und Fraktur des Handgelenks und der Hand).

2.2.3 Einschränkungen:

Da der DASH Score die Funktionseinschränkung des gesamten Arms und Schulter erfasst, wurde zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung nach Verletzungen

der Arme und Schultern gefragt, die den Dash Score aktuell beeinflussen können (Rotatorenmanschettenriss, Humerusfraktur, Ellenbogenfraktur, Spinalnervenausriss mit Armparese, Omarthrose).

2.2.4 Unfallart und Unfallhergang:

Diese Informationen wurden nur aus der persönlichen Befragung entnommen, da die Dokumentation in den Arztberichten teilweise sehr unterschiedliche ausfiel.

Unfallart:

Ein Sturz wurde definiert bei Unfällen aus dem Stehen, Gehen oder Laufen, die nicht mit Verkehrsmitteln (Auto, Fahrrad, Motorrad) oder aus Stürzen mit Höhendifferenzen (Sturz aus der Höhe, Treppensturz) entstanden. Dagegen wurde das Trauma definiert als Unfallart mit Hochgeschwindigkeit, ab jeglicher Höhendifferenz (Treppenabsatz etc.) oder bei Verkehrsunfällen.

Unfallhergang:

Der Unfallhergang wurde in 5 Kategorien eingeteilt: Beruf, Freizeit, Haushalt, Sport und Verkehr. Aufgrund limitierter Angaben in den Patientenakten wurde diese Unterteilung nur bei den nachuntersuchten Patienten erfasst.

Die Kategorien wurden wie folgt definiert:

- Beruf: Der Unfall ereignete sich während der Arbeitszeit oder auf dem Weg zur oder von der Arbeit, aber zur besseren Übersicht wurden Wegeunfälle mittels Fahrzeugs (Fahrrad, Auto) unter der Rubrik Verkehr erfasst.
- Freizeit: Der Unfall ereignete sich in der Freizeit des Patienten, aber nicht beim Sport oder im Haushalt.
- Haushalt: Der Unfall ereignete sich bei dem Patienten zu Hause.
- Sport: Der Unfall ereignete sich während des Sports außerhalb beruflicher Tätigkeiten.
- Verkehr: Der Unfall ereignete sich mittels eines Fahrzeugs (Fahrrad, Auto, Motorrad).

2.2.5 AO Klassifikation der distalen Radiusfraktur

Es lagen von allen Patienten des Gesamtkollektivs (n:51) präoperativ eine Bildgebung vor. Da die Indikationsstellung zur dorsalen Plattenosteosynthese am Universitätsklinikum Würzburg nur computertomographisch festgelegt wird lag bei fast allen Patienten in unserem System eine Computertomographie vor. Es ist anzunehmen das die fehlenden CT Bilder externe via CD mitgebracht und falsch eingelesen wurden. Die Auswertung der Frakturtypen nach AO erfolgte durch Operationsberichte und Röntgen bzw. CT Befunde. Jedoch wurden die gesamte präoperative Bildgebung durch dieselbe Person nochmalig einheitlich ausgewertet ohne vorher den Röntgenbefund zu kennen und ggf. angepasst.

Beschreibung der AO Klassifikation:

Die distale Radiusfraktur wird heutzutage nach der AO Klassifikation der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen eingeteilt [36]. Die nach ihren Erstbeschreibern benannte Fraktуреinteilung nach Colles 1814, Barton 1838 und Smith 1847 [37] sind in ihrer klinischen Bedeutung in den Hintergrund gerückt. Die AO Klassifikation hat das Ziel der internationalen einheitlichen und verständlichen Beschreibung aller Frakturen des Skeletts.

Sie besteht aus einem 4-stelligem alphanumerischen Code zur Benennung und Beschreibung des frakturierten Knochens. Sie ist demnach unabhängig von Sprachbarrieren und distanziert sich von subjektiven Beschreibungen.

Für bestimmte Körperregionen sowie spezielle Verletzungen oder Verletzungen im Kindesalter gibt es erweiterte Codes, auf derer Beschreibung hier zur besseren Übersicht verzichtet wird. Es ist zu vermerken, dass die AO Klassifikation seit Januar 2018 in Zusammenarbeit der AO Foundation mit der Orthopaedic Trauma Association (OTA) neu überarbeitet wurde. Da diese Studie, sowie die Studien, mit denen die Daten dieser Studie später verglichen werden, sich ausschließlich auf die AO Klassifikation beziehen, wird auf eine genaue Aufführung der AOOTa Klassifikation hier verzichtet. [36]

Aufbau des 4-stelligen alphanumerischen Codes [36]

1.Ziffer: beschreibt die Körperregion (hier z.B. 2 für Unterarm, also Radius und Ulna).

2.Ziffer: beschreibt die Positionierung innerhalb der Region (1 proximal 2 diaphysär 3 distal).

3.Buchstabe: Frakturgruppe anhand der Komplexität, Fragmente, Dislokation etc. (A-C).

4.Ziffer: Untergruppe, welche die Schwere innerhalb der Frakturgruppe beschreibt

(1: extraartikuläre Fraktur, 2: partiell artikuläre Fraktur, 3: vollständig artikuläre Fraktur).

Zum genaueren Verständnis des untersuchten Patientengut ist ein gutes Verständnis der AO-Klassifikation sehr wichtig. Aus diesem Grund ist die genaue AO Klassifikation des Handgelenkes aufgelistet. [36]

AO-Klassifikation des Handgelenkes

23-A1...Ulnafraktur, Radius intakt

23-A1.1...Fraktur des Processus styloideus ulnae

23-A1.2...metaphysär einfach

23-A1.3...metaphysär mehrfragmentär



23-A1.1



23-A1.2



23-A1.3

23-A2...einfache, impaktierte Radiusfraktur



23-A2.1



23-A2.2



23-A2.3

23-A2.1...ohne Fehlstellung

23-A2.2...nach dorsal abgekippt (Pouteau-Colles)

23-A2.3...nach ventral abgekippt (Goyrand-Smith)

23-A3...multifragmentäre Radiusfraktur



- 23-A3.1...impaktiert, axial verkürzt
- 23-A3.2...mit Frakturkeil
- 23-A3.3...komplex



23-A3.1



23-A3.2



23-A3.3

23-B1...Radius, sagittal

- 23-B1.1...lateral einfach
- 23-B1.2...lateral mehrfragmentär
- 23-B1.3...medial



23 B1.1



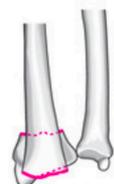
23-B1.2



23-B1.3

23-B2...Radius, dorsale Kante (Barton-Fraktur)

- 23-B2.1...einfach
- 23-B2.2...frontal verlaufende Fraktur
- 23-B2.3...dorsale Dislokation der Handwurzel



23-B2.1



23-B2.2



23-B2.3

23-B3...Radius, volare Kante (Reversed-Barton, Goyrand-Smith II)

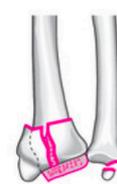
- 23-B3.1...einfach mit kleinem Fragment
- 23-B3.2...einfach mit großem Fragment
- 23-B3.3...mehrfragmentär



23-B3.1



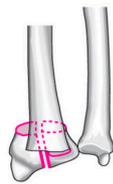
23-B3.2



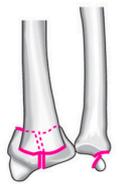
23-B3.3

23-C1...einfach artikulär, einfach metaphysär

- 23-C1.1...mit posteromedialen Fragment
- 23-C1.2...mit sagittal verlaufender Frakturlinie
- 23-C1.3...mit frontal verlaufender Frakturlinie



23-C1.1



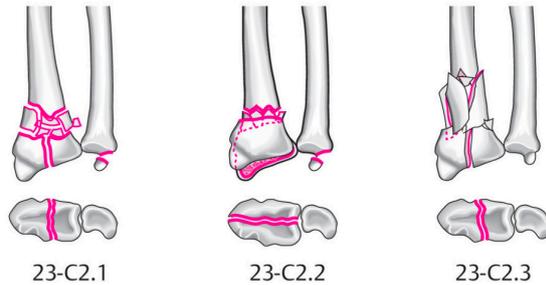
23-C1.2



23-C1.3

23-C2...einfach artikulär, metaphysär mehrfragmentär

23-C2.1...mit sagittal verlaufender Frakturlinie
23-C2.2...mit frontal verlaufender Frakturlinie
23-C2.3...in Diaphyse reichend



23-C3...artikulär mehrfragmentär

23-C3.1...metaphysär einfach
23-C3.2...metaphysär mehrfragmentär
23-C3.3...in Diaphyse reichend

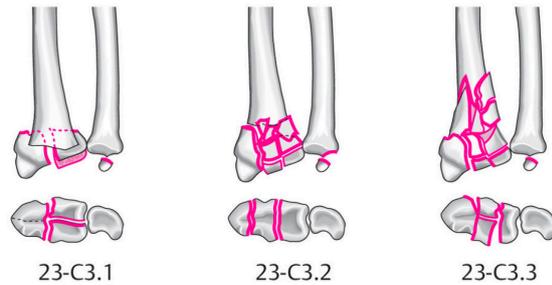


Abbildung 6: AO-Klassifikation des Handgelenks [38-40].

Copyright Thieme Verlag, Alle Rechte Vorbehalte

2.2.6 Begleitverletzungen:

Begleitverletzungen wurden aus den Patientenakten, konventionell radiologischer und computertomographischer Bildgebung, sowie der persönlichen Befragung entnommen. Es wurden initial alle Verletzungen der frakturseitigen oberen Extremitäten erfasst. Zusätzlich wurde erfasst ob ein Polytrauma vorlag. Nach Beurteilung aller Ergebnisse wurden die Verletzungen in folgenden Kategorien unterteilt und ausgewertet.

Begleitverletzungen:

Fraktur des Processus styloideus ulnae (PSU), SL-Bandruptur, Ulnafraktur, Fraktur der Handwurzelknochen, Frakturen der gleichen Hand, Verletzungen der restlichen frakturseitigen oberen Extremität (Frakturen, Nerven- und Plexusverletzungen), Polytrauma.

Danach erfolgte die Einteilung der Patienten in 2 Gruppen. Eine Gruppe mit relevanten Begleitverletzungen, die andere ohne relevante Begleitverletzung. Eine relevante Begleitverletzung wurde definiert, wenn eine relevante Auswirkung auf die klinischen Untersuchungsergebnisse anzunehmen ist.

Demnach wurde in dieser Gruppe die PSU Fraktur und das Polytrauma nicht inkludiert.

Relevante Begleitverletzungen:

SL-Bandverletzung, frakturseitige Handwurzelknochenfraktur, Ulnafraktur (ohne PSU Abrissfraktur), schwere Verletzung des gleichseitigen Armes (Frakturen und Armparese).

2.2.7 Verwendetes Osteosynthesematerial:

Aus dem gesamten Patientenkollektiv von 51 Patienten konnte anhand von Röntgenbildern, CT-Aufnahmen und OP-Berichten das verwendete Osteosynthesematerial erfasst werden. Es wurden übersichtshalber folgende Kategorien erfasst:

Rahmenplatten, H-Platten, Kleinfragmentplatten, lange Rahmenplatte plus L Platte, Zusätzliche Volare Platte.

Im Gesamtkollektiv der 51 Patienten wurde ebenfalls zusätzlich verwendetes Osteosynthesematerial bestimmt. Es wurden folgende Kategorien erfasst:

Zugschrauben, Kirschnerdrähte, Fixateur externe, Radioulnare Transfixation, Schrauben für Handwurzelknochenfrakturen.

2.3 Zielgrößen

2.3.1 Nachuntersuchungszeitraum:

Das Nachuntersuchungsdatum wurde in einer Excel Liste während der persönlichen Nachuntersuchung mit dem Datum dokumentiert. Die Berechnung des Nachuntersuchungsdatums erfolgte im statistischen Programm SPSS Version 25. Es erfolgte die Eingabe des Operationsdatum und des Nachuntersuchungsdatum in das statistische Programm und die Berechnung des Nachuntersuchungszeitraum in ganzzahligen Monaten und Jahren.

2.3.2 Postoperative Komplikationen

46 von 51 Patienten wurden in der Nachuntersuchung auf folgende postoperative Komplikationen unter hinzuziehen von der Krankenakte befragt und untersucht: Nervenschädigung des N. radialis, N. medianus & N. ulnaris, Sehnenschädigungen der Frakturseitigen Hand, Wundheilungsstörung und Infektionen. Deformationen im Handgelenkbereich, Schwellungen im Handgelenkbereich, Durchblutungsstörung der gesamten Hand und Handgelenk, Narbenschmerzen, Ruheschmerzen im Handgelenksbereich, Belastungsschmerzen im Handgelenksbereich.

Ruheschmerz und Belastungsschmerz:

Es wurde erfragt wie häufig zum Untersuchungszeitpunkt ein Ruheschmerz vorlag. Selten wurde als höchstens 1 mal alle 2 Wochen definiert. Als häufig wurden Beschwerden, die häufiger als einmal alle 2 Woche auftreten definiert. Belastungsschmerzen wurden in folgende Kategorien unterteilt: Schwere Belastung: Liegestütze, Krafttraining. Mittelschwere Belastung: eine sehr schwere Tür abrupt aufstoßen beziehungsweise abfangen und stoppen, Objekte über 5kg heben. Leichte Belastung: Schreiben, Spülmaschine ausräumen, Objekte unter 5kg heben.

Nervenschädigung:

Es wurde die Sensibilität inklusive Spitz-Stumpfdiskrimination der jeweiligen Versorgungsgebiete des N. radialis, N. medianus und N. ulnaris überprüft. Die Hände wurden auf Muskelatrophien oder Hautveränderungen überprüft. Die Patienten wurden über Parästhesien seit der Operation befragt. Falls diese stattfanden wurde erfragt in welchem Gebiet diese vorlagen und wie viele Monate diese nach der Operation anhielten bzw. ob sie weiterhin vorlagen. Es wurde ergänzend die Patientenakte hinzugezogen. Entsprechende Funktionsgebiete wurden wie folgt überprüft:

N. radialis: Vollständige Streckung der Finger gegen Widerstand.

N. ulnaris: Beurteilung ob eine Krallenhand vorliegt aufgrund der Atrophie der M. interossei. Froment-Zeichen: Der Patient soll ein Blatt Papier zwischen Daumen und Zeigefinger halten um die Funktion des M. adductor pollicis zu überprüfen.

Flektiert der Patient dabei den Daumen im Endglied liegt eine Nervenschädigung der N. ulnaris vor. Beugung im Fingergrundgelenk und Spreizung der Langfinger. N. medianus: Flaschenzeichen: Kann der Patient ein rundes Objekt nicht mehr rund mit Daumen und Zeigefinger umgreifen liegt ein Ausfall des M. abductor pollicis brevis vor. Faustschlussprobleme im Bereich der Digi I bis III. Hoffmann-Tinnel-Zeichen: Beim beklopfen des Karpaltunnel strahlen Schmerzen in das distale Versorgungsgebiet des N. medianus aus.

Sehnenschädigung:

Für die einheitliche Beurteilung möglicher Schädigungen der Extensor-pollicis-longus Sehne wurde die Sehne klinisch ausführlich inspiziert und die Handspanne beider Hände gemessen und miteinander verglichen. Für die Beurteilung der restlichen Extensoren erfolgte die Messung des Fingernagel-Tisch-Abstand. Dabei sitzt der Patient entspannt auf einem Stuhl, der Ellenbogen ist in 90° Flexionsstellung und nicht abgestützt auf einer Lehne oder ähnlichem. Der Patient legt seine Hand mit dem Handrücken auf einen Tisch und streckt die Finger soweit möglich Richtung Tischplatte. Danach wird mit einem cm-Maß bis zu einer Dezimalen der Abstand zwischen Tisch und dem dorsalsten Punkt aller Langfinger bzw. dem Nagel gemessen. Sollte der Patient aufgrund einer eingeschränkten Supination den Handrücken seiner Hand nicht entspannt auf den Tisch legen können, wird ein Buch in Verlängerung der Mittelhandknochen auf den Handrücken gelegt und so der Abstand zwischen Buch und Finger gemessen. Zur Beurteilung der Flexoren erfolgte der Fingerkuppen-Hohlhand-Abstand. Dabei sitzt der Patient ebenfalls entspannt auf einem Stuhl, der Ellenbogen ist in 90° Flexionsstellung und nicht abgestützt auf einer Lehne oder ähnlichem. Der Patient legt seine Hand mit dem Handrücken oder bei eingeschränkter Supination mit der ulnaren Handkante auf den Tisch. Der Patient wird gebeten die Finger maximal zu beugen wie bei einem Faustschluss. Danach wird mit einem cm-Maß bis zu einer Dezimalzahl der Abstand des am weitesten distal gelegenen Punktes jeder Fingerspitze der Langfinger und der proximalen Hohlhandfalte gemessen.

Wundheilungsstörung und Infektionen:

Patienten wurden über postoperative Wundheilungsstörungen und Infektionen befragt. Zusätzlich wurden die Austrittsberichte und Patientenakte hinzugezogen.

2.3.3 Bewegungsumfänge beider Handgelenke

Von 45 Patienten aus dem Gesamtkollektiv von 51 Patienten konnten folgende Bewegungsumfänge beider Handgelenke gemessen werden: Dorsalextension, Palmarflexion, Radialabduktion, Ulnarabduktion, Supination und Pronation. Die Messungen erfolgten immer im Sitzen. Der Ellenbogen sollte immer etwa in 90° gebeugt sein und nicht auf einer Lehne oder ähnlichem abgestützt werden. Zur aktiven Messung wird der Patient gebeten das Handgelenk maximal in obigen Bewegungsgraden zu bewegen. Danach erfolgte die Gradmessung mittels Winkelmesser. Die Dorsalextension, Palmarflexion, Radialabduktion und Ulnarabduktion konnte zusätzlich passiv gemessen werden. Am einfachsten war dies wenn der Patient für die Dorsalextension beide Handflächen vor dem Körper zusammenlegt und die aneinanderliegenden Hände soweit möglich nach unten führt. Für die Palmarflexion legt der Patient beide Handrücken vor dem Körper zusammen und führt die aneinanderliegenden Handrücken soweit möglich nach oben. Ggf. assistiert der Untersucher und misst erneut mit einem Winkelmesser bis zur vollen Gradzahl. Passive Messungen wurden über aktive zum Vergleich bevorzugt, da die aktive Messung stark von der Compliance des Patienten abhängt.

2.3.4 Kraftmessung beider Handgelenke

Die Kraftmessung erfolgte mittels folgender 3 Untersuchungsgeräten:

- **Pinch-O-Meter**
- **Dynamometer**
- **Vigorimeter mit 3 verschieden großen Bällen**

Es wurden für alle Patienten immer genau dasselbe Messinstrument verwendet. Es wurden immer beide Hände untersucht. Das Pinch-O-Meter misst in der Einheit kg/ms die Pinzettengriffstärke. Der Patient sitzt in aufrechter Haltung und wird gebeten seinen Arm im Ellenbogengelenk um 90° zu beugen und mit Daumen und Zeigefinger das Pinch-O-Meter mit gestreckten Fingern im Pinzettengriff zu greifen. Der Patient wird gebeten so schnell und fest wie möglich, das Pinch-O-Meter im Pinzettengriff zu drücken, dabei ist es wichtig, dass er das Messgerät freihändig hält ohne sich abzustützen. Der Untersucher darf dabei das Pinch-O-Meter nicht berühren. Es wurde pro Hand jeweils 3 Messwerte bestimmt und der Durchschnitt notiert. Das Dynamometer misst in der Einheit kg die Griffkraft des Patienten. Der Patient wird ebenfalls gebeten in sitzender aufrechter Haltung das Dynamometer freihändig zu halten. Er darf sich dabei nicht abstützen, der Ellenbogen ist um 90° gebeugt. Auf Anweisung des Untersuchers schließt der Patient so fest wie möglich seine Faust und das Ergebnis wird abgelesen. Für jede Hand erfolgt diese Messung 3 mal und der Durchschnitt wird berechnet. Das Vigorimeter misst in der Einheit kPa die Hand und Fingerkraft der Patienten. Es erfolgte die Messung mit 3 verschiedenen großen Bällen. Ball 1= kleiner Ball, Ball 2=mittelgroßer Ball und Ball 3=großer Ball. Der Patient wird wiederum gebeten, in aufrecht sitzender Position, den Arm im Ellenbogengelenk um 90° zu beugen und ohne sich abzustützen, den Ball des Vigorimeters in seiner Hohlhand zu halten. Der Untersucher hält das Messgerät des Vigorimeters in der Hand und achtet darauf, dass das Schlauchsystem ohne Spannung und gut verschlossen liegt. Der Patient wird gebeten den Ball so schnell und fest wie möglich zusammen zu drücken. Die Messung erfolgt pro Ball 3 mal und der Durchschnitt wurde notiert. Durchschnittlich wurde mit dem mittleren Ball die höchsten Werte erzielt, weshalb der Übersicht halber die Messungen des mittleren Balls für die Auswertung verwendet wurde.

2.3.5 Der Dash Score

Die deutsche Version des Dash Score konnte von 46 Patienten aus dem Gesamtkollektiv von 51 Patienten ausgewertet werden. Der DASH Score beschreibt die alltägliche Einschränkung der oberen Extremitäten zum Zeitpunkt

der Befragung. Der DASH Score bezieht sich sowohl auf die Funktion der oberen Extremität, als auch Einschränkungen der Lebensqualität aufgrund von Schmerzen, Schlafstörungen durch Schmerzen oder psychische Belastung durch die eingeschränkte Funktion [41] (siehe Anhang). Der Score errechnet sich aus 30 Fragen, die mit einem Minimum von 1 und einem Maximum von 5 Punkten anhand der physischen aber auch psychischen Einschränkung bewertet werden. 1= Keine Einschränkung, 2: Leichte Einschränkung, 3: Mäßig Einschränkung, 4: Starke Einschränkung, 5: Sehr starke Einschränkung.

Der endgültige Score wird mit folgender Formel berechnet:

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

wobei n der Anzahl der beantworteten Fragen entspricht

Er beschreibt die Einschränkung der oberen Extremität numerisch von 0-100, wobei 0 für keinerlei beziehungsweise 0% Einschränkungen steht und 100 die größte mögliche beziehungsweise 100%ige Einschränkung beschreibt (siehe Anhang). Für die Auswertung müssen mindestens 26 der Fragen beantwortet werden, dies hat jeder unserer Patienten erreicht. 32 der Patienten waren zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung berufstätig und konnten somit zusätzlich den DASH Score für Arbeit vollständig beantworten, der aus 4 Fragen besteht. 26 der Patienten sind sportlich beziehungsweise musikalisch aktiv und konnten zusätzlich den DASH Score für Sport & Musik vollständig beantworten, der aus 4 Fragen besteht. Da der DASH Score die oberen Extremitäten in ihrer Gesamtheit beurteilt, stellt sich das Problem möglicher Verfälschung der Ergebnisse, bei Patienten die an zusätzlichen Verletzungen leiden, die ebenfalls die Funktion der oberen Extremitäten beeinflusst. Aus diesem Grund wurde nicht nur der DASH Score des Nachuntersuchungskollektivs bestimmt, sondern auch der Patienten aus dem Nachuntersuchungskollektiv ohne Einschränkungen des DASH Scores. Patienten wurden demnach ausgeschlossen, wenn sie unter einer symptomatischen Armverletzung litten, wie z.B. einer schweren Rotatorenmanschettenruptur, ipsilaterale Zusatzverletzungen wie z.B. eine zusätzliche Humerusfraktur oder Lähmung des Armes. Nicht ausgeschlossen wurden sie bei den hier miterfassten Begleitverletzungen (SL Bandverletzungen,

Handknochenbrüche, etc.). Somit bleibt ein Patientenkollektiv von 35 Patienten für die restliche Auswertung und Beurteilung der Verteilung des DASH Score.

2.3.6 Der Gartland und Werley Score

Der Gartland und Werley Score bezieht sich auf gemischt subjektive und objektive Beurteilungen. Es wird der Schweregrad mit einer Punktzahl pro Kategorie bewertet. 0-3 Punkte bewerten die residuale Deformität, 0-6 Punkte für die subjektive Bewertung der Einschränkung durch die Fraktur, Schmerzen und Bewegungseinschränkung. 0-5 Punkte werden für die objektive Bewertung der Einschränkung des Bewegungsausmaß vergeben, weitere 0-5 für den Schweregrad der Arthrose und das Vorkommen von Schmerzen, so wie 1-3 Punkte falls eine Nervenverletzung oder Fingerfunktionsstörung vorliegen ([42],siehe Anhang). Die Punktzahl wird wie folgt bewertet:

0-2 Punkte: Sehr gute Funktion

3-8 Punkte: Gute Funktion

9-20 Punkte: Befriedigende Funktion

>20 Punkte: Schlechte Funktion

2.3.7 Radiologische Parameter

Es wurden folgende Gelenkwinkel mittels dem Programm Osirix digital ausgewertet. Dazu wurden immer konventionell radiologische Bilder des Handgelenkes in anterior-posterior und Linksseitenaufnahme durch dieselbe Person ausgewertet: Radiusbasiswinkel, palmarer Kippwinkel, Ulnavarianz und Radiushöhe. Die Messungen wurden wie in der Abb. 7 vorgeführt ausgewertet. Aus dem Gesamtkollektiv von 51 Patienten konnte von 49 Patienten präoperativen Röntgenbildern ausgewertet werden. Von allen 51 Patienten lagen 51 postoperative Röntgenbilder vor. Somit wurden 100% der postoperativen Röntgenbilder ausgewertet. Von Insgesamt 25 Patienten (49%) lagen Röntgenbilder zur Langezeitbeurteilung vor. Röntgenbilder wurden zur Langzeitbeurteilung eingeschlossen, sofern sie mindestens 6 Monate nach Operation angefertigt wurden.

Aus der Literatur lassen sich folgende Normwerte entnehmen:

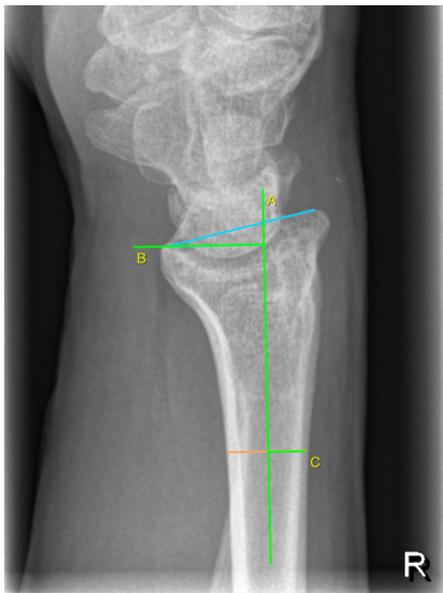
Radiushöhe: 10-13° Im Seitenvergleich oder Verlauf beurteilbar [43, 44]

Ulnavarianz: $0 \pm 2\text{mm}$ [44, 45]

Radiopalmarwinkel: (a.p.- Böhlerwinkel) 23-30° [45]

Palmare Kippwinkel: (laterale Böhlerwinkel) 10-12° [44-47]

Palmarer Kippwinkel



Radiopalmarwinkel



Ulnavarianz



Radiushöhe



Abb. 7: Darstellung des Radiopalmarwinkels, palmaren Kippwinkel, Ulnavarianz & Radiushöhe

2.3.8 Arthrose

Die Arthrose wurde anhand der Röntgenbilder zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung (mindestens 6 Monate nach Operation) mittels des Kellgran & Lawrence Score ausgewertet. Die Patienten, die bereits eine Arthrose des Handgelenks zum Zeitpunkt des Unfalls hatten, wurden ausgeschlossen. Insgesamt lagen aus dem Gesamtkollektiv von 51 Patienten von 25 (49%) Patienten Röntgenbilder zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung vor. Der Kellgran und Lawrence Score wurde durch eine Person ausgewertet.

2.3.9 Krankengymnastik

Die Patienten wurden in der Nachuntersuchung befragt wie viele Sitzungen an Krankengymnastik nach der Operation auch durchgeführt wurden und ob die Patienten die Krankengymnastik selbstständig zu Hause durchführten.

2.3.10 Zufriedenheit,

Die 46 Patienten wurden zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung gebeten ihre Zufriedenheit der Funktion des Handgelenks nach dorsaler Versorgung einer distalen Radiusfraktur mit dem deutschen Schulnotensystem zu bewerten.

Deutsche Schulnoten in Worten:

1: sehr gut	2: gut	3: befriedigend
4: ausreichend	5: ungenügend	6: schlecht

2.4 Statistik

Die statistische Auswertung erfolgte mit dem statistischen Programm SPSS Version 25 für die Messungen des Bewegungsausmaßes, der Kraftmessungen, des DASH und Gartland und Werley Scores. Es zeigte sich grösstenteils eine gleichmäßige Verteilung der Frakturseiten und Begleitverletzungen in den Gruppenvergleichen sodass ein geringe Zufallsfehler anzunehmen ist.

Bewegungsausmaß und Kraftmessungen:

Es erfolgte die Darstellung des Bewegungsumfanges und der Kraftmessungen in 3 Altersgruppen. Die Altersgruppen zeigten eine zu niedrige Gruppengröße für eine statistische Bewertung und konnten demnach nicht in die statistische Bewertung mit einbezogen werden. Alle anderen Vergleichsgruppen wurden nach dem Shapiro Wilk Test auf eine Normalverteilung überprüft. Lag die Signifikanz im Shapiro Wilk Test bei 0,05 oder höher wurde die Hypothese einer normalverteilten Gruppe angenommen und mit dem T-Test fortgefahren. Für folgende Gruppen wurde bei Normalverteilung der gepaarte T-Test verwendet: Messungen der Frakturseite vs. Messungen der gesunden Seite für alle Bewegungsumfänge und alle durchgeführten Kraftmessungen. Der ungepaarte T-Test erfolgte bei Normalverteilung in folgenden Gruppen für alle Bewegungsumfänge und alle durchgeführten Kraftmessungen: Männliches Geschlecht vs. weibliches Geschlecht, Patienten mit C3 Frakturen vs. Patienten ohne C3 Frakturen, Patienten mit SL-Bandverletzung vs. Patienten ohne SL-Bandverletzung. Die Varianzhomogenität wurde im Levene Test mit einem Konfidenzintervall von 95% überprüft. Lag im Levene Test die Signifikanz unter 0,05 wurde angenommen, dass die Varianzen nicht gleich sind und es wurde die Signifikanz unter Anpassung der Freiheitsgrade mit der Welch-Satterthwaite Methode berechnet. Für nicht normalverteilte Gruppen erfolgte der Mann Whitney U Test.

Nicht normalverteilte Gruppen im Shapiro Wilk Test:

- Frakturseite vs. Gesunden Seite: Ulnarabduktion, Pronation und Supination
- Patienten mit C3 Fraktur vs. ohne C3 Fraktur: Dorsalextension

Ungleiche Varianzen im Levene Test und Anpassung mit Welch-Satterthwaite:

- Frauen vs. Männer in der Griffkraftmessung (Dynamometer Jamar)

DASH und Gartland und Werley Score:

Da der DASH Score und der Gartland und Werley Score keiner Normalverteilung entspricht erfolgte der Mann Whitney U Test. Bei seiner sehr geringen Verteilung ist jedoch anzunehmen, dass sich Signifikanzen nicht berechnen lassen werden.

3 ERGEBNISSE

3.1 Anteil der zur Auswertung verfügbarer Krankheitsverläufe

Aus dem Gesamtkollektiv von 51 Patienten konnten 45 Patienten persönlich nachuntersucht und befragt werden. 1 Patient konnte nur telefonisch befragt werden. Somit wurden 90% des Gesamtkollektivs nachuntersucht. 5 Patienten konnten nicht nachuntersucht werden. Von den fehlenden 5 Patient war 1 Patient bereits verstorben, 2 Patienten waren nicht auffindbar und 2 Patienten ohne Anschlussadresse ins Ausland gezogen. Für die postoperative radiologische Winkelbestimmung im Handgelenk konnten alle 51 Patienten des Gesamtkollektivs ausgewertet werden.

Der durchschnittliche Zeitraum nach Operation bis zur Untersuchung und Befragung der 46 Patienten beträgt $4,5 \pm 2,3$ Jahre mit einer Range von 1,4 – 9,2 Jahren (Tab. 2).

3.2 Beschreibung des Nachuntersuchungskollektivs

3.2.1 Geschlechtsverteilung

Das Nachuntersuchungskollektiv von 46 Patienten besteht aus 33 (72%) Männern und 13 (28%) Frauen (Tab. 3).

3.2.2 Altersverteilung

Das Alter der Patienten (n=46) wurde zum Zeitpunkt des Unfalls berechnet.

Das Nachuntersuchungskollektiv besteht aus 34 Patienten im Alter von 30 bis 65 Jahren und jeweils 6 Patienten über und unter 65 Jahren. Somit ist der größte Anteil an Patienten mit 73 % zwischen 30-65 Jahren alt. Im Durchschnitt waren die Patienten des Nachuntersuchungskollektivs 50 Jahre alt. Die weiblichen Patienten waren im Durchschnitt mit 52 Jahren etwas älter als die männlichen Patienten mit durchschnittlich 50 ± 16 Jahren.

Es zeigt sich sowohl bei Frauen als auch Männern das größte Patientenkollektiv in der Altersgruppe zwischen 30 und 65 Jahren. 54% der Frauen waren zum Unfallzeitpunkt zwischen 30 und 65 Jahre alt, während nur 23% über 65 Jahre und 23% unter 30 Jahre alt waren. 82% der Männer verunfallten im Alter

zwischen 30 und 65 Jahren. Nur 9% verunfallten im Alter von über 65 Jahren und 9% im Alter von unter 30 Jahren.

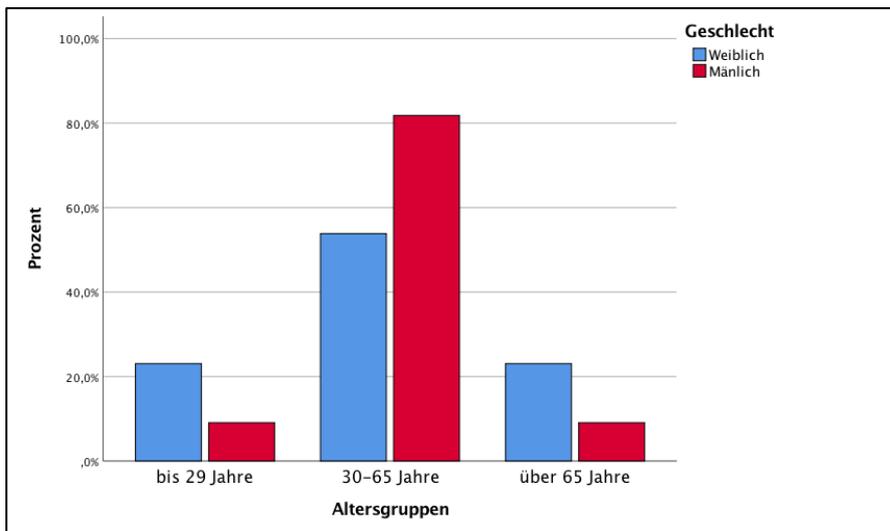


Abb.8: Geschlechtsverteilung innerhalb der Altersgruppen n=46 Patienten

3.2.3 Händigkeit & Frakturseite

Das Nachuntersuchungskollektiv unterteilt sich in 2 Linkshändern (4%) und 44 (96%) Rechtshändern von insgesamt 46 Patienten. Die Frakturseite ist immer noch relativ gleichmäßig verteilt mit 21 (46%) Patienten die sich eine linksseitige und 25 (54%) Patienten eine rechtsseitige Fraktur zuzogen. Es zeigt sich, dass 52% der Rechtshänder sich eine distale Radiusfraktur rechts und 48% eine distale Radiusfraktur links zuzogen. Während alle Linkshänder (100%) sich eine distale Radiusfraktur rechts zuzogen.

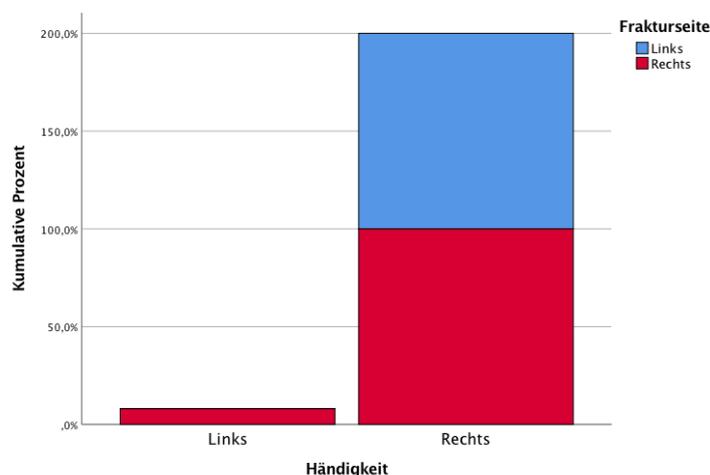


Abb. 9: Verteilung der Frakturseite und Händigkeit im Nachuntersuchungskollektiv

3.2.4 Häufigkeit der Unfallart und Unfallhergang

Von dem gesamten Patientenkollektiv ereigneten sich 38 (75%) der distalen Radiusfrakturen aufgrund eines Sturzes und 13 (25%) im Rahmen eines Traumas.

Mit 39% ereignete sich mit 18 Patienten der Unfall am häufigsten im beruflichen Umfeld. Am zweithäufigsten folgten Unfälle in der Freizeit mit 26%, bei 12 Patienten und 17% im Verkehr bei 8 Patienten. Am seltensten ereignete sich der Unfall im Haushalt und beim Sport mit jeweils 9% bei 4 Patienten.

3.2.5 Geschlechts- und Altersverteilung innerhalb der Unfallarten

Von den 46 nachuntersuchten und befragten Patienten zeigt sich folgende Geschlechts- und Altersverteilung. Zu beachten ist, dass sich im männlichen Kollektiv der Unfall mit 50% am häufigsten im Beruf und mit 6% am seltensten im Haushalt ereignete. Im weiblichen Kollektiv zeigte sich stattdessen der Unfall am häufigsten während der Freizeit mit 54% und am seltensten beim Sport mit 8%. Es zeigt sich, dass Patienten zwischen 30 und 65 Jahren am häufigsten während der Arbeitszeit verunfallen, während die Patienten unter 30 oder über 65 Jahren am häufigsten in der Freizeit verunfallen.

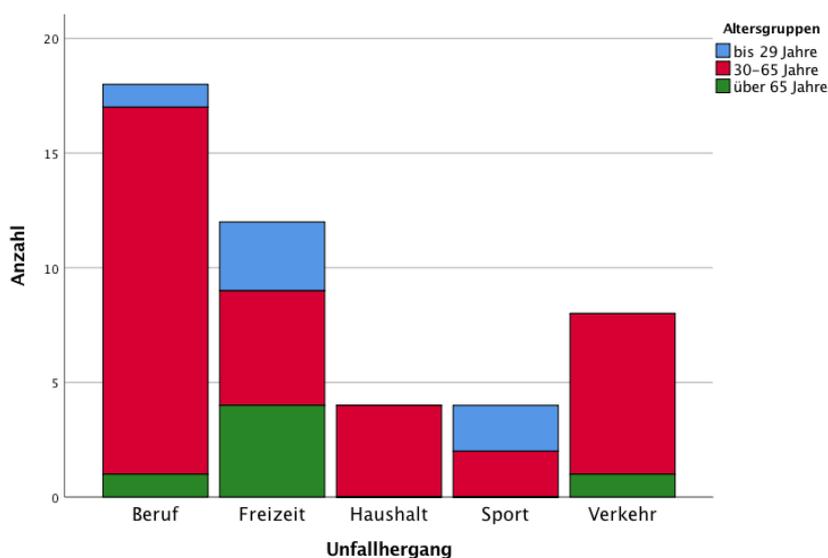


Abb. 10: Altersverteilung in Bezug auf den Unfallhergang im Nachuntersuchungskollektiv

3.2.6 Vorschäden

Es zeigten sich bei 9% (4 Patienten) der Patienten des Nachuntersuchungskollektiv eine relevante Vorschädigung des Frakturseitigen Handgelenks (Tab.4). Bei 4% (2 Patienten) zeigte sich eine relevante Vorschädigung der Gegenseite (Tab. 5).

Tab. 2 Häufigkeit und Verteilung von Vorschäden am frakturseitigen Handgelenk und Hand.

	Häufigkeit	Prozent
Fraktur	1	2%
Arthrose	3	7%
Keine Vorschäden	42	91%
Gesamt	46	100%

Tab. 3 Häufigkeit und Verteilung von Vorschäden am gegenseitigen Handgelenk und Hand

	Häufigkeit	Prozent
Gegenseite gesund	44	96%
Gegenseite krank	2	4%
Gesamt	46	100%

3.2.7 Einschränkungen des DASH Score

Es zeigten sich zum Nachuntersuchungszeitraum bei 24% der Patienten eine relevante Einschränkung des DASH Scores (Tab. 6)

Tab. 4: Häufigkeit und Verteilung von Einschränkungen des Dash Scores

	Häufigkeit	Prozent
Einschränkung des DASH Scores	11	23,9%
Ohne Einschränkung des DASH Scores	35	76,1%
Gesamt	46	100%

3.2.8 Verteilung der Frakturtypen nach der AO-Klassifikation

Von den 46 nachuntersuchten Patienten erlitten 52% der Patienten eine C3 Fraktur, 11% eine C2 und 13% eine C1 Fraktur. Insgesamt werden bei 76% der Patienten eine C Fraktur beschrieben, während bei nur 22% eine B Fraktur

klassifiziert wurde (s. Tab. 7). Mit 2% war die A3 Fraktur am seltensten und ein Ausnahmefall der dorsalen Plattenosteosynthese aufgrund einer Scaphoidfraktur mit einer intraartikulären distalen Ulnafraktur.

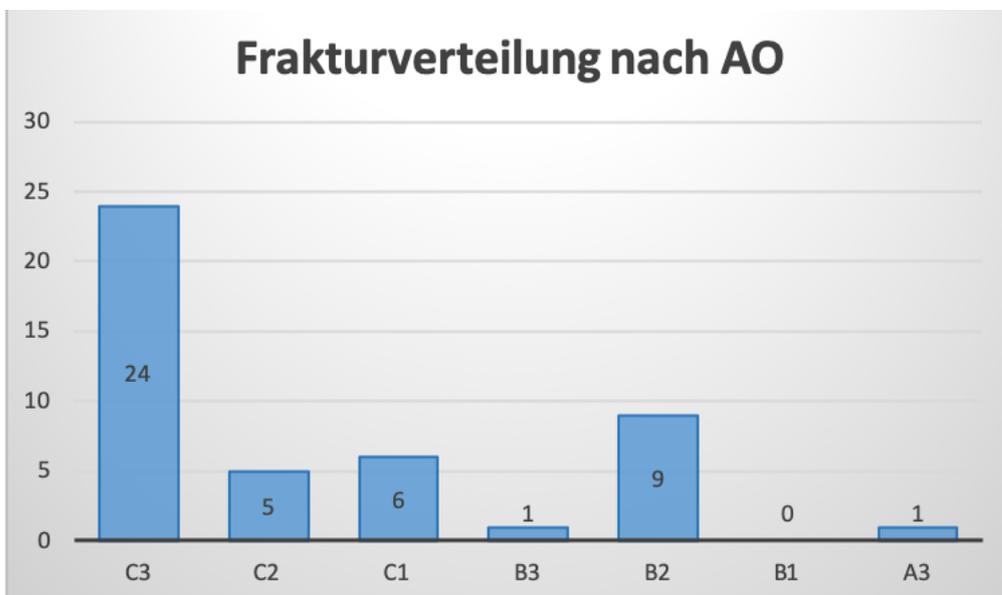


Abb. 11: Verteilung der Frakturtypen nach AO Klassifikation des Nachuntersuchungskollektivs

Tab. 5: Frakturverteilung und Häufigkeit der distalen Radiusfraktur nach der AO Klassifikation des Nachuntersuchungskollektivs

Frakturtyp	Häufigkeit	Prozent
A3	1	2%
B2 & B3	10	22%
C1, C2, C3	35	76%
Gesamt	46	100,0%

3.3 Zeitraum bis zur Operation

Im Durchschnitt wurde das Patientenkollektiv $6,2 \pm 6$ Tage mit einer Range von 0-25 Tagen nach dem Unfalltag operiert (Tab. 8).

Tab. 6: Durchschnittlicher Zeitraum vom Unfalltag bis zum Operationstag

	Zeitraum bis Operation/ Tagen
Mittelwert	$6,2 \pm 5,5$ (0,0-25,0)
Median	5,0

3.4 Verwendetes Osteosynthesematerial

3.4.1 Platten

Im Gesamtkollektiv von 51 Patienten erwies sich die Rahmenplatte mit 71 % (36 Patienten) als die häufigste verwendete Platte. Als zweithäufigste wurden 18% (9 Patienten) der Patienten mit einer H-Platte versorgt. Nur 8% (4 Patienten) des Patientenkollektivs erhielt Kleinfragmentplatten. 2 Patienten (4%) erhielten eine lange Rahmenplatte und L-Platte von dorsal (Tab. 9). Zu beachten ist, dass 2 der Patienten und somit 4% des Gesamtkollektivs zusätzlich mit einer palmaren Platte versorgt wurden und nicht aus der Studie ausgeschlossen wurden (Tab. 10). Bei einem Patienten wurde die palmare und dorsale Platte gleichzeitig eingesetzt, bei dem zweiten Patienten erfolgte die Versorgung mit dorsaler Platte nach der Versorgung mit einer palmaren Platte. 8% (4 Patienten) erhielten eine zusätzliche radialseitige Platte, welche jedoch immer im gleichen Eingriff von dorsal eingesetzt wurde.

Tab. 7: Häufigkeit der verwendeten Platten zur dorsalen osteosynthetischen Versorgung der distalen Radiusfraktur

Verwendete Platten	Häufigkeit	Prozent
Rahmenplatten	36	71 %
H-Platte	9	18%
Kleinfragmentplatten	4	8%
Lange Rahmenplatte plus L-Platte	2	4%
Gesamt	51	100%

Tab. 8: Zusätzlich nicht dorsal gelegene Platten zur Versorgung der distalen Radiusfraktur

Zusätzliche Platten	Häufigkeit	Prozent
Volare Platte	2	4%
Radialseitige Platte	4	78%

3.4.2 Zusätzliches Osteosynthesematerial

59% (30 Patienten) aller Patienten benötigten zusätzliches Osteosynthesematerial, während 41% (21 Patienten) ausschließlich mit einer

dorsalen Platte beziehungsweise Plattenkombination versorgt wurden (s. Tab. 11). Das am häufigsten zusätzlich verwendete Osteosynthesematerial ist mit insgesamt 31% der Kirschnerdraht. Am häufigsten zeigte sich die Versorgung mit 2 Kirschnerdrähten zur Versorgung einer SL-Bandverletzung bei 14 Patienten (28%), während die Versorgung mit nur einem Kirschnerdraht bei 2 Patienten (4%) recht selten erfolgte. Bei einem dieser Patienten wurde der Draht zur Fragmentfixation des Radius, bei dem anderen zur Versorgung einer distalen Ulnafraktur, verwendet. Mit 14 Patienten (28%) wurden ähnlich häufig zusätzliche Zugschrauben zur Fragmentfixierung benötigt, die nicht mit der Platte ausreichend fixiert werden konnten. In dieser Kategorie war die Versorgung mit nur 1 Schraube mit 18% (9 Patienten) am häufigsten. Eine zusätzliche Versorgung mit einem Fixateur externe erfolgte bei 4 Patienten (8%). Der Fixateur externe wurde bei einem Patienten mit Polytrauma als primäre Versorgung 12 Tage bis zur definitiven Plattenosteosynthese verwendet. Bei 2 Patienten erfolgte eine Ruhigstellung im Fixateur externe für 8 Wochen aufgrund einer Luxationsfraktur mit zusätzlicher radioulnarer Transfixation (4%) und bei dem anderen aufgrund sehr kleinen Radiusfragmenten, um ein Durchschneiden der Schrauben bzw. Kippen der Fragmente zu vermeiden. Ein Patient erhielt zusätzlich eine Scaphoidschraube aufgrund einer Scaphoidfraktur.

Tab. 9: Verteilung und Häufigkeit des zusätzlich verwendeten Osteosynthesematerial

Zusätzliches Osteosynthesematerial	Häufigkeit	Prozent	Grund
1, 2 & 4 Schrauben	14	27%	Zusätzliche Fragmentfixation
1 Kirschner Draht	2	4%	Fragmentfixation & distale Ulnafraktur
2 Kirschner Drähte	14	28%	SL-Bandruptur
Fixateur Externa	4	8%	Luxationsfraktur, Polytrauma, sehr kleine Radiusfragmente
Radioulnare Transfixation	2	4%	Luxationsfraktur
Scaphoidschraube	1	2%	Scaphoidfraktur

3.5 Revision & Implantatentfernung

3.5.1 Revisionen

Eine operative Revision war bei keinem Patienten erforderlich (46/46). Bei den nicht nachuntersuchten Patienten (n = 5), wurde am Universitätsklinikum Würzburg kein Implantatwechsel durchgeführt.

3.5.2 Implantatentfernung

Es wurde jedem Patienten eine Implantatentfernung nach 6 Monaten empfohlen, dennoch entschieden sich von den 46 nachkontrollierten Patienten nur 34 (74%) für eine Implantatentfernung (Tab. 12). 12 (26%) Patienten entschieden sich bei fehlender Einschränkung gegen eine Implantatentfernung. Der durchschnittliche Zeitraum zwischen operativer Plattenosteosynthese mit dorsaler Platte bis zum Zeitpunkt der Implantatentfernung betrug 8 ± 4 Monate (Tab. 13).

Aus der Gruppe der Patienten ohne Implantatentfernung betrug der Durchschnittliche Zeitraum zwischen der operativen Einbringung der Platte und dem Zeitpunkt der Nachuntersuchung $5,4 \pm 2,0$ Jahre mit einer Range von 1,5-7,4 Jahren und Median von 6,1 Jahren.

Tab. 10: Häufigkeit der Implantatentfernung im Nachuntersuchungskollektiv

	Häufigkeit	Prozent
Implantatentfernung	34	74%
Keine Implantatentfernung	12	26%
Gesamt	46	100%

Tab. 11. Zeitraum zwischen Operation und Implantatentfernung im Nachuntersuchungskollektiv

Zeitraum	Mittelwert	Median	Standardabweichung
OP-ME/Monaten	8,0	7,0	4,3

*ME = Metallentfernung

3.6 Begleitverletzungen

Die häufigste Begleitverletzung des Nachuntersuchungskollektivs von 46 Patienten vertreten die Abrissfraktur des PSU und die SL-Bandverletzung mit jeweils 30%(14 Patienten). 15% (7 Patienten) erlitten eine zusätzliche Verletzung des frakturseitigen Arms, 13,0% (6 Patienten) eine zusätzliche Fraktur der frakturseitigen Handwurzelknochen. 13% (6 Patienten) erlitten ein Polytrauma. 2% (1 Patient) eine zusätzliche frakturseitige Ulnafraktur (Tab. 14).

52,2% (24 Patienten) der Patienten weisen eine der folgenden relevanten Begleitverletzungen auf (s. Tab. 15):

- SL-Bandverletzung
- frakturseitige Handwurzelknochenfraktur
- Ulnafraktur (ohne PSU Abrissfraktur)
- schwere Verletzung des gleichseitigen Armes (Armparese etc.)

Die Abrissfraktur des PSU und das Polytrauma wird hier demnach nicht als relevante Begleitverletzung kategorisiert, da wir annehmen, dass diese beiden Begleitverletzungen eine nicht relevante Auswirkung auf die Ergebnisse hat. Demnach haben 48% der Patienten keine relevante Begleitverletzungen.

Tab. 12: Verteilung der Begleitverletzungen im Nachuntersuchungskollektiv

Kollektiv	Häufigkeit	Prozent
PSU	14	30%
SL Bandverletzung	14	30%
Polytrauma	6	13%
Ulnafraktur	1	2%
Fraktur der gleichseitigen Handwurzelknochen (Scaphoid, Capitatum)	6	13%
Verletzung gleichseitiger Arm	7	15%

Tab. 13: Anteil der Patienten mit relevanter Begleitverletzungen im Nachuntersuchungskollektiv

	Häufigkeit	Prozent
Patienten mit Begleitverletzungen	24	52%
Patienten ohne Begleitverletzungen	22	48%
Gesamt	46	100%

3.7 Postoperative Komplikationen

Keiner der befragten Patienten zeigte eine in den Tabellen 16 und 17 aufgeführten Komplikationen (n:46).

Tab. 14: Häufigkeit & Verteilung postoperativer Komplikationen im Nachuntersuchungskollektiv

	Häufigkeit	Prozent
Nervenschädigung	0	0%
Sehnenschädigungen	0	0%
Wundheilungsstörung	0	0%
Infektionen	0	0%

Tab. 15: Handspanne der Frakturseite & Differenz zur Gegenseite(Nachuntersuchungskollektiv)

Kollektiv	Handspanne der Frakturseite in cm	Handspanndifferenz in cm
Mittelwert	20,7±1,4	0±1
Median	20,5	0

3.8 Krankengymnastik

Im Durchschnitt erhielten die nachuntersuchten Patienten 15 Sitzungen zur krankengymnastischen Beübung des Handgelenks. Nur 1 Patient (2,2%) führte die krankengymnastische Beübung zu Hause fort.

3.9 Langzeitoutcome und subjektive Beurteilung

Von den 46 Patienten des Nachuntersuchungskollektivs gaben 17% der Patienten zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung (Mittelwert: 4,5 Jahre nach Operation) einen seltenen Ruheschmerz an (Höchstens 1x alle 2 Wochen). Keiner der Patienten beklagte einen häufigen oder kontinuierlichen Ruheschmerz (öfters als 1x alle 2 Wochen). Meistens berichten Patienten mit seltenen Ruheschmerzen von Monaten Schmerzfreiheit mit Schüben der Verschlechterung durch Wetterveränderungen oder berufliche Belastung. Bei einem Patienten zeigte sich ein Druckschmerz über dem distalen Radius. 15% der Patienten verspüren einen leichten Belastungsschmerz bei mittelstarker bis

starker manueller Belastung (Liegestütze, eine sehr schwere Tür abrupt aufstoßen beziehungsweise abfangen und stoppen). Kein Patient beklagt einen Belastungsschmerz bei leichter Belastung. Es zeigte sich bei keinem Patienten eine Deformität, Schwellung, Durchblutungsstörung oder Narbenschmerzen (Tab. 18). Das nachuntersuchte Patientenkollektiv ohne Begleitverletzung des Handgelenks besteht aus 28 Patienten, bei denen 14% der Patienten selten einen Ruheschmerz verspüren und 14% einen leichten Belastungsschmerz bei mittelstarker bis starker manueller Belastung angeben.

Tab. 16: Verteilung im Nachuntersuchungskollektiv von Langzeitkomplikationen zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung (Mittelwert: 4,5 Jahre nach Operation)

Kollektiv	Nachuntersuchungskollektiv		Ohne Begleitverletzung des Handgelenks	
	Häufigkeit	Prozent	Häufigkeit	Prozent
Druckschmerz	1	2%	0	0%
Ruheschmerz insgesamt	8	17%	4	14%
Ruheschmerz selten	8	17%	4	14%
Ruheschmerz häufig	0	0%	0	0%
Ruheschmerz dauerhaft	0	0%	0	0%
Leichter Belastungsschmerz bei mittelstarker bis starker Belastung	7	15%	4	14%
Deformation	0	0%	0	0%
Schwellung	0	0%	0	0%
Durchblutungsstörung	0	0%	0	0%
Narbenschmerzen	0	0%	0	0%

3.10 Arthrose des frakturseitigen Handgelenks

3.10.1 Arthrose im Nachuntersuchungskollektiv

Von insgesamt 25 ausgewerteten Patienten konnte bei 4 Patienten (16%) eine neu aufgetretene Arthrose im Handgelenk nachgewiesen werden. Siehe Tabelle 19. Bei 2 Patienten (8%) wurde eine Arthrose mit dem Kellgran & Lawrence Score von 1 und bei 2 weiteren Patienten (8%) mit dem Score von 3 nachgewiesen.

Tab. 17: Häufigkeit und Schweregrad von neu aufgetretener Arthrose im Nachuntersuchungskollektiv

Arthrose nach Kellgran & Lawrence Score	Häufigkeit	Prozent
0 (keine Arthrose)	21	84%
1	2	8%
2	0	0%
3	2	8%
4	0	0%

3.10.2 Häufigkeit von Arthrose im Nachuntersuchungskollektiv im Vergleich zum Geschlecht

Alle Patienten mit einer radiologisch nachgewiesenen neu aufgetretenen Arthrose in der Nachuntersuchung sind männlich.

3.10.3 Häufigkeit von Arthrose im Nachuntersuchungskollektiv im Vergleich zum Alter

Die radiologisch ermittelte neu aufgetretene Arthrose der ausgewerteten Patienten (n=25) trat mit 12% (3 Patienten) am häufigsten in der Altersgruppe zwischen 30 und 65 Jahren auf. Siehe Tabelle 20. Bei einem Patienten in der Altersgruppe über 65 Jahre. Kein Patient war unter 30 Jahre alt.

Tab. 18: Altersverteilung des Auftretens von Arthrose im Nachuntersuchungskollektiv

Patientenkollektiv	Häufigkeit	Prozent
<30 Jahre mit Arthrose	0	0%
30-65 Jahre mit Arthrose	3	12%
>65 Jahre mit Arthrose	1	4%

3.10.4 Häufigkeit von Arthrose im Nachuntersuchungskollektiv (n=25) im Vergleich zu Patienten mit C3 Fraktur und ohne C3 Fraktur

Alle Patienten mit einer neu aufgetretenen Arthrose, erlitten eine C3 Fraktur des distalen Radius. 3 Patienten wurden mit einer C3.2 Fraktur und 1 Patient mit einer C3.1 Fraktur diagnostiziert. Bei einfachen Frakturformen (also ohne C3 Fraktur) trat keine Arthrose auf.

3.10.5 Häufigkeit von Arthrose im Nachuntersuchungskollektiv im Vergleich zu Patienten mit und ohne SL-Bandverletzung

Es zeigte sich, dass von den 4 Patienten mit einer neu aufgetretenen Arthrose im frakturseitigen Handgelenk 3 Patienten keine SL-Bandverletzung erlitten. Nur 1 Patient erlitt zusätzlich eine SL-Bandverletzung.

3.11 Bewegungsumfänge des frakturseitigen Handgelenks

Von 45 Patienten aus dem Gesamtkollektiv von 51 Patienten konnten folgende Bewegungsumfänge beider Handgelenke gemessen werden. Normwerte in Klammern [42].

- Dorsalextension < 45°
- Radialabduktion < 15°
- Supination < 50°
- Palmarflexion < 30°
- Ulnarabduktion < 15°
- Pronation < 50°

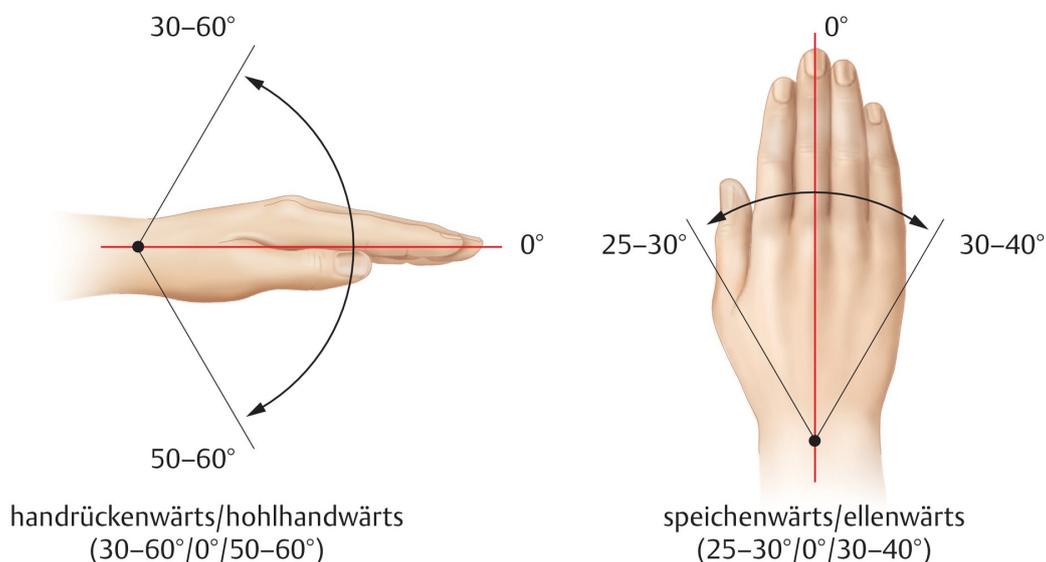


Abb. 12: Bewegungsumfänge des Handgelenks [48] Copyright Thieme Verlag

3.11.1 Bewegungsumfänge des Nachuntersuchungskollektivs

Es konnte kein signifikanter Bewegungsunterschied zwischen der Frakturseite und Gegenseite in der Dorsalextension, Radialabduktion, Ulnarabduktion, Supination und Pronation nachgewiesen werden. Die Palmarflexion zeigte einen signifikanten Unterschied zur Gegenseite, wobei jedoch mit durchschnittlich $64 \pm 12^\circ$ passiv der Frakturseite ein Bewegungsumfang von 93% der Gegenseite ($69 \pm 11^\circ$ passiv) erreicht wurde.

Das gesamte Nachuntersuchungskollektiv zeigte im Durchschnitt keine Bewegungseinschränkung in allen gemessenen Bewegungsumfängen. Die genauen Werte können der Abbildung Nr. 13 entnommen werden.

Anhand der oben beschriebenen Richtwerte konnte im Nachuntersuchungskollektiv insgesamt 5 Patienten (11,1%) mit einer Bewegungseinschränkung erfasst werden. 1 Patient erreichte keine Dorsalextension von 45° , 1 Patient erreichte keine Palmarflexion von 30° .

2 Patienten erreichten in ihrer Supination keine 50° und 1 Patient war in der Supination, Radialabduktion und Ulnarabduktion eingeschränkt. Zum genaueren Verständnis der Verteilung der Patienten mit Bewegungseinschränkung siehe Tabelle 21.

Tab. 19: Beschreibung der Bewegungseinschränkungen des Nachuntersuchungskollektivs

Bewegungseinschränkung	Häufigkeit		Prozent	
Dorsalextension < 45°	1	5	2%	11%
Palmarflexion < 30°	1		2%	
Supination < 50°	2		4%	
Supination < 50° + Radialabduktion < 15° + Ulnarabduktion < 15°	1		2%	
Patienten ohne Bewegungseinschränkung	40		89%	
Gesamt	45		100%	

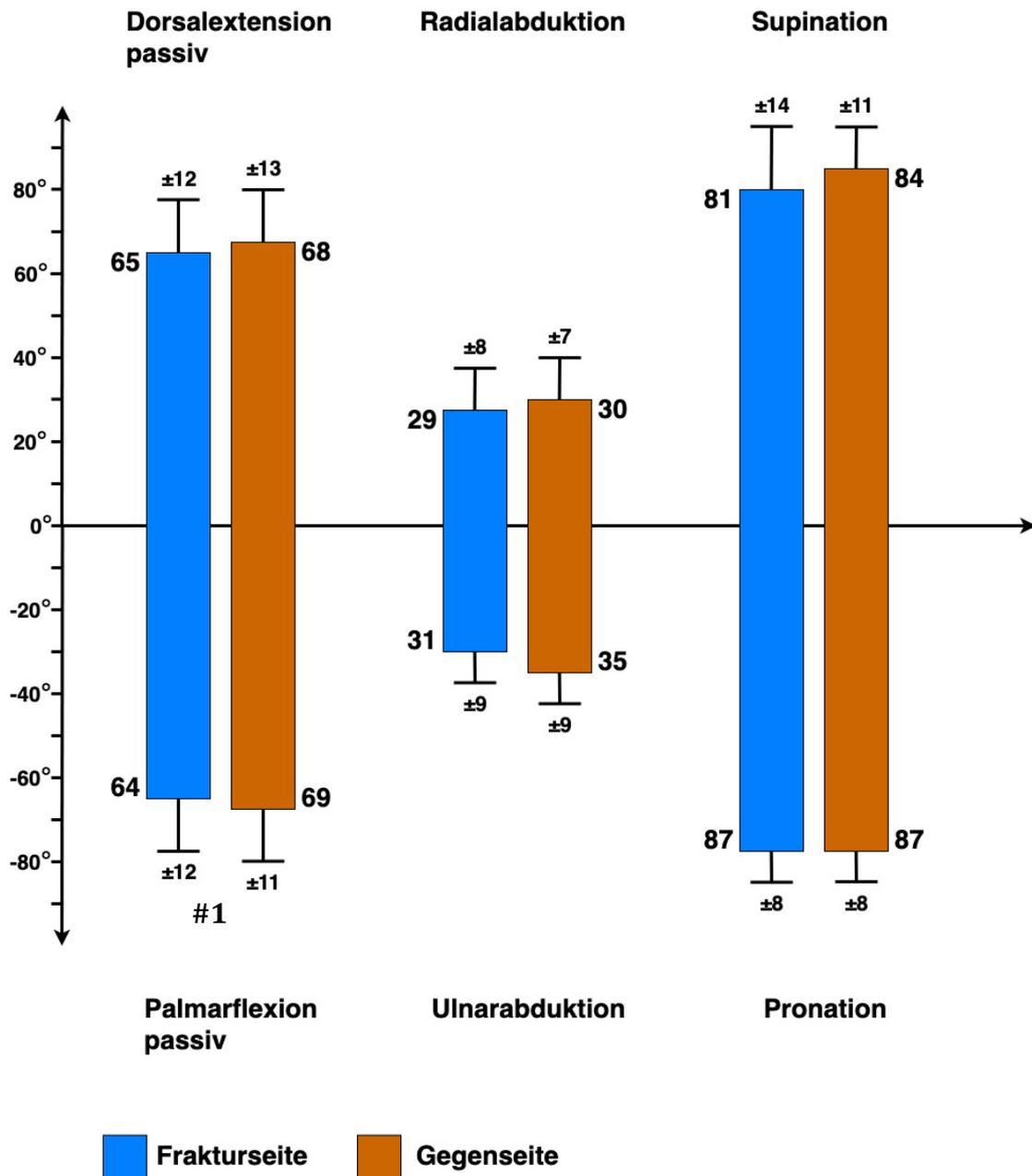


Abb. 13: Bewegungsumfang des Nachuntersuchungskollektiv der Frakturseite im Vergleich zur Gegenseite (Balken=Mittelwert)

#1: Sign. Unterschied im Mann Whitney U Test: 2 seit.p: 0,007 Gruppengröße(n): 45/45

3.11.2 Fingerhohlhandabstand und Fingertischkantenabstand

Bei einem männlichen Patienten (2% des Nachuntersuchungskollektivs) ließ sich ein 2cm Abstand vom Finger zur Tischkante des Kleinfingers bei der Handstreckung messen. Dieser war vor dem Unfall bekannt. Alle anderen Patienten hatten keine Einschränkung.

3.11.3 Bewegungsumfänge im Vergleich zum Geschlecht

Durchschnittlich zeigt das weibliche Geschlecht größere Bewegungsumfänge in der Dorsalextension, Palmarflexion, Radialabduktion, Ulnarabduktion und Supination, während die Pronation bei Männern und Frauen gleich war. Es zeigte sich ein signifikanter Unterschied in der Ulnarabduktion.

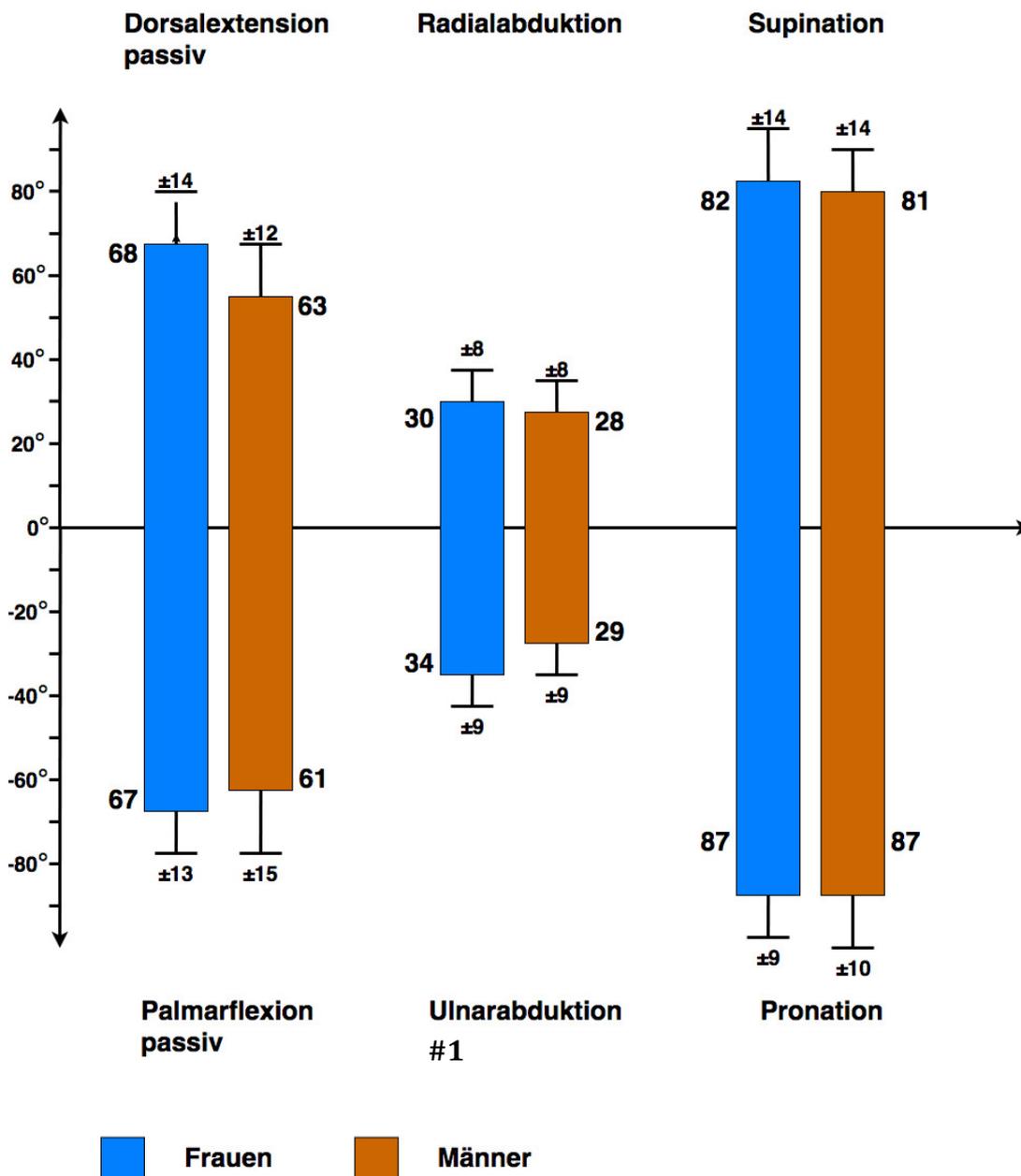


Abb. 14: Bewegungsumfang im Geschlechtsvergleich (Balken = Mittelwert)

#1: Sign. Unterschied im ungepaarten T-Test: 2 seit.p: 0,01 Gruppengröße(n): 13/32
Konfidenzintervall: 1,8 - 12,6

3.11.4 Bewegungsumfänge des Nachuntersuchungskollektivs Im Vergleich zur Altersgruppe

Das Patientenkollektiv unter 30 Jahren zeigt die höchste Beweglichkeit bei der Dorsalextension, Palmarflexion, Ulnarabduktion, Supination und Pronation. Das größte Bewegungsausmaß bei der aktiven Dorsalextension und Radialabduktion zeigt allerdings die Altersgruppe über 65 Jahren.

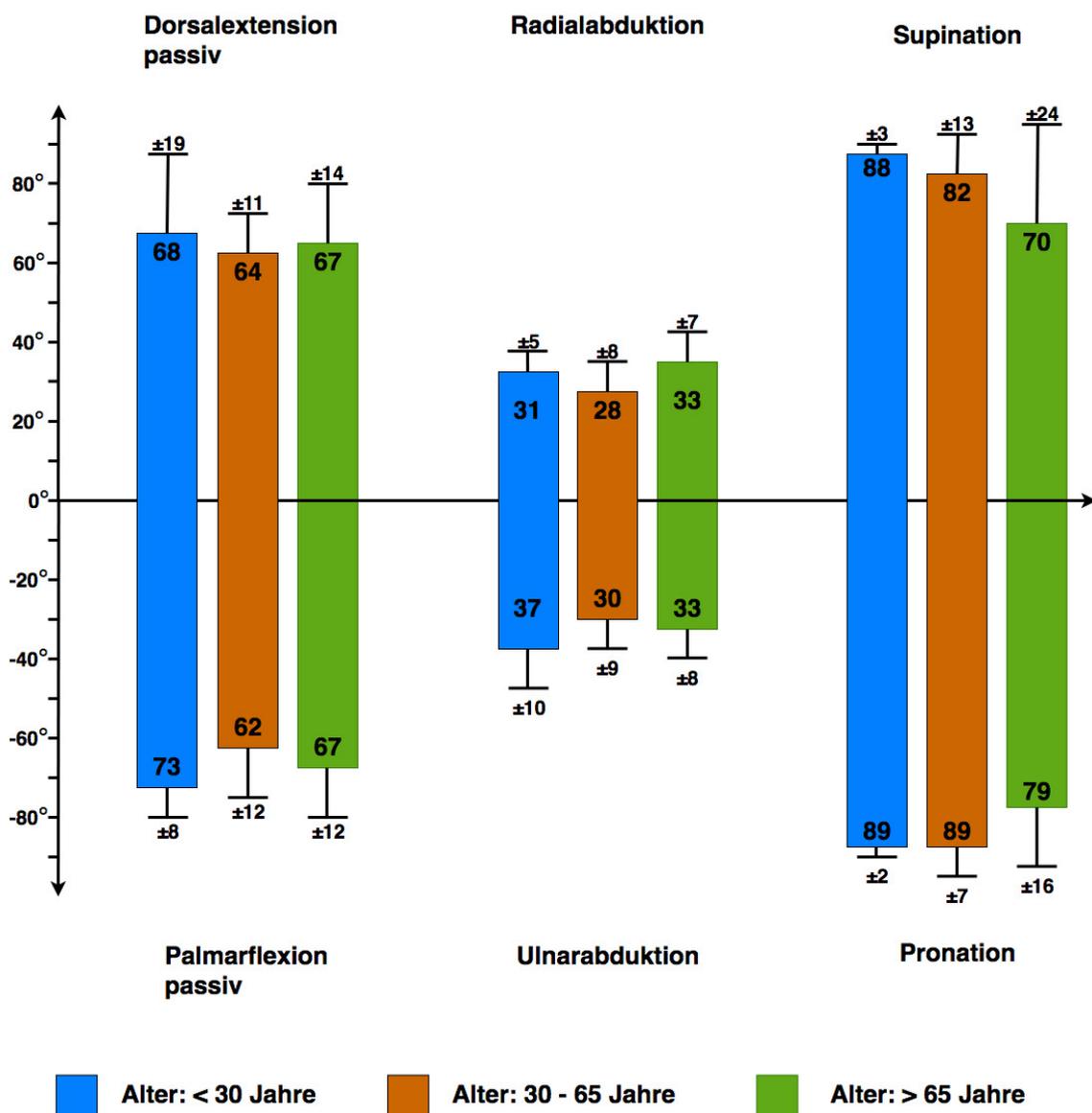


Abb. 15: Bewegungsumfang im Altersvergleich (Balken = Mittelwert)

3.11.5 Bewegungsumfänge des Nachuntersuchungskollektivs im Vergleich von Patienten mit C3 Fraktur und ohne C3 Fraktur

Das Patientenkollektiv ohne C3 Fraktur zeigt eine deutlich bessere Beweglichkeit des Handgelenks, als das Patientenkollektiv mit C3 Fraktur in allen untersuchten Bewegungsumfängen. Die Dorsalextension zeigte mit einem 2 seitigen P-Wert von 0,002 eine deutlich signifikante Bewegungseinschränkung. Während die Palmarflexion, Radialabduktion, Pronation und Supination keine signifikante Bewegungseinschränkung zeigte.

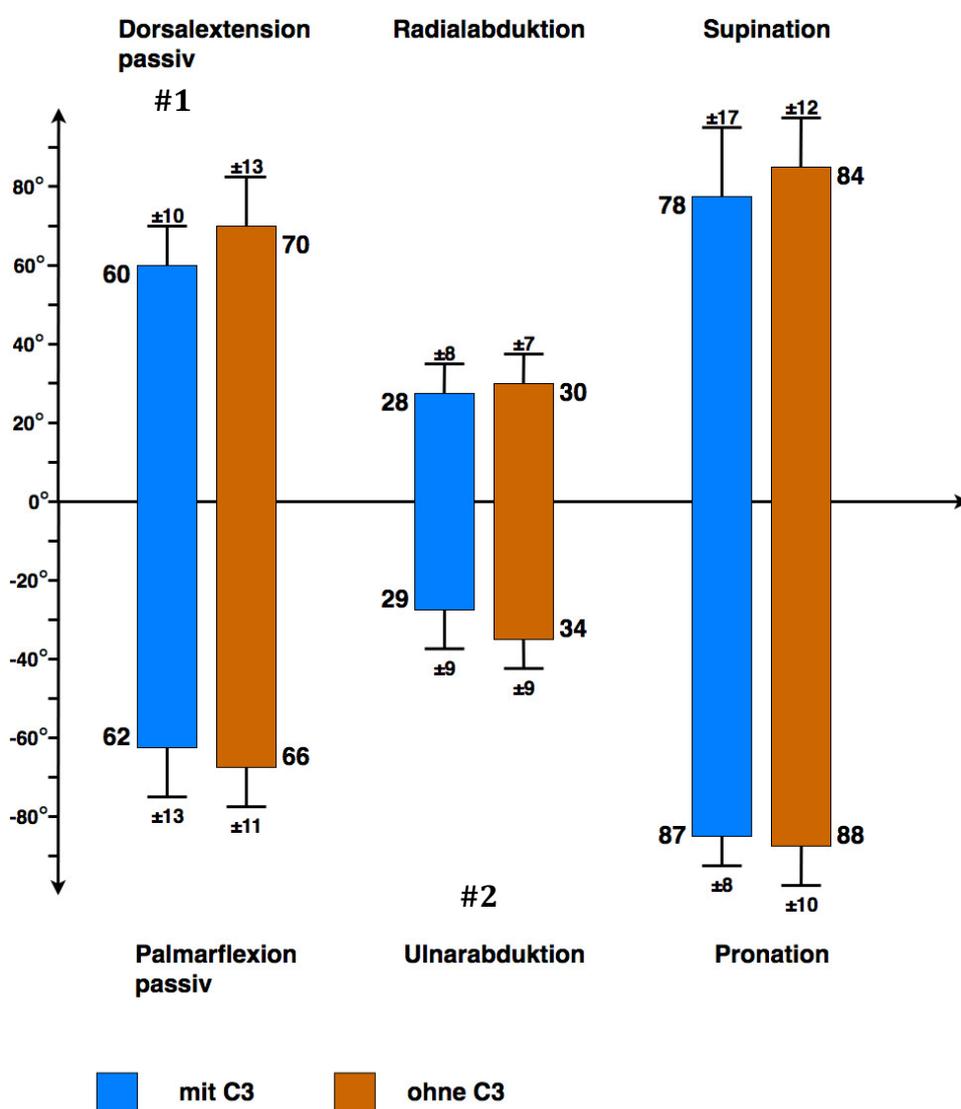


Abb. 16: Bewegungsumfang von Patienten mit und ohne C3 Fraktur (Balken = Mittelwert)

#1: Sign. Unterschied im Mann Whitney U Test: 2 seit. p: 0,002 Gruppengröße(n): 23/22

3.11.6 Bewegungsumfänge des Nachuntersuchungskollektivs im Vergleich von Patienten mit SL-Bandverletzung und ohne SL-Bandverletzung

In der Patientengruppe ohne SL-Bandverletzung zeigt sich eine durchschnittlich höhere Beweglichkeit in der Pronation, Supination, Ulnarabduktion und Palmarflexion. Allerdings liegt die durchschnittliche Beweglichkeit der Dorsalextension und Radialabduktion der Patienten mit SL-Bandverletzung höher. Keine der gemessenen Bewegungsumfänge zeigte einen signifikanten Unterschied zwischen Patienten mit und ohne SL Bandverletzung.

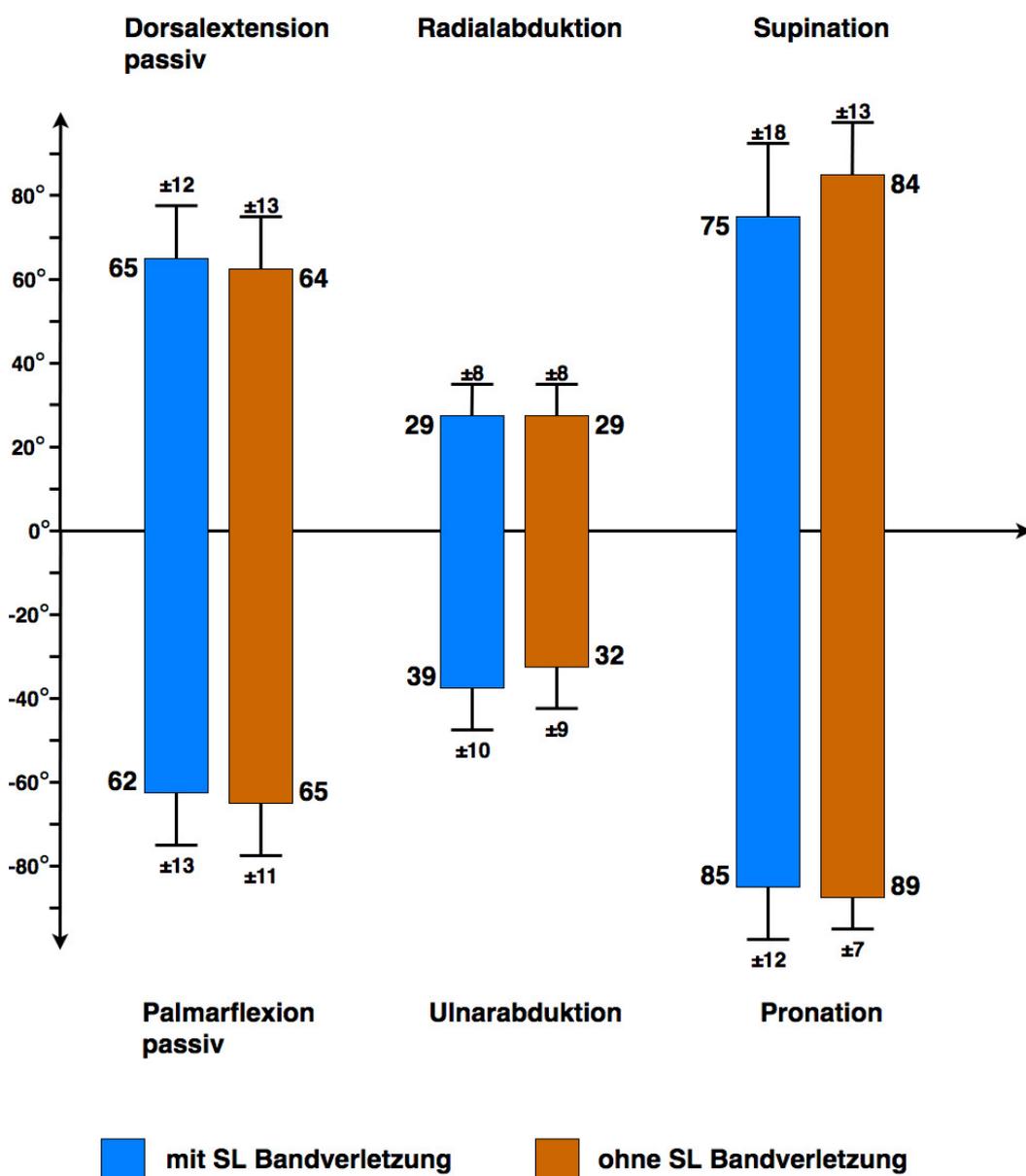


Abb. 17: Bewegungsumfang von Patienten mit & ohne SL-Bandverletzung (Balken = Mittelwert)

3.12 Kraftmessung

3.12.1 Ergebnisse der Kraftmessung im Nachuntersuchungskollektiv

Aus dem Nachuntersuchungskollektiv zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen der durchschnittlichen Pinzettengriffkraft von $7,7 \pm 3$ kg/ms (92% der Gegenseite) der Fraktur- und $8,4 \pm 4$ kg/ms der Gegenseite. Die durchschn. Griffkraft zeigte ebenfalls keinen signifikanten Unterschied mit $36,5 \pm 13$ kg (92% der Gegenseite) der Fraktur- und $39,5 \pm 13$ der Gegenseite. In der Vigorimetrie zeigte der mittelgroße Ball durchschnittlich die besten Ergebnisse mit durchschn. $72,8 \pm 26$ kPa (91% der Gegenseite) der Frakturseite und $80,1 \pm 20$ kPa der Gegenseite, welche ebenfalls keinen signifikanten Unterschied zeigten.

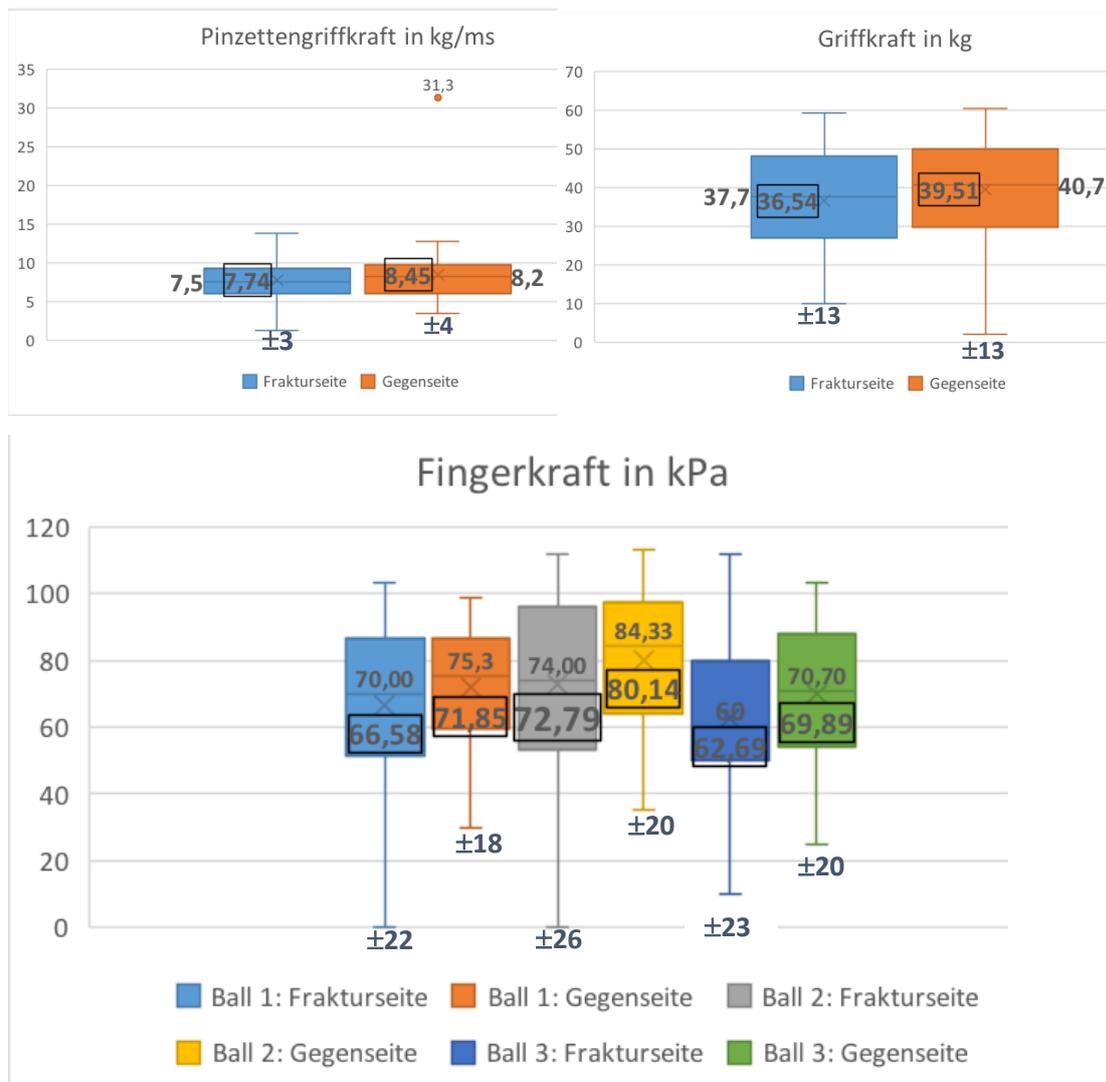


Abb. 18: Mittelwert (gerahmter Box), Standardabweichung und Median (im Balken) der Kräftemessungen des Nachuntersuchungskollektivs im Vergleich zur Gegenseite

3.12.2 Ergebnisse der Kraftmessung des Nachuntersuchungskollektivs im Vergleich zum Geschlecht

Im Geschlechtsvergleich zeigen sich in allen Kraftmessungen höhere Werte in der Gruppe der Männer als bei den Frauen. Es zeigte sich ein signifikanter Unterschied in der Messung der Pinzettengriffkraft und Griffkraft.

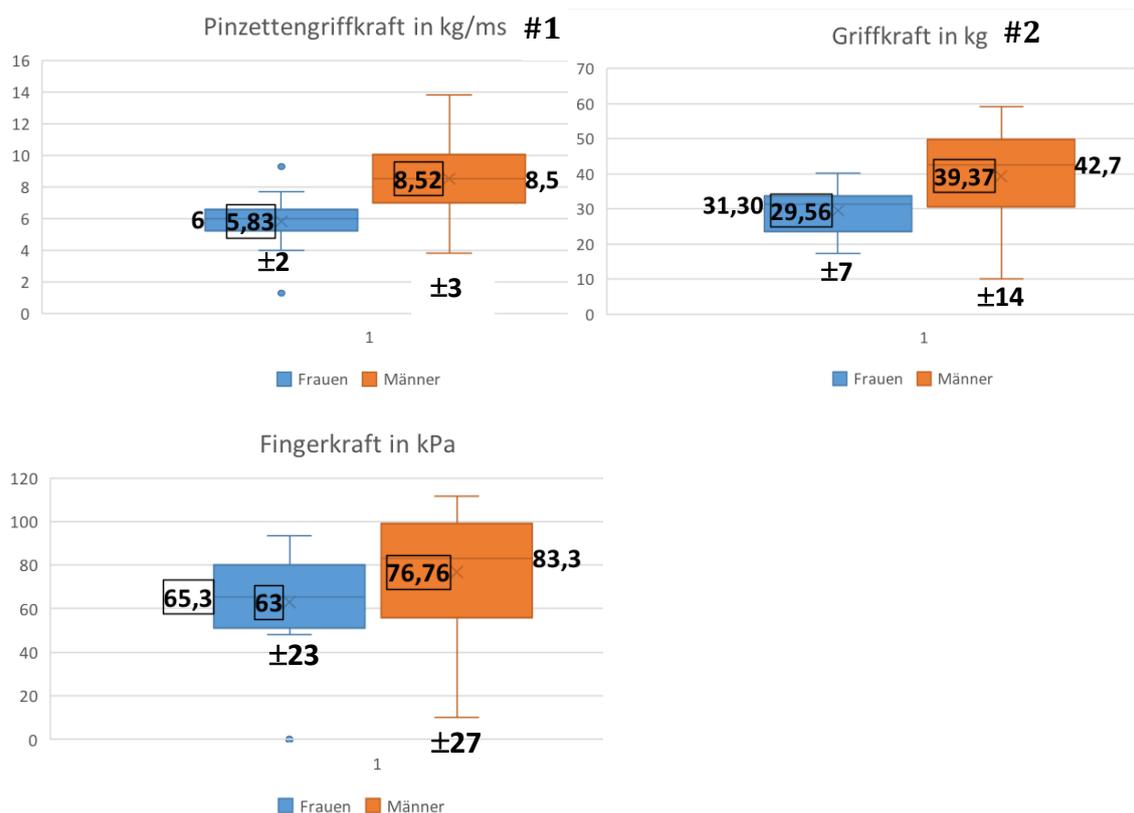


Abb. 19: Mittelwert (gerahmt), SD und Median (Balken) in der Kraftmessung der Frakturseite im Geschlechtsvergleich

#1: Sign. Unterschied im ungepaarten T-Test: 2 seit. p: 0,003 Gruppengröße(n): 13/32 Konfidenzintervall: -4,4 bis -0,9

#2: Sign. Unterschied im ungepaarten T-Test: 2 seit. p: 0,004 Gruppengröße(n): 13/32 Konfidenzintervall: -16,3 bis -3,4

3.12.3 Ergebnisse der Kraftmessung des Nachuntersuchungskollektivs im Vergleich zur Altersgruppe

Höchstwerte erzielten Patienten unter 30 in der Griffkraft mit $40,0 \pm 16$ kg und Fingerkraft von $83,2 \pm 15$ kPa, Patienten zwischen 30 & 65 in der Pinzettengriffkraft mit $8,2 \pm 3$ kg/ms.

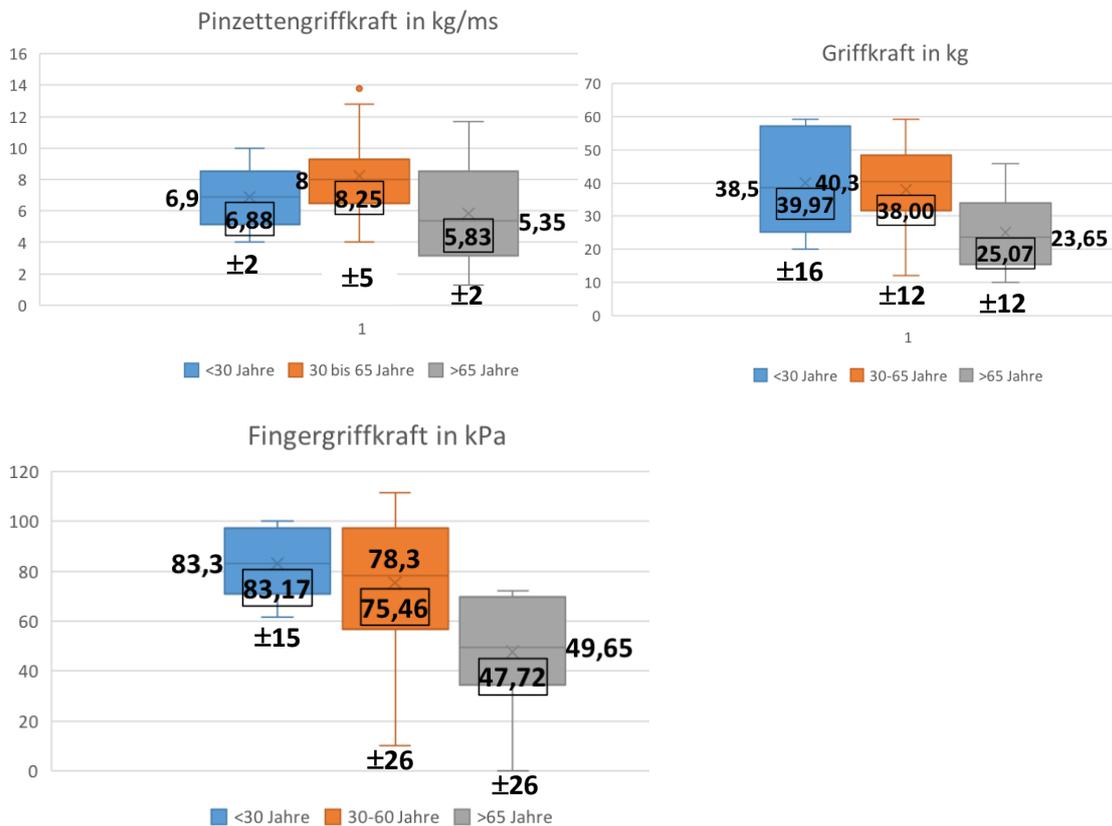
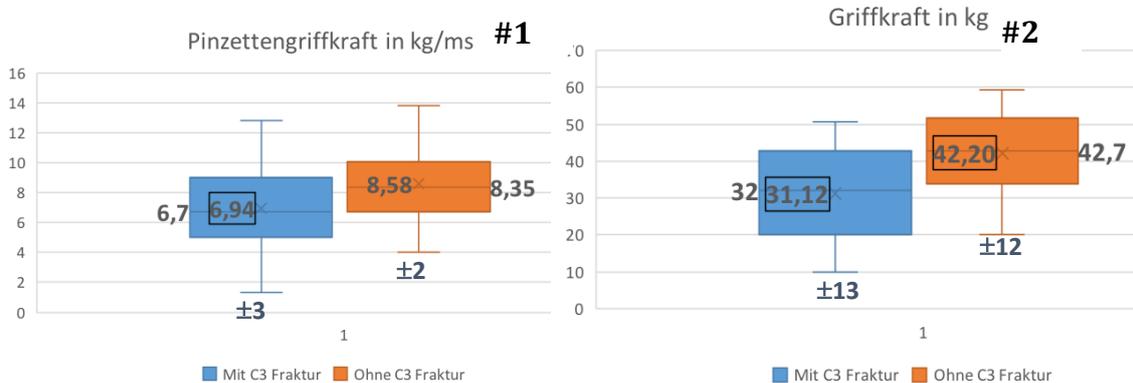


Abb. 20: Mittelwert (gerahmt), SD und Median (Balken) der frakturseitigen Kräftermessungen des Nachuntersuchungskollektivs im Altersvergleich

3.12.4 Ergebnisse der Kraftmessung des Nachuntersuchungskollektivs im Vergleich von Patienten mit C3 Fraktur und ohne C3 Fraktur

Patienten ohne C3 Fraktur zeigten in allen 3 Kraftmessungen signifikant deutlich höhere Ergebnisse als Patienten mit C3 Fraktur. In der Fingergriffkraft ließ sich dies nur mit dem einseitigen p Wert signifikant darstellen. Da wir jedoch nur nach einer signifikanten Verschlechterung der Kraft bei C3 Frakturen suchen, kann dieser hier als statistisch signifikant gewertet werden.



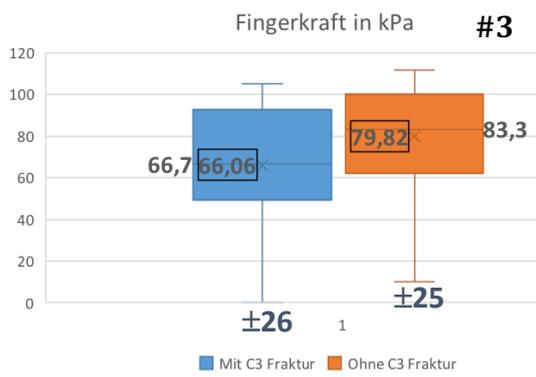


Abb. 21: Mittelwert (gerahmt), SD und Median (Balken) der frakturseitigen Kräftemessungen des Nachuntersuchungskollektivs im Vergleich von Patienten mit und ohne C3 Fraktur

- #1: Sign. Unterschied im ungepaarten T-Test: 2 seit. p: 0,049 Gruppengröße(n): 23/22 Konfidenzintervall: -3,2 bis - 0,001
- #2: Sign. Unterschied im ungepaarten T-Test: 2 seit. p: 0,004 Gruppengröße(n): 23/22 Konfidenzintervall: -18,4 bis -3,7
- #3: Sign. Unterschied im ungepaarten T-Test: 1 seit. p: 0,04 Gruppengröße(n): 23/22 Konfidenzintervall: -29,3 bis 1,8

3.12.5 Ergebnisse der Kraftmessung des Nachuntersuchungskollektivs im Vergleich von Patienten mit und ohne SL-Bandverletzung

Patienten ohne SL- Bandverletzung zeigten in allen Kraftmessungen höhere Ergebnisse als Patienten mit SL-Bandverletzung. Dies konnte statistisch signifikant mit den Messwerten der Fingergriffkraft bestätigt werden.

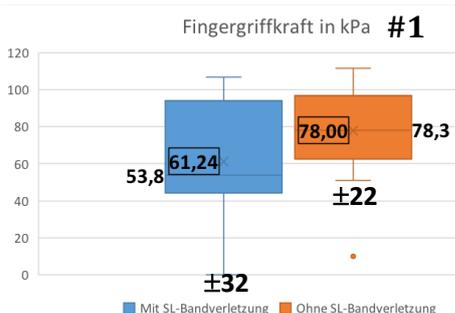
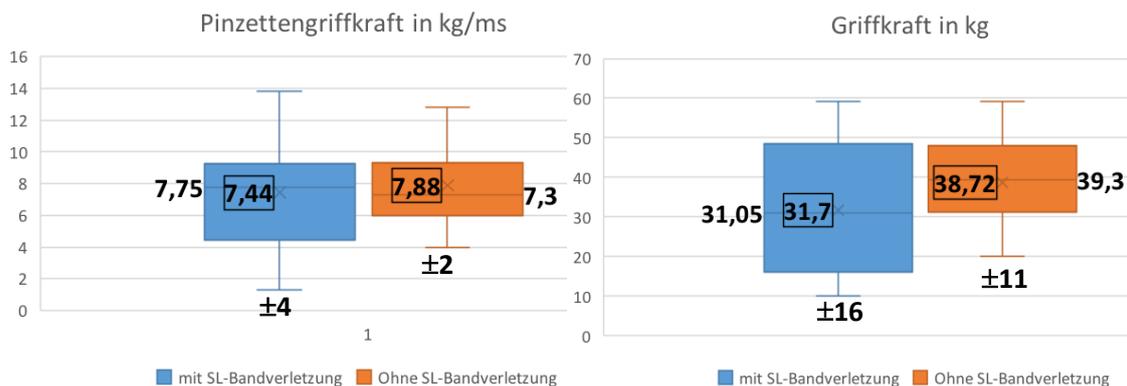


Abb. 22: Mittelwert (gerahmt), SD und Median (Balken) der frakturseitigen Kräftemessungen des Nachuntersuchungskollektivs im Vergleich von Patienten mit & ohne SL-Bandverletzung
#1: Sign. Unterschied im ungepaarten T-Test: 2 seit. p: 0,04 Gruppengröße(n): 14/31, Konfidenzintervall: -33,3 bis -0,2

3.13 Radiologische Parameter

3.13.1 Radiologische Parameter des Gesamtkollektivs präoperativ

Aus dem Gesamtkollektiv zeigt sich eine durchschnittliche Radiushöhe von $10,6 \pm 3$ mm und eine Ulnavarianz von $-0,1 \pm 2$ mm (Tab. 22).

Der negative Wert der Ulnavarianz beschreibt, dass die am weitesten distal gelegene Gelenkfläche der Ulna proximal der am weitesten distal gelegenen Radiusfläche liegt. Der durchschnittliche Radiopalmarwinkel betrug $19,3 \pm 6^\circ$ und der palmare Kippwinkel $-3,1^\circ$. Somit war die radiale Gelenkfläche im Durchschnitt $3,1 \pm 2^\circ$ dorsal geneigt.

Tab. 20: Durchschnittliche Werte der präoperativ gemessenen Winkel und Messgrößen

	Radiushöhe /mm	Ulnavarianz /mm	Radiopalmar- winkel/ °	Palmare Kippwinkel/°
Mittelwert	$10,6 \pm 3$	$0,1 \pm 2$	$19,3 \pm 6$	$-3,1 \pm 14$
Median	10,1	0,0	18,7	-2,1

3.13.2 Radiologische Parameter des Gesamtkollektivs postoperativ

In der digitalen Ausmessung postoperativer Röntgenbilder zeigte sich im Gesamtkollektiv eine durchschnittliche Radiushöhe von $12,1 \pm 3$ mm, eine Ulnavarianz von $-0,6 \pm 2$ mm, ein Radiopalmarwinkel von $21,4 \pm 4^\circ$ und ein palmarer Kippwinkel von $6,8 \pm 7^\circ$.

Die positive Ulnavarianz beschreibt, dass die am weitesten distal gelegene Ulnafläche distal der am weitesten distal gelegenen Radiusgelenkfläche liegt. Somit lag postoperativ die Ulnavarianz im Normbereich.

Der Radiopalmarwinkel und der palmare Kippwinkel zeigt eine deutliche Aufrichtung im Vergleich zu den präoperativ gemessenen Werten, die hier zur

besseren Übersicht noch einmal aufgeführt sind. Für detaillierte Werte siehe Tabelle 23.

In der Langzeitbeurteilung (mindestens 6 Monate nach Operation) aus dem Patientenkollektiv von 25 Patienten ergab sich ein durchschnittlicher Radiopalmarwinkel von $22,1 \pm 3^\circ$, ein palmarer Kippwinkel von $7,3 \pm 7^\circ$, eine Radiushöhe von $15,4 \pm 17$ mm und eine Ulnavarianz von $0,6 \pm 1,3$.

Somit zeigte sich keine Einsenkung und keine dorsale Abkippung der radiocarpalen Gelenkfläche im Langezeitverlauf (Tab. 23). Zur Veranschaulichung siehe Abbildung 23.

Tab. 21 Winkel und Messgrößen des Gesamtkollektivs präoperativ, postoperativ und nach über 6 Monaten

Zeitraum		Radiushöhe/mm	Ulnavarianz/mm	Radiopalmarwinkel/ °	Palmare Kippwinkel/°
Präop.	Mittelwert	10,6±3	0,1±2	19,3±6	-3,1±14
	Median	10,1	0,0	18,7	-2,1
Postop.	Mittelwert	12,1±3	0,6±2	21,4±4	6,8±7
	Median	12,6	1,0	21,9	7,2
>6 Monate	Mittelwert	15,4±17	0,6±1,3	22,1±3	7,3±7
	Median	12,7	1,0	22,2	9,1

a)



b)



c)



d)



Abb. 23: Prä- und Postoperative Bildgebung eines Patienten mit distaler Radiusfraktur und Versorgung mit einer dorsalen Rahmenplatte

- a) CT Coronar-Aufnahme des linken Handgelenks präoperativ
- b) CT Sagittal-Aufnahme des linken Handgelenks (links = dorsal) präoperativ bei intakter palmarer Kortikalis mit dorsalen intraartikulären Fragmenten
- c) Röntgenaufnahme a.p. des linken Handgelenks postoperativ
- d) Röntgen-Seitenaufnahme des linken Handgelenks postoperativ

3.13.3 Radiologische Parameter im Geschlechtsvergleich

Das weibliche und männliche Patientenkollektiv zeigt ähnliche radiologisch gemessene Winkel. Siehe Tabelle 24.

Tab. 22: Postoperative radiologisch gemessenen Winkel und Messgrößen im Vergleich zum Geschlecht des Gesamtkollektivs

		Radiushöhe /mm	Ulnavarianz /mm	Radiopalmar- winkel/ °	Palmare Kippwinkel/°
Frauen	Mittelwert	10,9±2	0,1±2	21,4±3	9,6±6
	Median	11,3	0,0	21,7	10,0
Männer	Mittelwert	12,6±3	0,8±2	21,7±4	6,3±8
	Median	13,0	1,2	21,9	5,9

3.13.4 Radiologische Parameter im Vergleich zur Altersgruppe

Im Altersvergleich zeigen sich ebenfalls ähnliche Ergebnisse der radiologisch gemessenen Winkel welche in Tabelle 25 aufgeführt sind.

Tab. 23: Postoperative radiologisch gemessenen Winkel und Messgrößen im Vergleich zur Altersgruppe des Gesamtkollektivs

Alter in Jahren		Radiushöhe/mm	Ulnavarianz/mm	Radiopalmarwinkel/ °	Palmare Kippwinkel/°
<30	Mittelwert	12,2±4	2,6±2	21,2±3	11,0±5
	Median	11,0	2,4	21,0	10,8
30- 65	Mittelwert	12,3±3	3,9±2	22,0±4	7,1±7
	Median	12,9	1,0	22,1	7,5
>65	Mittelwert	10,6±2	-0,5±1	19,7±2	4,5±9
	Median	10,0	0,0	19,5	2,9

3.13.5 Radiologische Parameter im Vergleich zwischen Patienten mit C3 Fraktur und ohne C3 Fraktur

Das Patientenkollektiv ohne C3 Fraktur besitzt in allen Messgrößen höhere Werte im Vergleich zum Patientenkollektiv mit C3 Fraktur. Siehe Tabelle 26. Patienten ohne C3 Fraktur haben gerundet einen Radiopalmarwinkel von 23°

und einer Ulnarvarianz von $1,2\pm 2$ mm im Normbereich und einen Palmaren Kippwinkel von $7,9\pm 7^\circ$ unterhalb des Normbereichs. Die Radiushöhe beträgt 12,9mm und ist damit höher als die Radiushöhe von $11,4\pm 3$ mm von Patienten mit einer C3 Fraktur. Patienten mit C3 Fraktur besitzen einen unterhalb des Normbereich liegenden Radiopalmarwinkel von $20,7\pm 4^\circ$ und einen Palmaren Kippwinkel von $6,6\pm 7^\circ$.

Tab. 24: Postoperative radiologisch gemessenen Winkel und Messgrößen im Vergleich zwischen Patienten mit und ohne C3 Fraktur des Gesamtkollektivs

Patienten		Radiushöhe /mm	Ulna-varianz /mm	Radiopalmar- winkel/ °	Palmare Kippwinkel/°
Mit C3 Fraktur	Mittelwert	11,4±3	0,0±2	20,7±4	6,6±7
	Median	11,5	0,0	21,5	7,6
Ohne C3 Fraktur	Mittelwert	12,9±3	1,2±2	22,6±3	7,9±7
	Median	13,0	1,4	22,7	6,5

3.13.6 Radiologische Parameter im Vergleich zwischen Patienten mit und ohne SL-Bandverletzung

Das Patientenkollektiv mit SL-Bandverletzung zeigt im Vergleich zum Patientenkollektiv ohne SL-Bandverletzung geringe Unterschiede (siehe Tab. 27), außer einem geringeren palmaren Kippwinkel von $5,5\pm 8^\circ$ im Vergleich zu $8,0\pm 7^\circ$ bei Patienten ohne SL-Bandverletzung.

Tab. 25: Postoperative radiologisch gemessenen Winkel und Messgrößen im Vergleich zwischen Patienten mit und ohne SL-Bandverletzung im Gesamtkollektiv

Patientengut		Radiushöhe /mm	Ulnarvarianz /mm	Radiopalmar- winkel/ °	Palmare Kippwinkel/°
Mit SL-Band- verletzung	Mittelwert	12,4±4	0,1±2	21,9±4	5,5±8
	Median	12,7	0,0	21,8	6,3
Ohne SL-Band- verletzung	Mittelwert	12,0±3	0,8±2	21,4±3	8,0±7
	Median	12,6	1	21,9	7,6

3.14 Gartland & Werley Score

3.14.1 Gartland und Werley Score des Nachuntersuchungskollektivs

Von den 45 nachuntersuchten und befragten Patienten ergab sich ein durchschnittlicher Gartland & Werley Score von $1,9 \pm 3,1$, der eine sehr gute Funktion des Handgelenks beschreibt.

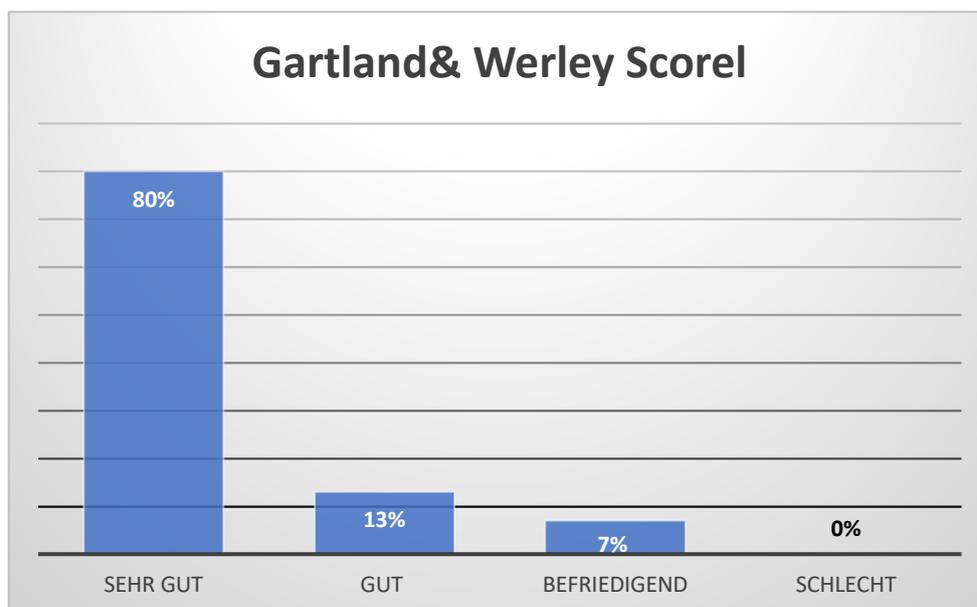


Abb. 24: Ergebnisse des Gartland & Werley Scores im Nachuntersuchungskollektiv

93% der Patienten zeigen ein gutes und sehr gutes Ergebnis. Insgesamt erzielten 80% des Nachuntersuchungskollektivs ein sehr gutes Ergebnis, 13% ein gutes und nur 7% ein befriedigendes Ergebnis. Bei keinem Patienten wurde eine schlechte Funktion des Handgelenks ausgewertet. Im Mann-Whitney U Test zeigte sich bei Patienten mit C3 und ohne C3 Fraktur, so wie mit SL und ohne SL Bandverletzung kein signifikanter Unterschied.

3.14.2 Gartland und Werley Score im Vergleich zum Geschlecht

Im Geschlechtsvergleich zeigt sich im weiblichen Patientenkollektiv ein niedrigerer Gartland & Werley Score von $1,5 \pm 3,4$ im Vergleich zu $2,2 \pm 3,1$ bei dem männlichen Patientenkollektiv (Tab. 28). Es lag kein signifikanter Unterschied vor.

Tab. 26: Gartland und Werley Score im Nachuntersuchungskollektiv im Geschlechtsvergleich

	Frauen	Männer
Mittelwert	1,5±3,4	2,2±3,1
Median	0,0	0,0

3.14.3 Gartland und Werley Score im Vergleich zur Altersgruppe

Das Patientenkollektiv im Alter von unter 30 Jahren zeigt die geringste Einschränkung und den niedrigsten Gartland und Werley Score von 1,5±2,8. Das Patientenkollektiv im Alter von über 65 Jahren zeigt mit einem Gartland und Werley Score von 3,3±5,2 die größte Funktionseinschränkung des Handgelenks. Im Mittelfeld liegt das Patientenkollektiv im Alter zwischen 30 und 65 Jahren mit einem durchschnittlichen Gartland und Werley Score von 1,8±2,8. Siehe Tab. 29. Somit erzielen alle Patienten bis einschließlich 65 Jahren ein sehr gutes Ergebnis und Patienten über 65 Jahren ein gutes Ergebnis.

Tab. 27: Gartland und Werley Score des Nachuntersuchungskollektivs im Vergleich zu folgenden Altersgruppen

	<30 Jahre	30-65 Jahre	>65 Jahre
Mittelwert	1,5±2,8	1,8±2,8	3,3±5,2
Median	0,0	0,0	0,0

3.14.4 Gartland und Werley Score im Vergleich von Patienten mit und ohne C3 Fraktur

Patienten ohne C3 Fraktur zeigen einen geringeren Gartland und Werley Score von 1,2±2,4 im Vergleich zu 2,7±3,6 bei Patienten mit C3 Fraktur (Tab. 30). Patienten ohne C3 Fraktur erzielen somit ein sehr gutes Ergebnis, Patienten mit C3 Fraktur nur ein gutes Ergebnis. Es lag keine Signifikanz vor.

Tab. 28: Gartland und Werley des Nachuntersuchungskollektivs mit und ohne C3 Fraktur

	Patienten mit C3 Fraktur	Patienten ohne C3 Fraktur
Mittelwert	2,7±3,6	1,2±2,4
Median	0,0	0,0

3.14.5 Gartland und Werley Score im Vergleich von Patienten mit und ohne SL-Bandverletzung

Das Patientenkollektiv ohne SL-Bandverletzung zeigt mit einem Gartland und Werley Score von $1,5 \pm 2,7$ eine deutlich geringere Funktionseinschränkung des Handgelenks als Patienten mit SL-Bandverletzung, bei einem Score von $3,1 \pm 4$ (Tab. 31). Patienten mit SL-Bandverletzung haben somit durchschnittlich ein gutes Ergebnis und Patienten ohne SL-Bandverletzung ein sehr gutes Ergebnis. Es lag kein signifikanter Unterschied vor.

Tab. 29: Gartland und Werley Score des Nachuntersuchungskollektivs im Vergleich von Patienten mit und ohne SL-Bandverletzung

	Patienten mit SL-Bandverletzung	Patienten ohne SL-Bandverletzung
Mittelwert	$3,1 \pm 4,0$	$1,5 \pm 2,7$
Median	1,0	0,0

3.15 Dash Score

3.15.1 DASH Score des Nachuntersuchungskollektivs

Aus dem Nachuntersuchungskollektiv von 46 Patienten lässt sich ein durchschnittlicher DASH Score von $8,8 \pm 14,5$ ermitteln, der DASH Score für Sport und Musik beträgt durchschnittlich $7,0 \pm 16,2$ und der DASH Score für Arbeit $8,7 \pm 16,4$ (Tab. 32).

Aus dem Nachuntersuchungskollektiv ohne Einschränkungen des DASH Scores von 35 Patienten ergibt sich ein durchschnittlicher DASH Score von $5,5 \pm 9,6$. Der DASH Score für Sport und Musik beträgt durchschnittlich $1,3 \pm 4,5$ und der DASH Score für Arbeit $4,4 \pm 9,0$ (Tab. 33).

Tab. 30: Dash Score des Nachuntersuchungskollektivs (n=46)

	DASH Score	DASH Score Sport & Musik	DASH Score Arbeit
Mittelwert	$8,8 \pm 14,5$	$7,0 \pm 16,2$	$8,7 \pm 16,4$
Median	2,5	0,0	0,0

Tab. 31: DASH Score des Nachuntersuchungskollektivs ohne Einschränkungen (n=35)

	DASH Score	DASH Score Sport & Musik	DASH Score Arbeit
Mittelwert	5,5±9,6	1,3±4,5	4,4±9,0
Median	1,7	0,0	0,0

3.15.2 DASH Score im Vergleich zum Geschlecht

Aus dem Nachuntersuchungskollektiv ohne Einschränkungen des Dash Scores zeigen Frauen die geringere Einschränkung der Handgelenksfunktion im DASH Score und im DASH Score für Arbeit, während Männer eine geringere Funktionseinschränkung im DASH Score für Sport und Musik besitzen (Tab. 34). Es lässt sich jedoch kein signifikanter Unterschied berechnen.

Tab. 32: DASH Score des Nachuntersuchungskollektivs ohne Einschränkungen im Geschlechtsvergleich

		DASH Score	DASH Score Sport & Musik	DASH Score Arbeit
Frauen	Mittelwert	2,4±3,6	3,1±6,7	2,5±5,6
	Median	0,8	0,0	0,0
Männer	Mittelwert	6,9±11,1	0,0±0,0	4,9±9,8
	Median	1,7	0,0	0,0

3.15.3 DASH Score im Vergleich zur Altersgruppe

Das Patientenkollektiv über 65 jähriger Patienten gibt im DASH Score die geringste Einschränkung und Behinderung des Handgelenks in allen Kategorien an (Tab. 35). Für den DASH Score für Sport und Musik, so wie der DASH Score für Arbeit gibt es keine Standardabweichung, da nur 1 Patient mit über 65 Jahren noch arbeitet und nur 1 weiterer noch sportlich aktiv ist.

Das Patientenkollektiv unter 30 Jahren (n=4) gibt mit 0,0±0 den niedrigsten DASH Score für Sport und Musik, sowie für den DASH Score für Arbeit an.

Das Patientenkollektiv im Alter von 30 bis 65 Jahren (n=27) gibt den höchsten DASH Score in allen Kategorien an.

Tab. 33: DASH Score des Nachuntersuchungskollektivs ohne Einschränkungen im Vergleich zur Altersgruppe

Patienten		DASH Score	DASH Score Sport & Musik	DASH Score Arbeit
<30 Jahre	Mittelwert	5,1±4	0,0±0	0,0±0
	Median	5,0	0,0	0,0
30 – 65 Jahre	Mittelwert	6,3±11	1,7±5	5,4±10
	Median	1,7	0,0	0,0
>65 Jahre	Mittelwert	0,4±10	0,0±0	0,0±0
	Median	0,0	0,0	0,0

3.15.4 DASH Score im Vergleich von Patienten mit und ohne C3 Fraktur

Der DASH Score im Patientenkollektiv ohne C3 Fraktur ist mit 1,9±4 signifikant geringer als der DASH Score des Patientenkollektivs mit C3 Fraktur von 8,9±12 (Tab. 36). Im Patientenkollektiv ohne C3 Fraktur zeigt sich ebenso ein niedrigerer DASH Score für Sport & Arbeit von 0,0±0 im Vergleich zu 2,8 ±6 und ein deutlich niedrigerer DASH Score für Arbeit von 2,1±7 im Vergleich zu 7,2±10.

Tab. 34: DASH Score des Nachuntersuchungskollektivs ohne Einschränkungen im Vergleich zu Patienten mit und ohne C3 Fraktur

		DASH Score #1	DASH Score Sport & Musik	DASH Score Arbeit
Patienten mit C3 Fraktur	Mittelwert	8,9±12	2,8±6	7,2±10
	Median	4,6	0,0	0,0
Patienten ohne C3 Fraktur	Mittelwert	1,9±4	0,0±0	2,1±7
	Median	0,0	0,0	0,0

#1: Signifikanter Unterschied im Mann Whitney U Test: p: 0,007 Gruppengröße(n): 23/22

3.15.5 DASH Score im Vergleich von Patienten mit und ohne SL-Bandverletzung

Das Patientenkollektiv ohne SL-Bandverletzung zeigt im DASH Score mit $3,8 \pm 6$ eine geringere Einschränkung der Handgelenksfunktion im Vergleich zu Patienten mit SL-Bandverletzung mit einem DASH Score von $9,2 \pm 15$ (Tab. 37). Trotzdem wurde ein nicht signifikanter Unterschied im Mann-Whitney U Test berechnet. Ebenso ist der DASH Score für Arbeit mit $4,2 \pm 9$ im Patientenkollektiv ohne SL-Bandverletzung geringer, als mit SL-Bandverletzung bei einem Wert von $4,9 \pm 10$.

Tab. 35: DASH Score des Nachuntersuchungskollektivs ohne Einschränkungen im Vergleich zu Patienten mit und ohne SL-Bandverletzung

		DASH Score	DASH Score Sport & Musik	DASH Score Arbeit
Patienten mit SL-Bandverletzung	Mittelwert	$9,2 \pm 15$	$0,0 \pm 0$	$4,9 \pm 10$
	Median	1,7	0,0	0,0
Patienten ohne SL-Bandverletzung	Mittelwert	$3,8 \pm 6$	$1,5 \pm 5$	$4,2 \pm 9$
	Median	1,3	0,0	0,0

3.16 Subjektive Zufriedenheit

3.16.1 Nachuntersuchungskollektiv

Das Nachuntersuchungskollektiv gibt eine Zufriedenheit nach dem deutschen Schulnotensystem von durchschnittlich $1,9 \pm 1$ mit einem Median von 1,5 an. 61% der befragten Patienten vergaben die Schulnote 1. 26% eine 2, 7% eine 3, 4% eine 4 und 2% eine 5.

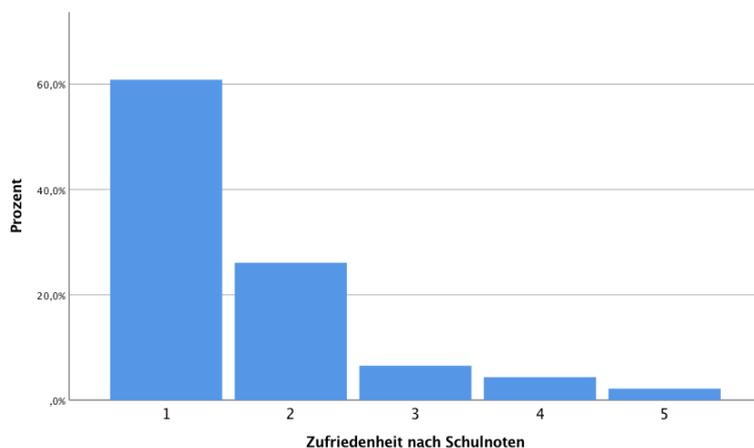


Abb. 25: Zufriedenheit des Nachuntersuchungskollektivs in deutschen Schulnoten

3.16.2 Zufriedenheit des Nachuntersuchungskollektivs im Geschlechtsvergleich

Frauen benoteten ihre Zufriedenheit mit dem Ergebnis und der Funktion des Handgelenks im Alltag mit $1,4 \pm 1$ (Median: 1,0) durchschnittlich etwas besser als Männer mit $1,7 \pm 1$ (Median: 1,0).

3.16.3 Zufriedenheit des Nachuntersuchungskollektivs im Vergleich zur Altersgruppe

Die Altersgruppe mit der höchsten Zufriedenheit ist das Patientenkollektiv unter 30 Jahren, das einheitlich eine Zufriedenheit mit $1,0 \pm 1$ (Median: 1,0) angegeben hat. Am zweitbesten benotete das Patientenkollektiv zwischen 30 und 65 Jahren im Durchschnitt mit der Note $1,6 \pm 1$ (Median: 1,0), während die Patienten über 65 Jahren ihre Zufriedenheit durchschnittlich mit einer $2,2 \pm 2$ (Median: 1,5) benoteten.

3.16.4 Zufriedenheit des Nachuntersuchungskollektivs im Vergleich zu Patienten mit und ohne C3 Fraktur

Das Patientenkollektiv ohne C3 Fraktur gab eine höhere Zufriedenheit mit einer Note von $1,5 \pm 1$ (Median: 1,0) an, als Patienten mit C3 Fraktur mit einer Note von $1,8 \pm 1$ (Median: 1,5).

3.16.5 Zufriedenheit des Nachuntersuchungskollektivs im Vergleich zu Patienten mit und ohne SL-Bandverletzung.

Patienten ohne SL-Bandverletzung gaben durchschnittlich eine bessere Zufriedenheit (Note: $1,5 \pm 1$, Median: 1,0) an, als Patienten mit SL-Bandverletzung (Note $1,9 \pm 1$, Median: 1,5)

4 DISKUSSION

Die operative Behandlung instabiler, dislozierter distaler Radiusfrakturen hat einen deutlichen Wandel erlebt. In den 90er Jahren setzte sich die Erkenntnis durch, dass die konservative Therapie (Reposition, Gipsverband und Spickung) zu vielen unbefriedigenden Ergebnissen führte [42, 49-57]. Das Patientenkollektiv von heute fordert folgende Behandlungsprinzipien: anatomische Rekonstruktion, stabile Fixation mit früher funktioneller Nachbehandlung, sowie eine stufenfreie Wiederherstellung der Achsen und Radiuslänge [58-65]. In den meisten Fällen ist dies heute mit der Plattenosteosynthese zu erreichen, da neue Operationstechniken mit verfeinerten chirurgischen Zugängen basierend auf neuen biomechanischen Konzepten und winkelstabilen Schrauben dies ermöglichen [62, 66, 67].

Zuvor wurden auch dorsale Platten, allerdings mit erheblicher Kompromittierung des Strecksehnenapparats, implantiert. Die π -Platten zeigten z.B. keine guten Ergebnisse [35] mit einer vermehrten Anzahl von Komplikationen [68, 69]. Wenn wir heute über die dorsale Plattenosteosynthese diskutieren, muss allerdings die Art der Operation, die Indikation und das Plattendesign genauer betrachtet werden.

Die operativen Indikationen für die dorsale Plattenosteosynthese sind:

Dorsal dislozierte intraartikuläre Mehrfragmentfrakturen, insbesondere mit dem dorsoulnaren Kantenfragment Typ AO C2, C3.

Metaphysäre Defekt- und Trümmerfraktur mit Einstrahlung von Frakturausläufern in das Gelenk und zusätzlich karpalen Verletzungen.

Dorsale offene Frakturen der distalen Speichenbasis [34].

Die Operationstechnik [34]:

Die Operation beginnt mit einer Längsinzision über dem Listerischen Tuberkel unter Abschiebung der subkutanen Strukturen vom Retinaculum extensorum, eine Z-förmige Inzision des Retinaculums erfolgt über dem 3. Strecksehnenfach. Die EPL Sehne wird herausgelöst. Unter Mobilisation des 4. Strecksehnenfachs subperiostal wird das dorso-ulnare Fragment dargestellt. Unter Mobilisation des 1. Strecksehnenfachs der radiale Pfeiler. Die Fragmente werden mit Kirschnerdrähten kurzfristig in der gewünschten Position fixiert. Danach folgt das

Einbringen der Platte unter den Strecksehnen. Der Rückzug erfolgt unter Verschluss des 3. Strecksehnenfachs mit Subkutanverlagerung der EPL-Sehne und Retinaculum-Plastik.

Plattendesign [34]::

Die neuen Low-Profile Plattendesigns mit 2,4 und 2,7mm zeigen aufgrund ihrer kleinen Dimensionen und besonderen Bearbeitung der Platten eine erheblich reduzierte Reizung der über den Platten gleitenden Sehnen im Vergleich zu den 3,5mm Platten.

Die Implantatentfernung kann ab 6 Monaten postoperativ erfolgen [70]. In unserer Studie wurde allen Patienten dies empfohlen, um bei noch nicht ausreichender Studienlage eine Sehnenreizung nicht zu provozieren.

Die Versorgung der distalen Radiusfraktur hat immer noch keine festen Richtlinien. Die hier untersuchte Plattenosteosynthese mit dorsalem Zugang besitzt einige Vorteile. Die Gelenkfläche kann genau eingesehen werden und ermöglicht somit eine operative anatomisch korrekte Wiederherstellung der Gelenkfläche. Intercarpale Ligamente können eingesehen und über den gleichen Zugang operiert werden. Jedoch weisen unterschiedliche Quellen in der Literatur auf eine sehr hohe postoperative Komplikationsrate hin. Am häufigsten wird eine Sehnenverletzung beschrieben, aufgrund der anatomischen Nähe der dorsalen Platte zu den Strecksehnen [34]. Einige Studien [68, 71-77] weisen allerdings daraufhin, dass die Komplikationsraten veraltet sind und fast ausschließlich aufgrund veralteten Platten beruhen [78]. Die Evolution der Platten in den letzten Jahren senkt das Aufreißungsrisiko der Strecksehnen durch dünnere, kleinere Implantate mit polierten Flächen, abgeschrägten Kanten und tief verriegelnden Schrauben [79]. Zudem gibt es in den neuen Generationen verschiedene Größen, um ein Zuschneiden oder Biegen der Platten zu vermeiden, welches zu scharfen Kanten führen kann. Neue Studien zeigen, dass die neuen Generationen der dorsalen Rahmenplatten vielversprechende Ergebnisse mit deutlich geringeren Komplikationen aufweisen. [68, 80-82]

Für den literarischen Vergleich der Ergebnisse der dorsalen Plattenosteosynthese bei distaler Radiusfraktur ist es wichtig zu beachten, dass die dorsale Platte den größten Vorteil bei richtiger Indikationsstellung birgt.

Dorsale Fragmente, dorsale Abkippung und eine Einstauchung der zentralen Gelenkfläche kann nur von dorsal direkter reponiert, fixiert und in anatomisch korrekte Lage gebracht werden. Eine Unterfütterung mit lokaler autologer Spongiosa ist ebenso möglich. Ein direkter Vergleich mit der Versorgung von palmar ist aufgrund des deutlich unterschiedlichen Patientenkollektiv nicht sinnvoll. Bei einem nachuntersuchten Patientenkollektiv, wie hier beschrieben von 52% C3 Frakturen und 30% zusätzlichen SL-Bandverletzungen, sind prognostisch ungünstigere Frakturen stark gehäuft vertreten.

Die hier vorgelegte Studie hat zum Ziel, eine exakte Einschätzung des Outcome nach dorsaler Plattenosteosynthese zu geben. Hierzu wird die Indikation zur Operation nach radiologischen Kriterien gelistet. Es werden radiologische, klinisch objektive und subjektive Kriterien erhoben und analysiert. Die genauen Ergebnisse werden mit folgenden Publikationen verglichen, die sich ebenso mit der dorsalen Plattenosteosynthese bei distaler Radiusfraktur beschäftigen.

Zu beachten ist, dass manche Vergleichsstudien die dorsale mit der palmaren Plattenosteosynthese vergleichen und hier nur die Ergebnisse und Patientenzahlen der Auswertung der dorsal versorgten Patienten erwähnt wird.

4.1 Material und Methoden

In dieser Studie wurden Patienten konsekutiv vollständig aus dem Zeitraum vom 01.01.2008 bis 31-12-2015 (8 Jahre) retrospektiv ausgewertet und nachuntersucht, die in der Chirurgischen Klinik II am Universitätsklinikum Würzburg aufgrund einer distalen Radiusfraktur mit einer dorsalen Plattenosteosynthese versorgt wurden. Das Gesamtkollektiv beträgt 51 Patienten, was die seltene Indikation zur dorsalen Plattenosteosynthese bestätigt und die klinische Indikation widerspiegelt. In der graphischen Darstellung des Bewegungsausmaßes wurde der Medianwert übersichtshalber nicht aufgeführt.

Um des Weiteren eine übersichtlichere Darstellung aller Ergebnisse zu erhalten, wurden alle Standardabweichungen gerundet.

Die statistische Auswertung erfolgte in Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl für klinische Epidemiologie und Biometrie. Von 51 Patienten wurden 46 nach mittelfristigen Komplikationen und dem DASH Score befragt und 45 auf Bewegungsumfänge, Deformationen und Griff- Finger- und Pinzettengriffkraft klinisch nachuntersucht. Es konnten alle epidemiologischen Daten und radiologische Auswertungen der 51 Patienten ermittelt werden. Das hier untersuchte Patientenkollektiv zeigt mit 46 nachkontrollierten Patienten einen deutlich höheres Patientenkollektiv, als der Durchschnitt aktueller Vergleichsstudien mit 33 Patienten (siehe Tab. 38) [77, 83-91]. Das Gesamtkollektiv ist ebenfalls mit 51 Patienten grösser als der Durchschnitt mit 47 Patienten [77, 83-97]. Ebenso ist der Anteil der klinisch nachuntersuchten Patienten unserer Studie mit 90% deutlich höher als der Durchschnitt der Vergleichsstudien mit nur 78% ([77, 83-91]. Si Von großer Bedeutung für die spätere Auswertung der Komplikationshäufigkeit ist jedoch der hier doppelt so lange Nachuntersuchungszeitraum von 54 Monaten im Vergleich zu durchschnittlich 27 Monaten der Vergleichsstudien [77, 83-97].

Tab. 36: Epidemiologische Daten von Vergleichsstudien bei dorsaler Plattenosteosynthese

Vergleichsstudien	Veröffentlichung	Patienten-kollektiv	Nachkontrollierte Patienten	Prozent	Nachuntersuchungszeitraum
Babst RH [91]	2018	28	17	61%	77 Monate
Spiteri M [95]	2018	46	/	/	36
Chen AC [83]	2017	30	24	80%	24 Monate
Disseldorp DJ [84]	2016	123	31	25%	47 Monate
De Smet A [85]	2016	26	26	100%	39 Monate
Abe Y [94]	2016	38	/	/	13 Monate
Kumar S [88]	2016	44	16	36%	9 Monate
Matzon JL [86]	2014	125	110	88%	27 Monate
Wichlas F [92]	2014	60	/	/	33 Monate
Jakubietz MG [87]	2012	20	20	100%	12 Monate
Chou YC [93]	2011	22	/	/	38 Monate

Vergleichsstudien	Veröffentlichung	Patienten-kollektiv	Nachkontrollierte Patienten	Prozent	Nachuntersuchungszeitraum
Jakubietz [89]	2008	15	15	100%	6 Monate
Suckel A [77]	2006	50	49	98%	14 Monate
Ravi K [90]	2006	28	26	93%	17 Monate
Campbell DA [96]	2000	25	/	/	16 Monate
Carter PR [97]	1998	73	/	/	19 Monate
Durchschnitt		47	33	78%	27 Monate
Gesamtpatienten		753	334		
Eigene Daten	2019	51	46	90%	54 Monate

/=nicht angegeben

4.1.1 Nachuntersuchung:

Alle klinischen Nachuntersuchungen wurden innerhalb eines relativ kurzen Zeitraums (2,5 Monate) durch dieselbe Person durchgeführt. Dies eliminiert die unterschiedliche klinische Beurteilung von verschiedenen Untersuchern. Zur weiteren Fehlervermeidung wurde ein standardisierter Fragebogen festgelegt und mit jedem Patienten in gleicher Weise schritt für schritt durchgegangen (s. Anhang).

4.1.2 Scores:

Zur Beurteilung des klinischen Outcomes zum Untersuchungszeitpunkt erfolgte die Auswertung des Gartland und Werley Score und des DASH Scores.

Diese sind ebenfalls standardisierte Fragebögen die ebenso eine subjektive Beeinflussung durch den Untersucher vermindern.

Der DASH Score wurde aufgrund seiner hohen Verlässlichkeit und Validität in unserer Studie verwendet [98, 99]. Alternativ zum DASH Score hätte man z.B.

den PRWE Score verwenden können welcher ebenfalls eine hohe Validität besitzt. Dieser Score besteht aus 15 und damit halb so vielen Fragen wie der DASH Score und fragt nach Schmerzen und der Funktion des Handgelenks. Die Auswertung erfolgt ebenfalls auf einer Skala von 0-100. Wir entschieden uns gegen diesen Score, da er die psychische Belastung nicht einbezog. [100, 101]. Der Gartland und Werley Score wurde ausgewählt da er eine der am häufigsten durchgeführten Scores ist. Dies ist nicht zu vernachlässigen, da für eine gute Beurteilung der Ergebnisse auch genügend Ergebnisse durch Vergleichsstudien vorliegen müssen. Bei einer ohnehin seltenen Operationstechnik wäre es demnach sehr schwierig genügend Vergleichsstudien mit einem seltenen verwendeten Score zu finden. Trotz der häufigen Verwendung des Scores der subjektive und objektive Parameter miteinbezieht gibt es bis heute keine validierten Studien zu diesem Score [100].

Eine Alternative zum Gartland und Werley Score wäre z.B. der Michigan Hand Outcome Questionnaire (MHQ) oder Australien/Canadian Hand Osteoarthritis Index (AUSCAN). Der MHQ zeigt eine mittelgute bis gute Korrelation zu anderen Instrumenten, allerdings ist er besser für berufstätige Menschen geeignet [102]. Der AUSCAN ist dem MCQ sehr ähnlich, jedoch verwendet er standardisierte Aufgaben bei denen die Patienten angeben ob sie Schmerzen haben und besitzt eine kürzere Recall-Zeit [102].

4.1.3 Kraftmessung

Die Kraftmessung erfolgte in unserer Studie mittels Dynamometer, Vigorimeter und Pinchometer. In den meisten Studien wurde wie in unserer Studie das Dynamometer zur Kraftmessung verwendet. Das Dynamometer ist ein sehr gut etabliertes und akkurates Instrument zur Griffstärkemessung [103]. Es gibt verschiedene Formen des Dynamometers, wir verwendeten zu einem das Jamar Dynamometer welches das am häufigsten verwendete Dynamometer ist [104]. Das Jamar Dynamometer ist ein hydraulisches Instrument und misst die Griffkraft in kg. Im Gegensatz zu einem pneumatischen Dynamometer (Martin Vigorimeter) oder mechanischem Dynamometer (Harpenden Dynamometer) kann das

Jamar Dynamometer schwache Gelenke überlasten und unhandlich sein. Der große Vorteil des Jamar Dynamometers ist das viele Daten dazu vorliegen. [104] Pneumatische Dynamometer sind sanfter für fragile Gelenke, können allerdings durch die Handgröße beeinflusst werden. Das mechanische Dynamometer zeigt keine Evidenz für einen Vorteil im Vergleich zu den anderen Dynamometer. Zusätzlich gibt es ein isometrisches Dynamometer welches die Griffkraft in Newton misst. Der Vorteil ist, dass es keine Leckagen gibt, der Nachteil, dass es ein teures Instrument ist [104]. Wir verwendeten zusätzlich zum Jamar Dynamometer auch das Martin Vigorimeter. Dieses zeigt in einer Studie einen Besseren Indikator für schnell ermüdende Patienten. Ältere Patienten erreichten im Jamar Dynamometertest nicht Ihre Ermüdungsschwelle aber in der Untersuchung des Vigorimeters [105]. Das Vigorimeter zeigt eine hohe Korrelation im Vergleich zum Jamar Dynamometer. Der Vorteil des Vigorimeters ist, dass er besser an die Anatomie der Hand angepasst ist [106]. Wir verwendeten zusätzlich zur Messung der Griffstärke ein hydraulisches Pinchometer. Als alternative käme ein digitales Pinchometer in Frage. Es lässt sich jedoch zwischen beiden Geräten kein Unterschied nachweisen [107]. Den Mittelwert von 3 Messungen zu nehmen (wie es in unserer Studie durchgeführt wurde) ergibt zudem eine deutlich bessere Retest-Verlässlichkeit als den Höchstwert von 3 Werten zu nehmen [108].

4.1.4 Bewegungsmessung:

Bewegungsumfänge wurden standardisiert mit Hilfe eines Fragebogens immer in der gleichen Körperposition und unter verbaler Motivation durchgeführt. Die Verwendung von standardisierten Untersuchungsabläufen zeigt eine höhere Reproduzierbarkeit der Ergebnisse [104]. Die Winkelmessung erfolgte mittels Goniometer welches der aktuelle klinische Standard ist [109]. Eine aktuelle alternative zur Messung des Bewegungsumfangs des Handgelenks ist der Leap-motion-Sensor. Dieser zeigt zwar eine geringe Übereinstimmung in den Messwerten mit dem Goniometer, allerdings ist diese Untersuchung sehr zeitsparend und zeigt eine gute Verlässlichkeit [109]. Wir entschieden uns für die

häufiger verwendete Methode um später mehr Studien zum direkten Vergleich zu finden.

4.2 Epidemiologie

Das hier untersuchte Patientenkollektiv zeigt im Vergleich zu aktuellen Studien nicht die typische erhöhte Häufigkeit von Frauen (Tab. 39) [77, 83, 84, 87-90, 92, 94]. Es überwiegt der männliche Anteil mit $\frac{3}{4}$, ähnlich zu der Studie von Ying-Cao Chou MD et al von 2011 [93]. Das hier untersuchte Patientenkollektiv ist im Durchschnitt zum Unfallzeitpunkt 9 Jahre jünger, als in den aufgelisteten Vergleichsstudien [77, 83, 84, 87-90, 92-94]

Tab. 37: Geschlechtsverteilung und durchschnittliches Alter aktueller Vergleichsstudien zur dorsalen Plattenosteosynthese des distalen Radius

Vergleichsstudien	Veröffentlichung	Männer	Frauen	Alter /Jahren
Chen AC [83]	2017	33%	67%	53
Disseldorp DJG [84]	2016	28%	72%	58
Abe Y [94]	2016	37%	63%	58
Kumar S [88]	2016	18%	82%	60
Wichlas F [92]	2014	41%	59%	55
Jakubietz MG [87]	2012	15%	85%	68
Chou YC [93]	2011	68%	32%	50
Jakubietz RG [89]	2008	20%	80%	66
Suckel A [77]	2006	22%	78%	62
Ravi K [90]	2006	38%	68%	53
Durchschnitt		32%	63%	58
Eigene Daten		75%	25%	49

4.3 Frakturverteilung

In dieser Studie zeigt sich eine ähnliche Frakturverteilung, wie in den hier aufgeführten Vergleichsstudien. Nach der AO Klassifikation besitzt unsere Studie 78% C Frakturen 20% B Frakturen und 2% A Frakturen, während aktuelle Studien durchschnittlich 91% C Frakturen, 9% B Frakturen und 17% Prozent A Frakturen aufweisen (Tab. 40) [77, 83-85, 87, 89, 90, 92, 93, 95, 96]. Zu beachten ist, dass der Durchschnitt der C Frakturen von Vergleichsstudien höher ist, da 6 Studien [77, 85, 87, 89, 93, 95] nur C Frakturen in ihre Studie aufgenommen haben. Ohne diese Studien liegt der Durchschnitt bei 80% [83, 84, 90, 92, 96] und ist demnach unserem Patientenkollektiv sehr ähnlich. Die Frakturklassifikation erfolgte durch eine Person um eine Interobserver-Variabilität zu vermindern.

Tab. 38: Frakturverteilung von Vergleichsstudien zur dorsalen Versorgung des distalen Radius

Vergleichsstudien	Veröffentlichung	A	B	C1	C2	C3
Spiteri M [95]	2018	ausgeschlossen	100%			
Chen AC [83]	2017	13%	21%	38%	21%	8%
				67%		
De Smet A [85]	2016	ausgeschlossen		100%		
Disseldorp DJG [84]	2016	31%	6%	63%		
Wichlas F [92]	2014	23%	0%	7%	35%	53%
				95%		
Jakubietz MG [87]	2012	ausgeschlossen		45%	25%	30%
				100%		
Chou YC [93]	2011	ausgeschlossen		100%		
Jakubietz [89]	2008	ausgeschlossen		67%	20%	13%
				100%		
Suckel A [77]	2006	/		20%	62%	18%
				100%		
Ravi K [90]	2006	0	8%	92%		
Campbell DA [96]	2000	16%		84%		
Durchschnitt		17%	9%	35%	33%	24%
				91%		
Eigene Studie		2%	20%	12%	12%	55%
				78%		

4.4 Komplikationen

In ausgehender Recherche der Literatur zeigt sich nicht nur ein deutlicher Wandel der operativen Versorgung der distalen Radiusfraktur, sondern auch der verwendeten Platten zur Plattenosteosynthese. Insgesamt gibt es mittlerweile 4 Generationen der Plattenosteosynthese. Für diese Studie sind nur die ersten 3 Generationen relevant, da die Platte der vierten Generation sich genau der palmaren Radiusfläche anpasst, um eine Reibung der Flexoren darüber zu vermindern [110]:

Erste Generation

Diese Platten waren einfache nicht anatomisch geformte mono-axiale epiphysiale Platten oder T-Platten, welche in ihrer Form und Anzahl von epiphysialen Schrauben stark limitiert waren.

Zweite Generation

Die zweite Generation zeichnet sich durch die anatomische Form (low-profile) und erstmalige Verwendung von Verriegelungsschrauben aus. Die Winkelstabilität ermöglichte neue Möglichkeiten in der anterioren Fixation. Die erhöhte Rigidität ermöglicht eine sofortige Mobilisation, welches mit palmaren beziehungsweise dorsalen Platten ohne Verriegelungsschrauben nur schwer vorzustellbar ist [111].

Dritte Generation

Die dritte Generation zeichnet sich durch polyaxiale Verriegelungsschrauben aus. Der Chirurg entscheidet sozusagen, in welche Richtung die Schrauben verlaufen, nicht das Schraubengewinde der Platte. Dies wird als multidirektionale winkelstabile Platte bezeichnet. Somit kann zum Beispiel das radiale Styloid erreicht werden.

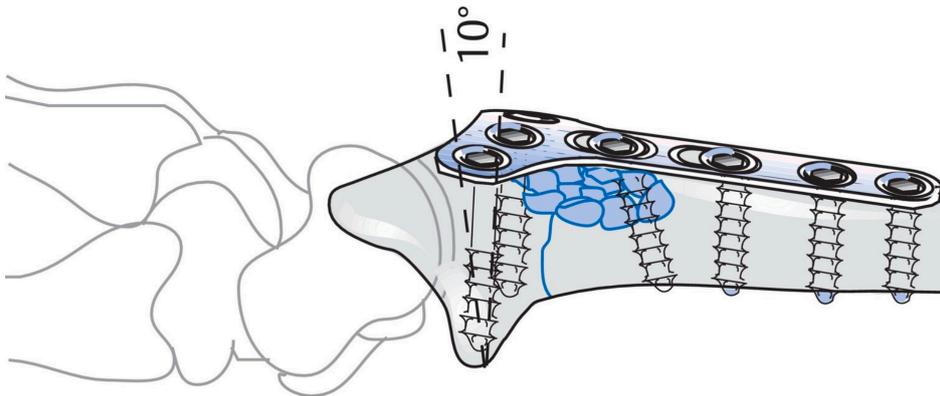


Abb.26: Dorsale Plattenosteosynthese einer distalen Radiusfraktur, Copyright: Thieme Verlag

Dieser Wandel ist wichtig für die Beurteilung der Komplikationen, da aufgrund hoher Komplikationsraten in der Vergangenheit die dorsale Plattenosteosynthese immer noch zurückhaltend angewandt wird [112]. Diese hohe Komplikationsrate ist allerdings häufig auf ältere Plattenmodelle zurück zu führen. Z. B. zeigte die Studie von Axelrod und McMurty 1990 eine Komplikationsrate von bis zu 50% [113]. Neuere Modelle senken das Aufreibungsrisiko der Strecksehnen durch dünnere, kleine Implantate mit abgeschrägten Kanten und tief verriegelnden Schrauben [79]. In der Studie von T.D. Rozental. [68] zum Beispiel treten alle Komplikationen in der erhabenen Platte auf und keine in den low-profile-Platten.

4.4.1 Komplikationen im Studienvergleich

Das Komplikationsrisiko ist in aktuellen Vergleichsstudien 18%. Somit liegt unsere Studie mit 16% knapp darunter. Siehe Tabelle 41.

Zu beachten ist, dass die Gesamtkomplikationsrate von Vergleichsstudien sehr unterschiedlich klassifiziert wurde. Es wurden z.B. je nach Studie zur Gesamtkomplikation intraartikulär platzierte Schrauben [92], Schraubenlockerung [83, 84], Steifheitsgefühl des Handgelenks [94] oder nur kurzfristige Dysästhesie [89] nach der Operation gezählt. Es ist auch ein Trend

einer zunehmender Komplikationsrate mit zunehmend älteren Studie zu sehen, dies ist besonders bei den pi-Platten deutlich [77, 89].

Durchschnittlich traten in den Vergleichsstudien von 2016 bis 2018 [83-85, 88, 94, 95] nur 0,3 % Sehnenrupturen auf während in den Studien von 2001-2006 [34, 68, 77, 90] eine Sehnenruptur durchschnittlich in 4,8 % der Fälle auftraten. In unserer Studie zeigten sich keine Sehnenruptur, keine Wundinfektion und keine langfristigen neurologische Ausfälle. Dies verdeutlicht, dass mit den modernen Platten zur dorsalen Versorgung des Radius ein sehr geringes Risiko für die gefürchtete Sehnenruptur besteht [83, 85, 88, 94, 95] . Wir empfehlen die Implantatentfernung aufgrund des Risikos einer möglichen Strecksehnenreizung mit möglicher Ruptur. Allerdings ließen sich 26% der Patienten nicht das Implantat entfernen. Mit einem durchschnittlichen Nachuntersuchungszeitraum von 5,4 Jahren zeigte sich trotzdem keine Sehnenruptur oder Reizung.

Unsere Probanden ohne Begleitverletzung des Handgelenks gaben keinen kontinuierlichen oder häufigen Ruheschmerz zum Nachuntersuchungszeitpunkt (4,5 Jahre postoperativ) an. Nur in 14% der Fälle wurden selten Ruheschmerz angegeben (selten definiert als höchstens 1 mal alle 2 Wochen), während 14% einen leichten Belastungsschmerz bei schwerer bis mittelschwerer manueller Belastung (Liegestützen, schwere Tür aufstoßen) angaben.

Das Vorkommen von Arthrose ist in unserer Studie mit 16% im Vergleich zu 28% [85, 87] tatsächlich niedriger als der Durchschnitt. Dies ist wider Erwarten, da unsere Studie mit einem durchschnittlichen Nachuntersuchungszeitraum von 54 Monaten Daten der Patienten wesentlich später erfasst, als das Patientenkollektiv aktueller Studien mit einem durchschnittlichen Nachuntersuchungszeitraum von 27 Monaten [77, 83-97].

Bei solch komplexen Frakturen des distalen Radius ist im Verlauf mit arthrotischen Veränderungen zu rechnen und mit einem doppelt so langen Nachuntersuchungszeitraum auch deutlich wahrscheinlicher aufzutreten.

Tab.: 39: Komplikationen aktueller Vergleichsstudien bei dorsaler Plattenosteosynthese

Vergleichsstudien	Komplikationsrisiko	Arthrose	Sehnenruptur	CRPS/Parästhesien
[95] 2018	11%	/	0%	/
[91] 2018	29%	/	/	12%
[83] 2017	13%	/	0%	/
[85] 2016	15%	15%	0%	/
[84] 2016	15%	/	2%	4%
[94] 2016	7,9%	/	0%	2,6%
[88] 2016	7%	/	0	0
[92] 2014	17%	/	2%	2%
[86] 2014	5%	/	0%	/
[87] 2012	40%	40%	10%	13%
[89] 2008	27%	/	0%	13%
[77] 2006	24%	/	4%	10%
[90] 2006	31%	/	8%	/
[68] 2003	32%	/	7%	/
[34] 2001/2002	3,0%	/	0%	0%
Durchschnitt	18%	28%	6%	6%
Eigene Studie	16%	16%	0%	0%
Vergleichsstudien	Wundinfektion	Anderes		
[95] 2018	/	Sehnenreizung: 9%, Loss of reduction:2%		
[91] 2018	0%	Verlangsamte Wundheilung: 12%, Anderes: 18%		
[83] 2017	/	Schraubenlockerung:4%, Weichteilverletzung: 8%		
[85] 2016	/	/		
[84] 2016	1%	Materiallockerung:3%, Wundheilung: 2%, Tendonitis: 4%		
[94] 2016	2,6%	Tensonitis:0%, Hardwear failure:0%, Stiffness:7,9%		
[88] 2016	/	Sehnenreizung: 7%		
[92] 2014	/	Tendonitis: 2%, Intraartikuläre Schraube 2%		
[86] 2014	/	Sehnenreizung: 5%		
[87] 2012	/	/		
[89] 2008	/	Transiente Dysästhesie (3 Mon.):7%, Sehnenreizung:7%		
[77] 2006	/	Schraubenlockerung: 4%, Carpaltunnelsyndrom:6%		
[90] 2006	4%	Plattenversagen: 4%, Sehnenreiz.: 8%, Entzündung: 8%		
[68] 2003	/	Tendonitis: 25%		
[34] 2001/2002	3%	N. radialis Läsion:0%, Sehnenprobleme:0%		
Durchschnitt	2%	/		
Eigene Studie	0%	/		

4.5 Bewegungsausmaß

Das in dieser Studie ausgemessene Bewegungsausmaß ist überdurchschnittlich höher als in aktuellen Vergleichsstudien in der Dorsalextension, Palmarflexion [68, 77, 83, 84, 90, 93, 94, 96] , Supination, Pronation [77, 83, 84, 90, 94, 96] , Radialabduktion und Ulnarabduktion [77, 83, 84, 90]. Siehe Tabelle 42. Es zeigt sich durchschnittlich keine Bewegungseinschränkung des frakturierten Handgelenks in der eigenen Studie. In unserer Studie zeigte keine signifikant verminderte Bewegung der Frakturseite im Vergleich zur Gegenseite in der Dorsalextension, Radialabduktion, Ulnarabduktion, Supination und Pronation. Lediglich in der Palmarflexion konnte ein signifikanter Unterschied berechnet werden, wobei eine durchschnittliche Palmarflexion von 93% der Gegenseite erreicht wurde. Eine lediglich eingeschränkte Palmarflexion entspricht den zu erwartenden Ergebnissen, da hauptsächlich die Palmarflexion mechanisch durch eine dorsale Plattenosteosynthese beeinträchtigt wird. Die im Studienvergleich besseren Bewegungsausmasse unserer Studie sind möglicherweise dadurch bedingt, dass unsere Studie eine der neusten ist. Ältere Studien führten zum großen Teil keine Retinaculumplastik durch und verwendeten dickere Platten welche ein größeres mechanisches Hindernis bieten.

Tab. 40: Bewegungsausmaße der Frakturseite aktueller Studien bei dorsaler Versorgung

Vergleichs- studien	Dorsalex- tension/°	Palmar- flexion/°	Radialab- duktion/°	Ulnarab- duktion/°	Sup- pination/°	Pro- nation/°
[83] 2017	54	52	15	15	75	71
[84] 2016	41	35	21	32	80	76
[87] 2012	92		47		141	
[93] 2011	97	87	/	/	98	
[68] 2003	69	48	/	/	157	
[94] 2016	54	48	44		82	80
[89] 2008	68		Kein sig. Unterschied zur palm. Gruppe		130	
[77] 2006	43	40	21	28	73	89
[90] 2006	45	54	14	29	82	86
[96] 2000	60	40	/	/	90	90
Durchschnitt	58	51	18	26	80	82
Eigene Studie	65	64	29	31	81	87

4.6 Radiologische Parameter

Präoperativ ergibt sich in den hier aufgelisteten Vergleichsstudien durchschnittlich eine Radiushöhe von 6mm [86, 88] , eine Ulnavarianz von 2mm [92, 93] , ein Radiopalmarwinkel von 14° [83, 88, 92, 93] und ein palmarer Kippwinkel von -16° [83, 88, 92, 93]. Siehe Tab. 43. In dieser Studie ergibt sich präoperativ ebenfalls ein negativer palmarer Kippwinkel von -3, ein ebenfalls niedriger Radiopalmarwinkel von 19°, ein Ulnavorschub von 0mm und eine Radiushöhe von 11mm. Diese Werte decken sich mit der computertomographisch gesicherten Indikationsstellung der dorsalen Versorgung des distalen Radius von dorsal mit einer niedrigen Radiushöhe und einem niedrigen Radiopalmarwinkel aufgrund von einer zentralen Gelenkeinstauchung und einem negativen palmaren Kippwinkel aufgrund von dorsaler Dislokation und Abkippung. [34] Postoperativ zeigt sich sowohl in dieser Studie als im Durchschnitt der Vergleichsstudien eine Aufrichtung der Gelenkfläche mit einem höheren Radiopalmarwinkel , einer geringeren dorsalen Abkippung [83, 84, 87-89, 91-93] und einer größeren Radiushöhe [83, 84, 87, 88].

Tab.41: Radiologische Parameter aktueller Vergleichsstudien bei dorsaler Plattenosteosynthese

Vergleichsstudien		Radius- höhe/mm	Ulnavarianz/ mm	Radiopalmar- winkel/ °	Palmare Kippwinkel/°
Babst RH [91] 2018	Präop.	/	/	/	/
	Postop.	/	0,03	22,1	3,5
Chen AC [83] 2017	Präop.	7,0	/	13,8	-14,9
	Postop.	10,3	/	20,1	0,4
Disseldorp DJ [84] 2016	Präop.	/	/	/	/
	Postop.	12	0,7	18	8
Kumar S [88] 2016	Präop.	5,34	/	13,45	-19,05
	Postop.	11,23	/	21,32	4,23
Wichlas F [92] 2014	Präop.	/	0,9	15,7	-12,8
	Postop.	/	-0,8	21,1	10,1
Jakubietz MG [87] 2012	Präop.	/	/	/	/
	Postop.	12	1,6	22	13

Vergleichsstudien		Radius- höhe/mm	Ulnavarianz/ mm	Radiopalmar- winkel/ °	Palmare Kippwinkel/°
Chou YC [93] 2011	Präop.	/	3,2	11	-23
	Postop.	/	-0,2	21	6
Jakubietz [89] 2008	Präop.	/	/	/	/
	Postop.	/	0,66	24	10
Suckel A [77] 2006	Postop.	/	Verkürzung: 59% keine 37%<2,1 4%>2mm	Abflachung: 71% keine 27%<6 2%>5	84%<5 10%<11 6%>10
Durchschnitt	Präop.	6,2	2,05	13,5	-16,0
	Postop.	11,4	0,3	21,2	6,9
Eigene Studie	Präop.	10,6	0,1	19,3	-3,1
	Postop.	12,1	0,6	21,4	6,8

/= nicht angegeben, Präop: Präoperativ, Postop.: Postoperativ

4.7 Kraftmessung

Unsere Studie ergab eine Griffstärke der Frakturseite von 37kg, welche 10 kg über dem Durchschnitt aktueller Vergleichsstudien liegt [83, 85, 112]. Siehe Tabelle 44. Dies ist ebenfalls darauf zurückzuführen dass die Vergleichsstudien teilweise ältere Operationsverfahren mit dickeren Plattendesigns verwenden welche ein mechanisches Hindernis bieten. Platten hatten in der Vergangenheit härtere Kanten oder mussten bei fehlender anatomischer Vorformung angebogen werden, welches wiederum zu scharfe Kanten führte und eine Sehnenverletzung mit folgender Muskelkraftminderung führte. Eine Retinaculumplastik und EPL-Sehnensubkutanverlagerung gehört ebenfalls zu neueren Verfahren und wurde selten wie in unserer Studie konsequent bei jedem Patientendurchgeführt. Dies schützt ebenfalls vor einer mechanischen Reizung und vermindert somit das Risikos einer EPL Sehnenruptur. Unsere Studie erreichte eine Griffkraft von durchschnittlich 92% der Gegenseite. In allen Kraftmessungen unserer Studie (Griffkraft, Fingergriffkraft und Pinzettengriffkraft) zeigte sich kein signifikanter Unterschied zur Gegenseite.

Tab. 42: Griffstärke aktueller Vergleichsstudien nach dorsaler Plattenosteosynthese

Vergleichsstudien	Veröffentlichung	Griffstärke/Dynamometer
Chen AC [83]	2017	22kg
De Smet A [85]	2016	30kg
Disseldorp DJ [84]	2016	28kg
Abe Y [94]	2016	72% der Gegenseite
Jakubietz MG [87]	2012	75% der Gegenseite
Jakubietz [89]	2008	65%
Suckel A [77]	2006	127mmHg (76%)
Ravi K [90]	2006	70% der Gegenseite
Campbell DA [96]	2000	76% der Gegenseite
Carter PR [97]	1998	87% der Gegenseite
Durchschnitt		27kg
Eigene Studie		37kg (92% der Gegenseite)

4.8 DASH und Gartland & Werley Score

4.8.1 DASH Score und Gartland & Werley Score im Studienvergleich

In den Vergleichsstudien ergab sich durchschnittlich ein DASH Score von 12,8 [68, 84, 86, 87, 94]. Siehe Tabelle 45.

Zu beachten ist wieder der deutlich kürzere Nachuntersuchungszeitraum der Vergleichsstudien zu unserer Studie mit 4,5 Jahren. Trotz dieses Unterschiedes zeigte sich lediglich ein DASH Score von nur 5,5 in unserer Studie. Vergleicht man dies mit dem DASH Score von älteren Studien zeigt sich im zeitlichen Verlauf mit der Modernisierung der verwendeten Implantate eine deutliche Verringerung der Einschränkungen. So beschreibt die Studie von J. Felderhoff et al 1999 einen durchschnittlichen DASH Score von 23,7 nach Versorgung mit der dorsalen Platte [112]. Durchschnittlich ergeben Vergleichsstudien einen Gartland und Werley Score von 4,5 [83, 87, 89, 93, 94] und ergeben somit durchschnittlich eine gute Funktion. In unserer Studie lag der Gartland und Werley Score deutlich niedriger bei 1,9 und beschreibt somit eine Sehr gute Funktion. Im Durchschnitt ergaben sich in den Vergleichsstudien bei 66% eine sehr gute Funktion, bei 28 % eine gute und bei 7% eine befriedigende Funktion und bei 2% eine schlechte Funktion [68, 72, 83, 86, 90, 93]. In unserer Studie ist ebenfalls das

Patientenkollektiv mit einer sehr guten Funktion mit 81% deutlich höher. Lediglich 13 % beschreiben eine gute Funktion und nur 7% eine befriedigende Funktion. Keiner eine schlechte Funktion. Ein besserer DASH und Gartland und Werley Score ist erstaunlich, da der Nachuntersuchungszeitraum unserer Studie im Studienvergleich deutlich höher liegt. Demnach lässt sich eine gute Aussage über das klinische Outcome mittelfristig nach dorsaler Plattenosteosynthese mit EPL-Sehnensubkutanverlagerung und Retinaculumplastik treffen. Diese Ergebnisse sind wie in den anderen Ergebnissen auf moderne konsequente Operationstechniken sowie modernen Plattendesigns zurückzuführen.

Tab. 43: Durchschnittlicher Gartland & Werley Score und DASH Score im Studienvergleich

Vergleichsstudien	Gartland & Werley Score	DASH
Chen AC [83] 2017	3,7: Sehr gut: 58%, Gut: 29%, Befriedigend: 13%	/
Disseldorp DJ [84] 2016	/	19,3
Abe Y [94] 2016	2,7	9,7 *
Matzon JL [86] 2014	Sehr gut: 75%, Gut: 20%, Befriedigend: 5%, Schlecht: 1%	6
Jakubietz MG [87] 2012	9,2	14,3
Chou YC [93] 2011	2,2: Sehr gut: 41%, Gut: 45%, Befriedigend: 14%	/
Jakubietz MG [89] 2008	4,86	/
Ravi K [90] 2006	Sehr gut und gut: 80,8%, Befriedigend: 11,5%, Schlecht: 7,7%	/
Osada D [72] 2004	Sehr gut: 88%, Gut: 12%	/
Rozental TD [68] 2003	Sehr gut: 68%, Gut: 32%	14,5
Durchschnitt	4,5: Sehr gut: 66%, Gut: 27,6%, Befriedigend: 7,3%, Schlecht: 1,5%	12,8
Eigene Studie	1,9, Sehr gut: 80%, Gut: 13%, Befriedigend: 7%	5,5

*Quick-Dash, /= keine Angaben

4.9 Schlussfolgerung

Die dorsale Plattenosteosynthese des distalen Radius beweist sich bei richtiger Indikationsstellung als sehr gute operative Therapiemethode mit tendenziell sinkender Komplikationsrate im Studienvergleich von aktuellen Studien [83-85, 88, 94, 95] zu älteren Studien [34, 68, 77, 90, 113] . Sie zeigt somit den erwarteten Fortschritt moderner Platten, sowie die Durchführung eines Retinaculumlappens über der Platte, mit einer besseren Funktion und niedrigeren Komplikationsraten. Die mittelfristigen Ergebnisse, die durchschnittlich 4,5 Jahre nach Untersuchung erfasst wurden, geben einen guten Überblick, mit was für einer Wahrscheinlichkeit mit Langzeitkomplikationen zu rechnen sind. Trotz einem Nachuntersuchungskollektiv von 52% C3 Frakturen und 52% Begleitverletzungen beziehungsweise 30% SL-Bandverletzungen zeigen sich langfristig keine signifikante Bewegungseinschränkung (außer in der Palmarflexion) und kein signifikanter Kraftverlust in der Fingergriffkraft, Griffkraft und Pinzettengriffkraft im Seitenvergleich. Die Palmarflexion zeigt zudem trotzdem ein durchschnittliches Bewegungsausmaß von 93% der Gegenseite. Kein Patient erlitt eine Sehnenruptur oder Nervenschädigung. Trotz der am häufigsten vorkommenden C3 Fraktur beklagten Patienten ohne Begleitverletzung des Handgelenks nur zu 14% einen seltenen Ruheschmerz (höchstens 1 mal alle 2 Wochen) und 14% einen leichten Belastungsschmerz bei mittelschwerer bis schwerer Belastung wie Liegestützen oder eine sehr schwere Tür aufzustoßen. Nur 1 Patient litt an einem Druckschmerz im distalen Radioulnargelenk. Da in dieser Studie die Ergebnisse im Schnitt 4,5 Jahre (min.: 1,4 Jahre max.: 9,2 Jahre) nach Operation evaluiert wurden, kann gut Rückschluss auf Langzeitfolgen dieser operativen Methode gestellt werden. Die typische Arthrose nach distaler Radiusfraktur trat mit 16% auf. Davon waren 8% nach dem Kellgran und Lawrence Score im Stadium 1 und 8% im Stadium 3. Alle Patienten mit Arthrose erlitten eine C3 Fraktur. Die Dorsalextension zeigte mit einem zweiseitigen P-Wert von 0,002 eine deutlich signifikante Bewegungseinschränkung bei Patienten mit C3 Fraktur im Vergleich zu Patienten ohne C3 Fraktur. Patienten ohne C3 Fraktur zeigten in allen 3 Kraftmessungen (Fingergriffkraft, Pinzettengriffkraft und Griffkraft) signifikant deutlich höhere

Ergebnisse als Patienten mit C3 Fraktur. Besonders die Griffkraft zeigte mit einem zweiseitigen P-Wert von 0,004 einen deutlichen Kraftverlust bei Patienten mit C3 Fraktur. Der Dash Score ist bei Patienten mit C3 Fraktur signifikant niedriger als bei Patienten ohne C3 Fraktur. Ohne C3 Fraktur ergeben sich lediglich 9% Ruhe- und 9% leichte Belastungsschmerzen und zu 0% eine Arthrose. Dies zeigt eine signifikante Häufung von Langzeitkomplikationen bei Patienten mit C3 Fraktur, welche in unserem Patientenkollektiv die häufigste Fraktur ist. Somit sind bei dem hier beschriebenen Patientenkollektiv mit komplexen Frakturen und einer hohen Anzahl an Begleitverletzung mit Langzeitkomplikationen, unabhängig von der Therapie, zu rechnen. Plattenspezifische Komplikationen wie eine Sehnenruptur konnte bei keinem Patienten nachgewiesen werden. Ebenfalls wurden sehr gute Werte des DASH Scores ohne einschränkende Begleitverletzung mit lediglich 5,5 insgesamt und im Patientenkollektiv ohne C3 Fraktur mit 1,9 erreicht. Der Gartland und Werley Score erzielte mit 1,9 durchschnittlich ein sehr gutes Ergebnis und im Patientenkollektiv ohne C3 Fraktur sogar einen Score von 1,2. Nicht zu vernachlässigen ist die in diesem Nachuntersuchungskollektiv häufige (30%) SL-Bandverletzung, die ebenfalls eine signifikant niedrigere Fingerkraft aufweist. Patienten ohne SL Bandverletzung weisen durchschnittlich einen höheren DASH und Gartland & Werley Score auf. Die Patienten benoten ihre Zufriedenheit des postoperativen funktionellen Ergebnisses zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung nach dem deutschen Schulnotensystem durchschnittlich mit einer $1,9 \pm 1$. Dies bestätigt, dass der Einsatz der dorsalen Plattenosteosynthese bei komplexer distaler Radiusfraktur bei richtiger computertomographisch gesicherter Indikation gerechtfertigt und eine gutes operatives Verfahren ist.

5 ZUSAMMENFASSUNG

In einem Zeitraum von 8 Jahren (01.01.2008 – 31.12.2015) wurden 51 Patienten am Universitätsklinikum Würzburg mit einer dorsalen Plattenosteosynthese bei distaler Radiusfraktur versorgt. Von diesen 51 Patienten konnten durchschnittlich 5 ± 2 Jahre postoperativ (1,4 – 9,2 Jahre) 90 % (46 Patienten) der Patienten nachuntersucht werden. Es wurden nur 6 % aller Patienten die eine Plattenosteosynthesen bei distaler Radiusfraktur innerhalb von 8 Jahren (01.01.2008 – 31.12.2015) am Universitätsklinikum Würzburg erhalten haben von dorsal versorgt. 94% der Plattenosteosynthesen bei distaler Radiusfraktur erfolgten von palmar. Zu Diesem Patientenkollektiv wurde ebenfalls eine klinische Studie mit den gleichen Auswertungsmethoden, Fragebögen und Untersuchungsgeräten wie in unserer Studie durchgeführt. Siehe (55). Die niedrige Fallzahl in diesem Zeitraum ist auf die seltene Indikationsstellung zur dorsalen Plattenosteosynthese zurückzuführen. Die Indikation wurde am Universitätsklinikum Würzburg fast ausschließlich computertomographisch präoperativ festgelegt und lag vor bei einer zentralen Gelenksimpression, dorsaler Fragmente und einer SL-Bandverletzung, welche per se von dorsal versorgt werden muss. Die Operationstechnik erfolgte immer mit einer Retinaculumplastik und EPL-Sehnen Subkutanverlagerung. Allen Patienten wurde eine Implantatentfernung nach 6 Monaten empfohlen, da auch Spätrupturen der Sehnen vorkommen können. Von den 46 nachuntersuchten Patienten zeigte sich ein sehr selektiertes Patientenkollektiv mit insgesamt 76% (35 Patienten) C Frakturen, über der Hälfte der Patienten hatte mit 52% (24 Patienten) eine C3 Fraktur, 30% (14 Patienten) SL-Bandverletzung und mehr als die Hälfte der Patienten (52%, 24 Patienten) hatte zudem eine relevante Begleitverletzung. Am Häufigsten davon die Frakturen am ipsilateralen Arm (9 Patienten, 20%), Karpusfrakturen (6 Patienten, 13%) und Polytrauma (6 Patienten, 13%). Das Patientengut zeigte sich selektiert aufgrund der sehr speziellen Indikationsstellung zur dorsalen Plattenosteosynthese, weshalb ein direkter Vergleich zur palmaren Plattenosteosynthese nicht möglich war. Die Studie dient dazu das klinische mittelfristige Outcome und die Komplikationsrate nach dorsaler Plattenosteosynthese darzustellen. Keiner der Patienten erlitt eine

Nervenverletzung, Revisionsoperation oder Sehnenschädigung. Interessant dabei zu erwähnen ist, dass sich nur 34 Patienten (74%) für eine Implantatentfernung entschieden, obwohl 6 Monate postoperativ allen Patienten eine Implantatentfernung empfohlen wurde. Trotzdem kam es zu keiner Sehnenschädigung. 4 Patienten (14%) ohne relevante Begleitverletzung gaben einen seltenen Ruheschmerz an, der höchstens einmal alle 2 Wochen auftrat. 7 Patienten (15%) gaben einen leichten Belastungsschmerz bei mittelschwerer bis schwerer Belastung an und 4 Patienten (16%) entwickelten eine nach distaler Radiusfraktur typische Arthrose. Alle Patienten mit Arthrose erlitten initial eine C3 Fraktur. Die Hälfte davon zeigte einen Kellgran & Lawrence Score von 1. Der Bewegungsumfang des Handgelenks zeigte in allen Bewegungsgraden keinen signifikanten Unterschied zwischen der Fraktur- und Gegenseite, außer in der Palmarflexion. Trotzdem erreichte die Palmarflexion der Frakturseite durchschnittlich 93% der Gegenseite. Folgende Kraftmessungen wurden durchgeführt: Fingerkraft (Vigrometer), Pinzettengriffkraft (Pinch-O-Meter) und Griffkraft (Dynamometer). In keiner Kraftmessung zeigte sich ein signifikanter Unterschied zwischen der Fraktur- und Gegenseite. Es wurden folgende radiologische Parameter erfasst: Palmare Kippwinkel, Radiopalmarwinkel, Ulnavarianz und Radiushöhe. Aufgrund der schweren Einstauchung und dorsalen Abkipfung präoperativ konnte postoperativ durchschnittlich nur eine annähernd normwertige Aufrichtung des palmaren Kippwinkels (von $-3,1^\circ$ auf $6,8^\circ$) und des Radiopalmarwinkels (von $19,3^\circ$ auf $21,4^\circ$) erreicht werden, dennoch zeigte sich eine deutliche Aufrichtung des Gelenks. Die Funktionseinschränkung zeigte sehr gute Ergebnisse mit einem durchschnittlichen DASH Score von $5,5 \pm 10$. Der Gartland & Werley Score zeigte in 80% ein sehr gutes in 13% ein gutes, in nur 7% ein befriedigendes und bei keinem Patienten ein schlechtes Ergebnis. Die allgemeine Zufriedenheit wurde von den Patienten nach dem deutschen Schulnotensystem mit durchschnittlich 1,9 bewertet. Die dorsale Plattenosteosynthese bei distaler Radiusfraktur empfiehlt sich demnach bei CT gesicherter Indikationsstellung und richtiger Technik als modernes, alternatives Osteosyntheseverfahren.

6 LITERATURVERZEICHNIS

Uncategorized References

1. Schünke M, S.E., Schumacher U et al., , Hrsg. *Prometheus Lern Atlas - Allgemeine Anatomie und Bewegungssystem. 3., überarbeitete und erweiterte Auflage. Thieme; 2011. 2011.*
2. Alffram, P.A. and G.C. Bauer, *Epidemiology of fractures of the forearm. A biomechanical investigation of bone strength. J Bone Joint Surg Am, 1962. 44-a: p. 105-14.*
3. Oestern, H.J., *Distale Radiusfrakturen Teil I. Grundlagen und konservative Therapie. Der Chirurg, 1999. 70(10): p. 1180-1192.*
4. O'Neill, T.W., et al., *Incidence of distal forearm fracture in British men and women. Osteoporos Int, 2001. 12(7): p. 555-8.*
5. Cummings, S.R., et al., *Epidemiology of osteoporosis and osteoporotic fractures. Epidemiol Rev, 1985. 7: p. 178-208.*
6. Prof. Dr. Klaus Michael Stürmer, P.D.F.B., Prof. Dr. Klaus Dresing, Prof. Dr. Karl-Heinz Frosch, Doz. Dr. Heinz Kuderna, Dr. Rainer Kübke, Prof. Dr. Wolfgang Linhart , Dr. Lutz Mahlke, Prof. Dr. Norbert M. Meenen, Prof. Dr. Jürgen Müller-Färber, Prof. Dr. Gerhard Schmidmaier, Priv.-Doz. Dr. Dorien Schneidmüller *Distale Radiusfraktur ICD-10 S52.50 Leitlinien Unfallchirurgie – überarbeitete Leitlinie AWMF-Nr. 012 – 015. 2015 10.02.2015 Available from: https://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/012-015l_S2e_Distale_Radiusfraktur_2015-02-abgelaufen.pdf.*
7. Nellans, K.W., E. Kowalski, and K.C. Chung, *The epidemiology of distal radius fractures. Hand Clin, 2012. 28(2): p. 113-25.*
8. Padedgimas, E.M. and D.A. Osei, *Evaluation and treatment of osteoporotic distal radius fracture in the elderly patient. Curr Rev Musculoskelet Med, 2013. 6(1): p. 41-6.*
9. McKay, S.D., et al., *Assessment of complications of distal radius fractures and development of a complication checklist. J Hand Surg Am, 2001. 26(5): p. 916-22.*

10. Awan, H. and R. Goitz, *MRI Correlation of Radial Head Fractures and Forearm Injuries*. Hand (N Y), 2017. **12**(2): p. 145-149.
11. Michael Schünke, E.S., Udo Schumacher, Markus Voll, Karl H. Wesker, *Allgemeine Anatomie und Bewegungssystem*, in *Prometheus, Allgemeine Anatomie und Bewegungssystem Thieme*, K. Wesker, Editor. 2014.
12. Cerezal, L., et al., *Imaging findings in ulnar-sided wrist impaction syndromes*. Radiographics, 2002. **22**(1): p. 105-21.
13. Backhouse, K., *The Wrist By Julio Taleisnik. 442 pages. Illustrations. Index. Bibliography. £80. Churchill Livingstone, New York, Edinburgh, London and Melbourne. 1985 ISBN 0-443-08134-4*. Journal of Hand Surgery, 1986. **11**(3): p. 483-483.
14. Gajdos, R., J. Pilny, and A. Pokorna, *[Injury to the Scapholunate Ligament in Distal Radius Fractures: Peri-Operative Diagnosis and Treatment Results]*. Acta Chir Orthop Traumatol Cech, 2016. **83**(5): p. 336-343.
15. L., B., *Die funktionelle Behandlung der typischen Radiusbrüche auf anatomischer und physiologischer Grundlage*. . München Med. 1919, 1919. **U 66: 1185**.
16. De, P.A., *Comminuted fractures of the distal end of the radius treated by ulnar pinning*. J Bone Joint Surg Am, 1952. **24 a**(3): p. 651-62.
17. Willenegger, H. and A. Guggenbuhl, *[Operative treatment of certain cases of distal radius fracture]*. Helv Chir Acta, 1959. **26**(2): p. 81-94.
18. Kapandji, A., *[Internal fixation by double intrafocal plate. Functional treatment of non articular fractures of the lower end of the radius (author's transl)]*. Ann Chir, 1976. **30**(11-12): p. 903-8.
19. Sauve, L., *Nouvelle technique de traitement chirurgical des luxations recidivantes isolees de l'extremite inferieure du cubitus*. J Chir, 1936. **47**: p. 589-594.
20. Bartosh, R.A. and M.J. Saldana, *Intraarticular fractures of the distal radius: a cadaveric study to determine if ligamentotaxis restores radiopalmar tilt*. J Hand Surg Am, 1990. **15**(1): p. 18-21.

21. Hoffmann, T.F., R. Ruppert, and D. Renneker, *[Treatment results after surgical therapy of distal radius fractures]*. Unfallchirurg, 1994. **97**(9): p. 472-7.
22. Zemel, N.P., *The prevention and treatment of complications from fractures of the distal radius and ulna*. Hand Clin, 1987. **3**(1): p. 1-11.
23. Pechlaner, S., *[Distal intra-articular radius fractures. Indications for and technique of open reduction and plate osteosynthesis]*. Orthopade, 1993. **22**(1): p. 46-51.
24. Peterson, T., K. Dresing, and G. Schmidt, *Druckmessung im Karpalkanal bei distaler Radiusfraktur; Pressure measurement in the carpal tunnel following distal fractures of the radius*. Der Unfallchirurg, 1993. **96**(4): p. 217-223.
25. Schwabe, G., Petzholdt, W., Tonner, P. , *Die distale Radiusfraktur* Chirurgische Praxis 1984. **33**, **149- 156**
26. Weller, S., *Die konservative Behandlung, Bericht über die unfallchirurgische Tagung im ICC 1990*. Unfallmedizinische Tagung der Landesverbände der gewerblichen Berufsgenossenschaften , 1990. **Heft 73, 201- 208**
27. Medartis. *Produktinformation Arthrodesen-System 2.0/ 2.3, 2.5*. APTUS®Hand / Wrist 2019; Available from: https://www.medartis.com/downloadcenter_brochures//product_brochures/DE/WRIST-08000000_v4_Produktinformation_Arthrodesen_System.pdf.
28. Frank, J., H. Pralle, and I. Marzi, *Funktionelle Anatomie und Biomechanik des Handgelenkes und distalen Radioulnargelenkes*. OP-JOURNAL, 2003. **19**(01): p. 4-9.
29. Peterson, T., K. Dresing, and G. Schmidt, *[Measuring pressure in the carpal tunnel in distal radius fracture]*. Unfallchirurg, 1993. **96**(4): p. 217-23.
30. Hotz, T.K., *Osteosynthese distaler Radiusfrakturen mit der Kirschner-Draht-Osteosynthese*. OP-JOURNAL, 2003. **19**(01): p. 21-27.

31. Leipzig, S.D.O., *Fixateur externe am Handgelenk*, in *Symposium Dynamische Osteosynthese Leipzig, September (1994)*. 1994, Symposium Dynamische Osteosynthese Leipzig: Leipzig.
32. Tscherne, H. and J. Jahne, [*Current status of the treatment of distal radius fracture*]. *Unfallchirurg*, 1990. **93**(4): p. 157-64.
33. Tscherne, H. and B.W. Wippermann, [*Conservative treatment in fractures of the upper limb*]. *Chirurg*, 1990. **61**(11): p. 752-60.
34. Siebert, H.R., *Plattenosteosynthese von dorsal*. *OP-JOURNAL*, 2003. **19**(01): p. 34-40.
35. Hahnloser, D., et al., *Internal fixation of distal radius fractures with dorsal dislocation: pi-plate or two 1/4 tube plates? A prospective randomized study*. *J Trauma*, 1999. **47**(4): p. 760-5.
36. AO Foundation, D., Switzerland; Orthopaedic Trauma Association, IL, US, *Fracture and Dislocation Classification compendium 2018* *Journal of orthopaedic Trauma*, 2018. **32**.
37. Basten K, H.M., Rommens PM *Die operative Behandlung der distalen Radiusfraktur durch T-Plattenosteosynthese* *Akt Traumatol* 1999. **29**, **137-143**.
38. Baierlein, S.A., *Abbildungsnachweis*, in *23-A extraartikuläre Frakturen des distalen Radius und der distalen Ulna*, S.A. Baierlein, Editor. 2011, Georg Thieme Verlag: Stuttgart.
39. Baierlein, S.A., *Abbildungsnachweis*, in *23-B partiell-artikuläre Frakturen des distalen Radius und der distalen Ulna*, S.A. Baierlein, Editor. 2011, Georg Thieme Verlag: Stuttgart.
40. Baierlein, S.A., *Abbildungsnachweis*, in *23-C vollständige intraartikuläre Frakturen des distalen Radius und der distalen Ulna* S.A. Baierlein, Editor. 2011, Georg Thieme Verlag: Stuttgart.
41. Offenbacher, M., et al., *Validation of a German version of the 'Disabilities of Arm, Shoulder and Hand' questionnaire (DASH-G)*. *Z Rheumatol*, 2003. **62**(2): p. 168-77.
42. Gartland, J.J., Jr. and C.W. Werley, *Evaluation of healed Colles' fractures*. *J Bone Joint Surg Am*, 1951. **33-a**(4): p. 895-907.

43. Medoff, R.J., *Essential radiographic evaluation for distal radius fractures*. Hand Clin, 2005. **21**(3): p. 279-88.
44. Nijs, S. and P.L. Broos, *Fractures of the distal radius: a contemporary approach*. Acta Chir Belg, 2004. **104**(4): p. 401-12.
45. Ochman, S., et al., *Ist die Behandlung der instabilen distalen Radiusfraktur beim älteren Menschen mittels Fixateur externe nicht mehr indiziert?* Der Unfallchirurg, 2006. **109**(12): p. 1050-1057.
46. Kuner E, S.V., *Frakturen am distalen Unterarm.* , in Hrsg. *Traumatologie*. 5. Aufl. Stuttgart: Thieme. 1995.
47. Moore E, F.D., Mattox K, Meyer F. , *Distal Radius Fractures.* , in Hrsg. *Trauma*. 5. Aufl. New York: McGraw-Hill. 2004.
48. Füleßl H, M.M., Hrsg. *Duale Reihe Anamnese und Klinische Untersuchung*. 6., aktualisierte Auflage. . 2018, Stuttgart:: Thieme; .
49. Altissimi, M., et al., *Long-term results of conservative treatment of fractures of the distal radius*. Clin Orthop Relat Res, 1986(206): p. 202-10.
50. Bacorn, R.W. and J.F. Kurtzke, *Colles' fracture; a study of two thousand cases from the New York State Workmen's Compensation Board*. J Bone Joint Surg Am, 1953. **35-a**(3): p. 643-58.
51. Bradway, J.K., P.C. Amadio, and W.P. Cooney, *Open reduction and internal fixation of displaced, comminuted intra-articular fractures of the distal end of the radius*. J Bone Joint Surg Am, 1989. **71**(6): p. 839-47.
52. Chapman, D.R., et al., *Complications of distal radial fractures: pins and plaster treatment*. J Hand Surg Am, 1982. **7**(5): p. 509-12.
53. Cooney, W.P., 3rd, J.H. Dobyns, and R.L. Linscheid, *Complications of Colles' fractures*. J Bone Joint Surg Am, 1980. **62**(4): p. 613-9.
54. Frykman, G., *Fracture of the distal radius including sequelae--shoulder-hand-finger syndrome, disturbance in the distal radio-ulnar joint and impairment of nerve function. A clinical and experimental study*. Acta Orthop Scand, 1967: p. Suppl 108:3+.

55. Lauber, P. and K.M. Pfeiffer, [*Open osteosynthesis of distal radius fractures. Results and long-term follow-up*]. *Unfallheilkunde*, 1984. **87**(5): p. 185-95.
56. Lidstrom, A., *Fractures of the distal end of the radius. A clinical and statistical study of end results*. *Acta Orthop Scand Suppl*, 1959. **41**: p. 1-118.
57. Scheck, M., *Long-term follow-up of treatment of comminuted fractures of the distal end of the radius by transfixation with Kirschner wires and cast*. *J Bone Joint Surg Am*, 1962. **44-a**: p. 337-51.
58. Jupiter, J.B., *Current concepts review fractures of the distal end of the radius*. *Journal of bone and joint surgery. American volume*, 1991. **73**(3): p. 461-469.
59. Jupiter, J.B. and H. Lipton, *The operative treatment of intraarticular fractures of the distal radius : Extensive articular fractures*. *Clinical orthopaedics and related research*, 1993(292): p. 48-61.
60. McQueen, M. and J. Caspers, *Colles fracture: does the anatomical result affect the final function?* *J Bone Joint Surg Br*, 1988. **70**(4): p. 649-51.
61. McQueen, M.M., A. MacLaren, and J. Chalmers, *The value of remanipulating Colles' fractures*. *J Bone Joint Surg Br*, 1986. **68**(2): p. 232-3.
62. Prommersberger, K.-J., K. Beyermann, and U. Lanz, *Die radioskapholunäre Fusion des Handgelenks*. *Operative Orthopädie und Traumatologie*, 2003. **15**(4): p. 445-462.
63. Rikli, D.A., K. Kupfer, and A. Bodoky, *Long-term results of the external fixation of distal radius fractures*. *J Trauma*, 1998. **44**(6): p. 970-6.
64. Rikli, D.A. and P. Regazzoni, *Fractures of the distal end of the radius treated by internal fixation and early function. A preliminary report of 20 cases*. *J Bone Joint Surg Br*, 1996. **78**(4): p. 588-92.
65. Stewart, H.D., A.R. Innes, and F.D. Burke, *Factors affecting the outcome of Colles' fracture: an anatomical and functional study*. *Injury*, 1985. **16**(5): p. 289-95.

66. Jakob, M., D.A. Rikli, and P. Regazzoni, *Fractures of the distal radius treated by internal fixation and early function. A prospective study of 73 consecutive patients.* J Bone Joint Surg Br, 2000. **82**(3): p. 340-4.
67. Peine, R., et al., *Comparison of three different plating techniques for the dorsum of the distal radius: a biomechanical study.* J Hand Surg Am, 2000. **25**(1): p. 29-33.
68. Rozental, T.D., P.K. Beredjiklian, and D.J. Bozentka, *Functional outcome and complications following two types of dorsal plating for unstable fractures of the distal part of the radius.* J Bone Joint Surg Am, 2003. **85**(10): p. 1956-60.
69. Voigt, C., et al., *[Volar locking plating for distal radial fractures. Is osteoporosis associated with poorer functional results and higher complications rates?]*. Chirurg, 2012. **83**(5): p. 463-71.
70. Rikli, D.A., A. Businger, and R. Babst, *Die dorsale Doppelplattenosteosynthese am distalen Radius.* Operative Orthopädie und Traumatologie, 2005. **17**(6): p. 624-640.
71. Herron, M., A. Faraj, and M.A. Craigen, *Dorsal plating for displaced intra-articular fractures of the distal radius.* Injury, 2003. **34**(7): p. 497-502.
72. Osada, D., et al., *Dorsal plating for comminuted intra-articular fractures of the distal end of the radius.* Hand Surg, 2004. **9**(2): p. 181-90.
73. Ring, D., et al., *Prospective multicenter trial of a plate for dorsal fixation of distal radius fractures.* J Hand Surg Am, 1997. **22**(5): p. 777-84.
74. Sanchez, T., et al., *Complications after Pi Plate osteosynthesis.* Plast Reconstr Surg, 2005. **116**(1): p. 153-8.
75. Schnur, D.P. and B. Chang, *Extensor tendon rupture after internal fixation of a distal radius fracture using a dorsally placed AO/ASIF titanium pi plate.* Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen/Association for the Study of Internal Fixation. Ann Plast Surg, 2000. **44**(5): p. 564-6.
76. Shyam Kumar, A.J., *Dorsal plating for displaced intra-articular fractures of the distal radius [Injury 2003;34:497-502].* Injury, 2005. **36**(1): p. 236.

77. Suckel, A., S. Spies, and P. Munst, *Dorsal (AO/ASIF) pi-plate osteosynthesis in the treatment of distal intraarticular radius fractures*. J Hand Surg Br, 2006. **31**(6): p. 673-9.
78. Lutsky, K., M. Boyer, and C. Goldfarb, *Dorsal locked plate fixation of distal radius fractures*. J Hand Surg Am, 2013. **38**(7): p. 1414-22.
79. Tavakolian, J.D. and J.B. Jupiter, *Dorsal plating for distal radius fractures*. Hand Clin, 2005. **21**(3): p. 341-6.
80. Lutsky, K., et al., *Dorsal fixation of intra-articular distal radius fractures using 2.4-mm locking plates*. Tech Hand Up Extrem Surg, 2009. **13**(4): p. 187-96.
81. Kamath, A.F., D. Zurakowski, and C.S. Day, *Low-profile dorsal plating for dorsally angulated distal radius fractures: an outcomes study*. J Hand Surg Am, 2006. **31**(7): p. 1061-7.
82. Simic, P.M., et al., *Treatment of distal radius fractures with a low-profile dorsal plating system: an outcomes assessment*. J Hand Surg Am, 2006. **31**(3): p. 382-6.
83. Chen, A.C., Y.C. Chou, and C.Y. Cheng, *Distal radius fractures: Minimally invasive plate osteosynthesis with dorsal bicolumnar locking plates fixation*. Indian J Orthop, 2017. **51**(1): p. 93-98.
84. Disseldorp, D.J., et al., *Dorsal or Volar Plate Fixation of the Distal Radius: Does the Complication Rate Help Us to Choose?* J Wrist Surg, 2016. **5**(3): p. 202-10.
85. De Smet, A., et al., *Dorsal approach and internal fixation of impacted intra-articular distal radius fractures with 2.4 mm locking plates*. Hand Surg Rehabil, 2016. **35**(3): p. 203-209.
86. Matzon, J.L., J. Kenniston, and P.K. Beredjiklian, *Hardware-related complications after dorsal plating for displaced distal radius fractures*. Orthopedics, 2014. **37**(11): p. e978-82.
87. Jakubietz, M.G., J.G. Gruenert, and R.G. Jakubietz, *Palmar and dorsal fixed-angle plates in AO C-type fractures of the distal radius: is there an advantage of palmar plates in the long term?* J Orthop Surg Res, 2012. **7**(1): p. 8.

88. Kumar, S., A.N. Khan, and S.V. Sonanis, *Radiographic and functional evaluation of low profile dorsal versus volar plating for distal radius fractures*. J Orthop, 2016. **13**(4): p. 376-82.
89. Jakubietz, R.G., et al., *A randomised clinical study comparing palmar and dorsal fixed-angle plates for the internal fixation of AO C-type fractures of the distal radius in the elderly*. J Hand Surg Eur Vol, 2008. **33**(5): p. 600-4.
90. Gangopadhyay, S., K. Ravi, and G. Packer, *Dorsal plating of unstable distal radius fractures using a bio-absorbable plating system and bone substitute*. J Hand Surg Br, 2006. **31**(1): p. 93-100.
91. Sa-Ngasoongsong, P., et al., *Comparison of fracture healing and long-term patient-reported functional outcome between dorsal and volar plating for AO C3-type distal radius fractures*. Eur J Trauma Emerg Surg, 2019.
92. Wichlas, F., et al., *Complication rates and reduction potential of palmar versus dorsal locking plate osteosynthesis for the treatment of distal radius fractures*. J Orthop Traumatol, 2014. **15**(4): p. 259-64.
93. Chou, Y.C., et al., *Dorsal and volar 2.4-mm titanium locking plate fixation for AO type C3 dorsally comminuted distal radius fractures*. J Hand Surg Am, 2011. **36**(6): p. 974-81.
94. Abe, Y., S. Tokunaga, and T. Moriya, *Management of Intra-Articular Distal Radius Fractures: Volar or Dorsal Locking Plate-Which Has Fewer Complications?* Hand (N Y), 2017. **12**(6): p. 561-567.
95. Spiteri, M., et al., *Three Year Review of Dorsal Plating for Complex Intra-Articular Fractures of the Distal Radius*. J Hand Surg Asian Pac Vol, 2018. **23**(2): p. 221-226.
96. Campbell, D.A., *Open reduction and internal fixation of intra articular and unstable fractures of the distal radius using the AO distal radius plate*. J Hand Surg Br, 2000. **25**(6): p. 528-34.
97. Carter, P.R., H.A. Frederick, and G.F. Laseter, *Open reduction and internal fixation of unstable distal radius fractures with a low-profile plate:*

- a multicenter study of 73 fractures. J Hand Surg Am, 1998. 23(2): p. 300-7.*
98. Alotaibi, N.M., S.H. Aljadi, and H.N. Alrowayeh, *Reliability, validity and responsiveness of the Arabic version of the Disability of Arm, Shoulder and Hand (DASH-Arabic). Disabil Rehabil, 2016. 38(25): p. 2469-78.*
 99. Hammond, A., Y. Prior, and S. Tyson, *Linguistic validation, validity and reliability of the British English versions of the Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand (DASH) questionnaire and QuickDASH in people with rheumatoid arthritis. BMC Musculoskeletal Disorders, 2018. 19(1): p. 118.*
 100. Changulani, M., et al., *Outcome evaluation measures for wrist and hand: which one to choose? Int Orthop, 2008. 32(1): p. 1-6.*
 101. Smith, M.V., et al., *Upper extremity-specific measures of disability and outcomes in orthopaedic surgery. J Bone Joint Surg Am, 2012. 94(3): p. 277-85.*
 102. Kroon, F.P.B., et al., *Performance of the Michigan Hand Outcomes Questionnaire in hand osteoarthritis. Osteoarthritis Cartilage, 2018. 26(12): p. 1627-1635.*
 103. Lam, N.W., et al., *Normative data for hand grip strength and key pinch strength, stratified by age and gender for a multiethnic Asian population. Singapore Med J, 2016. 57(10): p. 578-584.*
 104. Roberts, H.C., et al., *A review of the measurement of grip strength in clinical and epidemiological studies: towards a standardised approach. Age Ageing, 2011. 40(4): p. 423-9.*
 105. De Dobbeleer, L., et al., *Martin Vigorimeter assesses muscle fatigability in older adults better than the Jamar Dynamometer. Exp Gerontol, 2018. 111: p. 65-70.*
 106. Neumann, S., et al., *Comparison of the Grip Strength Using the Martin-Vigorimeter and the JAMAR-Dynamometer: Establishment of Normal Values. In Vivo, 2017. 31(5): p. 917-924.*
 107. Shin, H., et al., *Reliability of the pinch strength with digitalized pinch dynamometer. Ann Rehabil Med, 2012. 36(3): p. 394-9.*

108. Mathiowetz, V., et al., *Reliability and validity of grip and pinch strength evaluations*. J Hand Surg Am, 1984. **9**(2): p. 222-6.
109. Nizamis, K., et al., *A Novel Setup and Protocol to Measure the Range of Motion of the Wrist and the Hand*. Sensors (Basel), 2018. **18**(10).
110. Obert, L., et al., *Fixation of distal radius fractures in adults: a review*. Orthop Traumatol Surg Res, 2013. **99**(2): p. 216-34.
111. Levin, S.M., et al., *Biomechanical evaluation of volar locking plates for distal radius fractures*. Hand (N Y), 2008. **3**(1): p. 55-60.
112. Felderhoff, J., et al., *The operative therapy of distal unstable radius fractures with dorsal and volar plates. A retrospective study with respect to the DASH-score system*. Orthopade, 1999. **28**(10): p. 853-863.
113. Axelrod, T.S. and R.Y. McMurtry, *Open reduction and internal fixation of comminuted, intraarticular fractures of the distal radius*. J Hand Surg Am, 1990. **15**(1): p. 1-11.

7. ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abb. 1: Dorsale Ansicht auf die knöchernen Struktur und Gelenkebenen des Handgelenks(11).....	2
Abb. 2: Bandapparat des Handgelenks von palmar (oben) und dorsal (unten) (13).....	3
Abb. 3: Strecksehnen der Hand (Handgelenk von dorsal) (1).....	4
Abb. 4: Verwendete Implantate für die dorsale Plattenosteosynthese des distalen Radius (27).....	8
Abb. 5: Bildliche Darstellung der operativen dorsalen Versorgung einer distalen Radiusfraktur mit einer Rahmenplatte (Medartis 2,5mm).....	11-13
Abb. 6: AO-Klassifikation des Handgelenks (38-40).....	19-21
Abb. 7: Darstellung des Radiopalmarwinkels, palmaren Kippwinkel, Ulnarvarianz & Radiushöhe.....	29
Abb.8: Geschlechtsverteilung innerhalb der Altersgruppen n=46 Patienten.....	33
Abb. 9: Verteilung der Frakturseite und Händigkeit im Nachuntersuchungskollektiv.....	33
Abb. 10: Altersverteilung in Bezug auf den Unfallhergang im Nachuntersuchungskollektiv.....	34
Abb. 11: Verteilung der Frakturtypen nach AO Klassifikation des Nachuntersuchungskollektivs.....	36
Abb. 12: Bewegungsumfänge des Handgelenks (48).....	44
Abb. 13: Bewegungsumfang des Nachuntersuchungskollektiv der Frakturseite im Vergleich zur Gegenseite (Balken=Mittelwert).....	46
Abb. 14: Bewegungsumfang im Geschlechtsvergleich (Balken = Mittelwert)....	47
Abb. 15: Bewegungsumfang im Altersvergleich (Balken = Mittelwert).....	48
Abb. 16: Bewegungsumfang von Patienten mit und ohne C3 Fraktur (Balken = Mittelwert).....	49
Abb. 17: Bewegungsumfang von Patienten mit & ohne SL-Bandverletzung (Balken = Mittelwert).....	50

Abb. 18: Mittelwert (gerahmter Box), Standardabweichung und Median (im Balken) der Kräftemessungen des Nachuntersuchungskollektivs im Vergleich zur Gegenseite.....	51
Abb. 19: Mittelwert (gerahmt), SD und Median (Balken) in der Kraftmessung der Frakturseite im Geschlechtsvergleich.....	52
Abb. 20: Mittelwert (gerahmt), SD und Median (Balken) der frakturseitigen Kräftemessungen des Nachuntersuchungskollektivs im Altersvergleich.....	53
Abb. 21: Mittelwert (gerahmt), SD und Median (Balken) der frakturseitigen Kräftemessungen des Nachunter-suchungskollektivs im Vergleich von Patienten mit und ohne C3 Fraktur	53/54
Abb. 22: Mittelwert (gerahmt), SD und Median (Balken) der frakturseitigen Kräftemessungen des Nachunter-suchungskollektivs im Vergleich von Patienten mit & ohne SL-Bandverletzung.....	54
Abb. 23: Prä- und Postoperative Bildgebung eines Patienten mit distaler Radiusfraktur und Versorgung mit einer dorsalen Rahmenplatte.....	57
Abb. 24: Ergebnisse des Gartland & Werley Scores im Nachuntersuchungskollektiv.....	60
Abb. 25: Zufriedenheit des Nachuntersuchungskollektivs in deutschen Schulnoten	65
Abb.26: Dorsale Plattenosteosynthese einer distalen Radiusfraktur.....	77

Anhang

DASH Fragebogen

DISABILITIES OF THE ARM, SHOULDER AND HAND

DER

DASH-Fragebogen

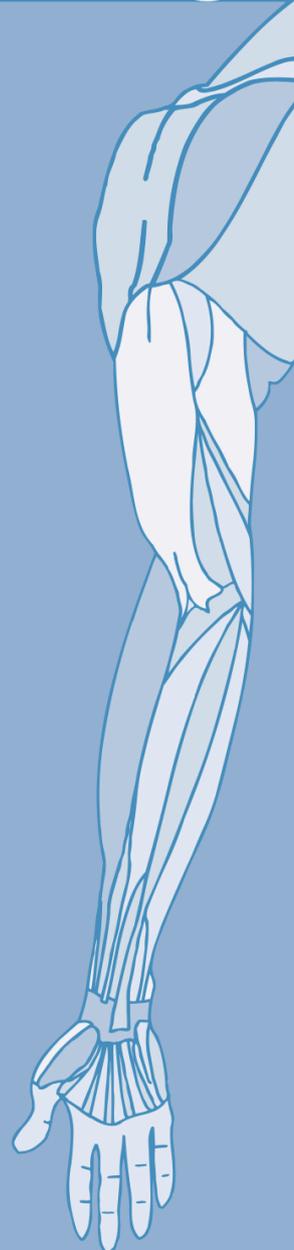
ANLEITUNG

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

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

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

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



© Institute for Work & Health 2006. All rights reserved.

Deutsche Version:
Günter Germann, Angela Harth, Gerhard Wind, Erhan Demir.
University of Heidelberg.

DISABILITIES OF THE ARM, SHOULDER AND HAND

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

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

DISABILITIES OF THE ARM, SHOULDER AND HAND

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

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

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

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

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

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

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

Keine 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

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

wobei n der Anzahl der beantworteten Fragen entspricht

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

DISABILITIES OF THE ARM, SHOULDER AND HAND

SPORT- UND MUSIK-MODUL (OPTIONAL)

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

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

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

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

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

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

ARBEITS- UND BERUFS-MODUL (OPTIONAL)

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

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

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

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

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

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



Institute
for Work &
Health

Research Excellence
Advancing Employee
Health

INSTITUTE FOR WORK & HEALTH 2006. ALL RIGHTS RESERVED.

Score nach Gartland und Werley

Anwendung	Radiusfraktur	
Anmerkung	Score nverlgeicht Hand nicht mit der Gegenseite	
Residuale Deformitä	Prominentes Ulnar Styloid	1
	Residuale dorsale Abkippung	2
	Radiale Deviation der Hand	3
Subjektive Evaluation	Sehr gut: Keine Schmerzen, Behinderung oder Bewegungseinschränkung	0
	Gut: Selten Schmerzen, leichte Bewegungseinschränkung, keine Behinderung	2
	Befriedigend: Selten Schmerzen, leichte Bewegungseinschränkung, Schwächegefühl im Handgelenk, keine Beschwerden bei schonender Handhabung, leichte Behinderung bei Aktivität	4
	Schlecht: Schmerzen, Bewegungseinschränkung, Behinderung, Aktivitäten mehr oder weniger merklich eingeschränkt	6
Objektive Evaluation *	Verlust der Dorsalflexion	5
	Verlust der Ulnardeviation	3
	Verlust der Suppination	2
	Verlust der Palmarflexion	1
	Verlust der Radialdeviation	1
	Verlust der Pronation	1
	Schmerzen im distalen Radioulnargelenk	1
Komplikationen	Minimale Arthrose	1
	Minimale Arthrose mit Schmerzen	3

	Moderate Arthrose	2
	Moderate Arthrose mit Schmerzen	4
	Schwere Arthrose	3
	Schwere Arthrose mit Schmerzen	5
	Nervenkomplikationen	1-3
	Schlechte Fingerfunktion durch Gips	1-3
Ergebnisse	Sehr gut	0-2
	Gut	3-8
	Befriedigend	9- 20
	Schlecht	>20
<p>* Die objektive Evaluation basiert auf folgenden Bewegungsumfängen, welche mindestens erreicht werden müssen um sich als eine normale Funktion zu qualifizieren:</p> <p>Dorsalflexion: 45° Palmarflexion: 30° Radialdeviation: 15° Ulnardeviation: 15° Pronation: 50° Supination: 50°</p>		

Klinische Nachuntersuchung nach distalen Radiusfrakturen

Fallnummer:

Untersuchungsdatum:

Name:

Geburtsdatum:

Geschlecht: weiblich

männlich

Gewicht in kg:

Größe in cm:

Händigkeit: Rechtshänder Linkshänder

Fraktur: re li offen geschlossen

Gegenseite gesund: ja nein – Grund:

Unfalldatum:

Alter zum Unfallzeitpunkt:

Operationsdatum:

Implantatwechsel: nein ja – Datum:

Implantatentfernung: nein ja – Datum:

Externe Röntgenbilder vorhanden? ja nein

Genehmigung für externe Röntgenbilder vorhanden? ja nein

Lokale Vorschädigungen: Fraktur Arthrose Sonstige:

(Post-)OP-Komplikationen:

Nervenschädigungen

Infektion

Wundheilungsstörung

Sehnenschädigungen

EPL-Funktionsstörung

Handspanne:

Unfallart:

Sturz

Trauma

Sonstige

Unfallhergang: Beruf Freizeit Haushalt Sport Verkehr

Manuelle Anforderung: ja nein

Zufriedenheit in deutschen Schulnoten:

Inspektion

Frakturseite	<input type="checkbox"/> links	<input type="checkbox"/> rechts
Deformation		
Schwellung		
Durchblutung		
Belastungsschmerz		
Ruheschmerz		
Druckschmerz Handgelenk		
Narbe(n) / reizlos s- Länge		
Fingerkuppenhohlhandabstand (FKHA)		
Fingernageltischabstand (FNTA)		

Beweglichkeit Handgelenk

Frakturseite	<input type="checkbox"/> links	<input type="checkbox"/> rechts
Dorsalextension		
Palmarflexion		
Pronation		
Supination		
Radialabduktion		
Ulnaabduktion		
Handspanne		
N. radialis Funktion/Schäden		
N. medianus Funktion/Schäden		

Kraft

Frakturseite	<input type="checkbox"/> links	<input type="checkbox"/> rechts
Pinch-O-Meter (kg/ms)		
Dynamometer (kg)		
Vigorimeter (kPa)		
Kleiner Ball		
Mittelgroße Ball		
Großer Ball		

Röntgen

Frakturseite	<input type="checkbox"/> links	<input type="checkbox"/> rechts
--------------	--------------------------------	---------------------------------

präoperativ

Radial tilt		
Radial hight		
Palmar tilt		

postoperativ

Radial tilt		
Radial hight		
Palmar tilt		

ggf. nach Nachuntersuchung

Radial tilt		
Radial hight		
Palmar tilt		

Danksagung

Ich danke Univ.-Prof. Dr. med. Rainer H. Meffert und seinem Team für die freundliche Überlassung des Themas und die Unterstützung und Betreuung im weiteren Verlauf.