

Aus dem Zentrum für Handchirurgie

Ravensburg

Prof. Dr. med. Hermann Krimmer

Strategie zur Frühkorrektur bei posttraumatischen Fehlstellungen
am distalen Radius

Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde der

Medizinischen Fakultät der

Julius-Maximilians-Universität Würzburg

vorgelegt von

Ralf Richter

aus Fronreute

Würzburg, November 2009

Referent: Prof. Dr.med. Hermann Krimmer

Korreferent: Univ.-Prof. Dr. med. Rainer H. Meffert

Dekan: Prof. Dr. Matthias Frosch

Tag der mündlichen Prüfung: 18.03.2010

Der Promovend ist Arzt

Meiner Familie und meinen Eltern gewidmet.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Behandlungsstrategien der distalen Radiusfraktur im Wandel der Zeit	1
1.2	Anatomische Grundlagen	3
1.2.1	Knöcherne Gelenkstrukturen	3
1.2.2	Der Bandapparat am Handgelenk	5
1.3	Epidemiologie	10
1.4	Verletzungsmechanismen und Begleitverletzungen am Handgelenk	11
1.5	Fraktureinteilung	14
1.6	Radiologische Diagnostik am Handgelenk	17
1.7	Behandlungsmöglichkeiten der distalen Radiusfraktur	19
1.7.1	Konservative Behandlung	20
1.7.2	Operative Behandlung	21
1.8	Indikationen zur Frühkorrektur/Korrekturosteotomie am distalen Radius	24
1.9	Studienziel	28
2	Material und Methoden	29
2.1	Patientenkollektiv	29

2.2	Die Nachuntersuchung	31
2.2.1	Die radiologische Nachuntersuchung	32
2.2.2	Die klinische Nachuntersuchung	33
2.2.3	Die Handgelenk-Scores (DASH-/WRIST Score)	33
2..3	Zeitpunkt der Korrekturosteotomie	35
2.4	Die Korrekturosteotomie (Zugang/OP-Technik/Osteosynthesematerial)	35
3	Ergebnisse	46
3.1	Vergleich der präoperativen und postoperativen Gelenkwinkel am Radius	50
3.2	Vergleich der präoperativen und postoperativen Ulnarvarianz am Handgelenk	51
3.3	Postoperatives Bewegungsausmaß am betroffenen Handgelenk	52
3.4	Auswertung der Handgelenk-Scores	52
3.5	Vergleich der Gruppen mit oder ohne Spongiosaplastik	53
3.6	Vergleich der Gruppen bezüglich des Zeitpunkts der Korrekturosteotomie	53
4	Diskussion	56
5	Zusammenfassung	61
6	Anhang	63

6.1	DASH Score	64
6.2	WRIST Score modifiziert nach Krimmer	67
7	Literaturverzeichnis	68

1 Einleitung

1.1 Behandlungsstrategien der distalen Radiusfraktur im Wandel der Zeit

Der irische Chirurg Abraham Colles beschrieb im Jahre 1814 als erster die distale Radiusfraktur. Seither sind die Behandlung und die Behandlungsstrategie dieser Fraktur Gegenstand zahlreicher Untersuchungen und Publikationen(58,63).

Über viele Jahrzehnte war die Behandlung der Radiusfraktur eine Domäne der konservativen Therapie. Zwar wurden bereits operative Verfahren gegen Ende des 19. Jahrhunderts beschrieben, sie haben sich aber bis in die 80er Jahre des letzten Jahrhunderts nicht durchgesetzt.

Die von Colles verbreitete Behauptung, dass auch in grober Fehlstellungen und Achsabweichungen ausgeheilte Radiusfrakturen nur wenig Beschwerden machen und eine geringe Funktionsbeeinträchtigung bedeuten, hielt sich sehr lange(13). In großen Studien wurden jedoch hohe Komplikationsraten und schlechte Ergebnisse der konservativen Therapie nachgewiesen(14,63).

Über die Jahre brachten auch die Behandlungen mit Kirschner-Drähten, Fixateur externe oder Platten, die von dorsal oder palmar eingebracht wurden, keine sicher zufriedenstellenden Ergebnisse. Trotz wachsender Erfahrung und Verbesserung der operativen Verfahren und Techniken kam es immer noch häufig zu sekundären Dislokationen der primär zufriedenstellend reponierten Frakturen am distalen Radius und somit zu unbefriedigenden Ergebnissen(6,51).

Obwohl der Wandel zur operativen Versorgung der distalen Radiusfrakturen in den letzten Jahrzehnten stattfand, findet man weiterhin eine Ausheilung in Fehlstellung als häufigste Komplikation.

Die Patienten leiden durch die Fehlstellung häufig an einer deutlich eingeschränkten Unterarmdrehbeweglichkeit(9,41,66,69), Schmerzen im ulnokarpalen Gelenkabschnitt, an einem Kraftverlust sowie auch am veränderten äußerlichen Erscheinungsbild des Handgelenks im Sinne der typischen Bajonettstellung. Desweiteren kommt es durch die Fehlstellung am distalen Radius zu einer veränderten Kinematik in der Handwurzel, die unbehandelt bis zum sogenannten Adaptive Carpus und zur Arthrose führen kann(31,61,66,69,77).

Die Entwicklung und der Einsatz moderner winkelstabiler Platten haben eine wesentliche Verbesserung in der Behandlung der distalen Radiusfraktur und der in Fehlstellung verheilten distalen Frakturen gebracht(43). Die heutigen Implantate erleichtern durch ihre anatomische Form und die winkelstabil und multidirektional zu platzierenden Schrauben die Korrektur am distalen Radius. Sie lassen eine frühfunktionelle Nachbehandlung zu und verbessern die postoperativen Ergebnisse(20,79).

In der Vergangenheit wurde empfohlen bei einer in Fehlstellung heilenden Radiusfraktur zunächst das Ausheilungsergebnis abzuwarten, um zu sehen, ob und welche Beschwerden der Patient entwickelt. Heutzutage weiß man welche Probleme und Schmerzen auf die Patienten zukommen, deshalb geht die Tendenz, wie bereits 1996 in der Studie von Jupiter und Ring bereits beschrieben, aufgrund der geringeren Morbidität und des Zeitgewinns zur frühen Korrekturosteotomie.

1.2 Anatomische Grundlagen

1.2.1 Knöcherne Gelenkstrukturen

Das Handgelenk des Menschen besteht aus drei einzelnen Gelenken. Es setzt sich zusammen aus dem proximalen Handgelenk (Radiokarpalgelenk und Ulnokarpalgelenk), dem distalen Handgelenk (Mediokarpalgelenk) und dem distalen Radioulnargelenk. Das proximale Handgelenk ist funktionell ein Ellipsoidgelenk. Die korrespondierenden Gelenkpartner sind das distale Radiusende, der ulnokarpale Komplex (TFCC= triangulärer, fibrocartilaginärer Komplex) und die proximale Handwurzelreihe bestehend aus Skaphoid, Lunatum und Triquetrum. Durch die Anlage dieses Gelenks werden Extensions- und Flexionsbewegungen sowie Abduktions- und Adduktionsbewegungen ermöglicht.

Desweiteren gehören die proximale Handwurzelreihe mit Skaphoideum, Lunatum und Triquetrum und der distalen Handwurzelreihe bestehend aus Trapezium, Trapezoideum, Kapitatum und Hamatum zum Handgelenk. Dabei wird die proximale Handwurzelreihe als zwischengeschaltetes Segment zwischen Radius und ulnokarpalem Komplex und der als Einheit zu betrachtenden distalen Handwurzelreihe betrachtet .

Abduktions- und Adduktionsbewegungen werden durch die Anordnung der Handwurzelknochen zueinander und die damit verbundenen Rotationbewegung möglich. Das distale Radioulnargelenk, funktionell ein Radgelenk, erlaubt durch die Rotation der Speiche um die Elle, Umwendbewegungen. Dabei artikulieren das Caput der Ulna mit der Incisura articularis des Radius.

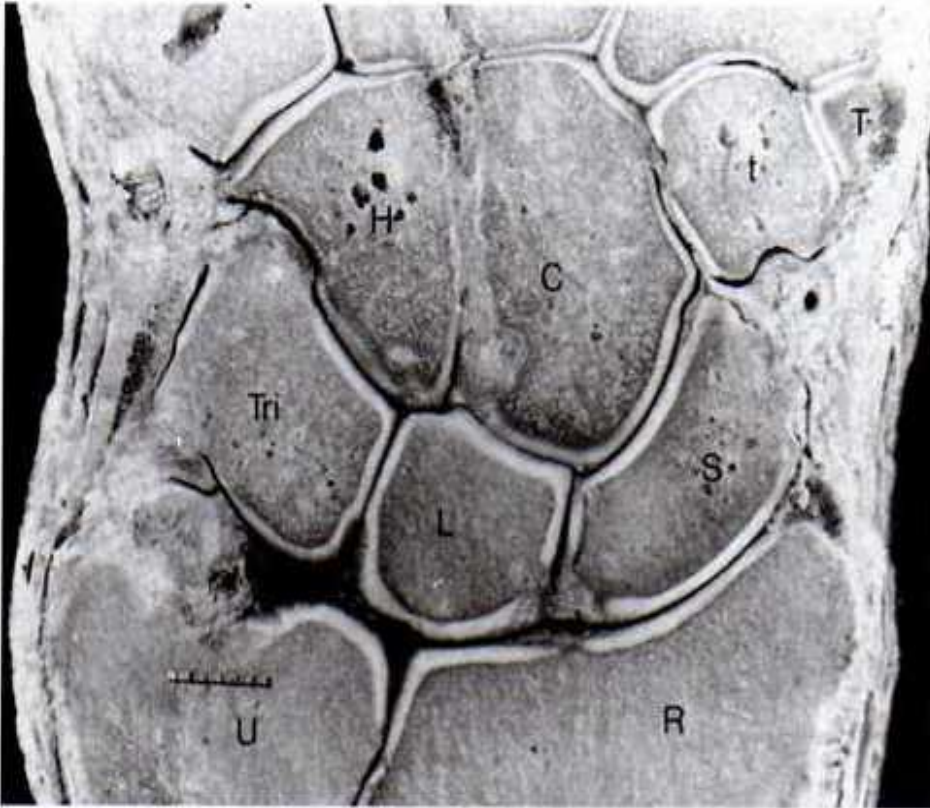


Abbildung 1: Flachschnitt durch die Handwurzel (H.-M.Schmidt,U.Lanz 2003)

S = Os scaphoideum, C = Os capitatum, t = Os trapezoideum,
T= Os trapezium, H = Os hamatum, Tri = Os triquetrum,
L= Os lunatum

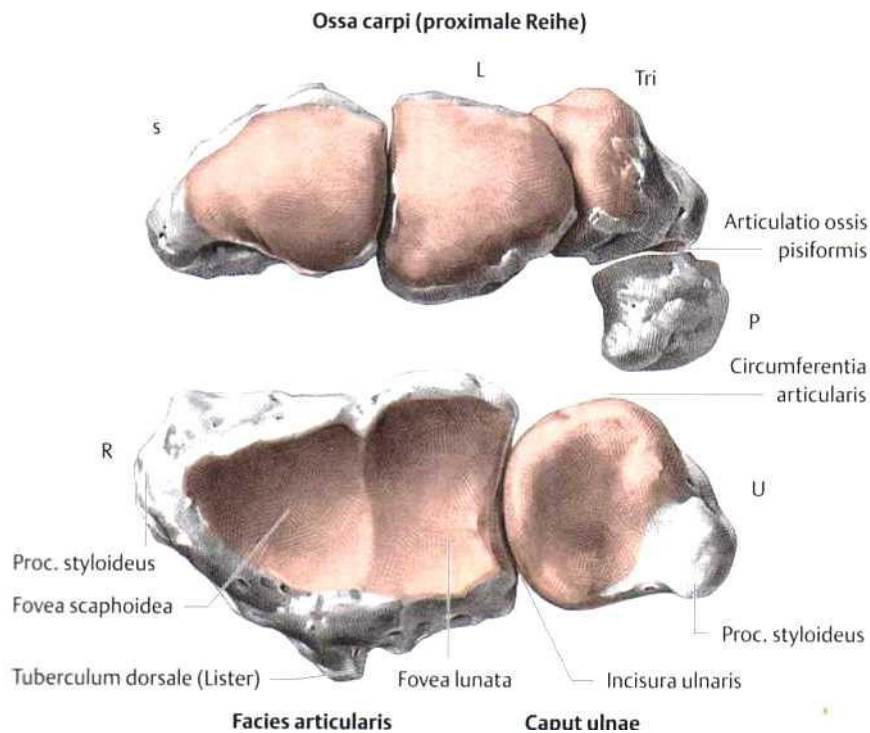


Abbildung 2: Korrespondierende Gelenkflächen der rechten Articulatio radiocarpalis (prox. Handgelenk) (H.-M. Schmidt, U.Lanz 2003)
 R = Radius, U = Ulna, S = Os scaphoideum, L = Os lunatum
 Tri = Os triquetrum, P = Os pisiforme

1.2.2 Der Bandapparat am Handgelenk

Der komplexe Bandapparat des Handgelenks sorgt auf der einen Seite für die Stabilität und Kraftübertragung, auf der anderen Seite ermöglicht er den hohen Grad an Beweglichkeit.

Nach Taleisnik(76) werden am Handgelenk die intrinsischen von den extrinsischen Bändern unterschieden. Die intrinsischen Bänder verbinden die Handwurzelknochen untereinander. Dabei sind die Bänder der proximalen

Handwurzelreihe wesentlich weniger straff miteinander verbunden als die Bänder der distalen Karpalknochen. Dieser Freiheitsgrad innerhalb der proximalen Handwurzelreihe ermöglicht feine Anpassungsvorgänge und harmonische Bewegungen(46). Die Bänder der distalen Handwurzelreihe sind sehr fest und lassen nur sehr wenig Bewegung untereinander zu.

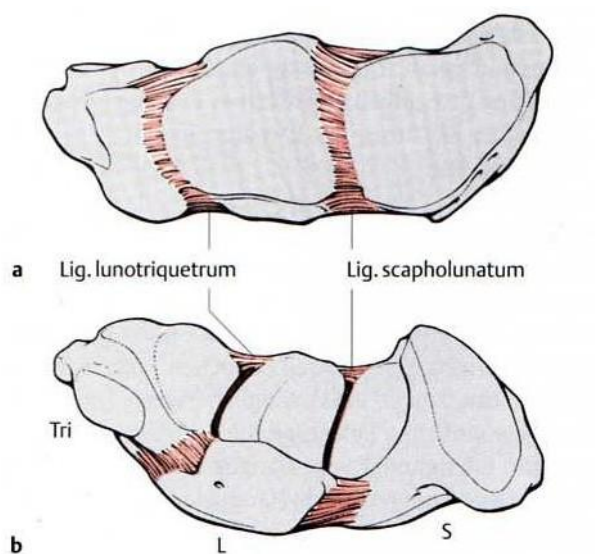


Abbildung 3: Interossäre Bänder an den proximalen Handwurzelknochen
(H.-M. Schmidt, U. Lanz 2003)

Die extrinsischen Bänder sind fest mit der Gelenkkapsel verbunden und bilden palmar und dorsal die Form eines V, wobei palmar noch zwischen dem distalen und proximalen V-Band unterschieden wird. In der Dreiecksmitte wird beugeseitig der Poirier Raum ausgespart(Abb. 4). Die beugeseitigen Bänder sind wesentlich stärker ausgebildet als die Dorsalen. Beide Bandsysteme überbrücken die proximale Handwurzelreihe und haben hier keine Ansätze. Diese Anatomie ermöglicht die größere Beweglichkeit der proximalen Handwurzelreihe. Palmar finden sich das Lig. radioscapnocapitatum, das Lig. radiolunotriquetrum, das Lig. ulnolunatum und das Lig. ulnotriquetrum .

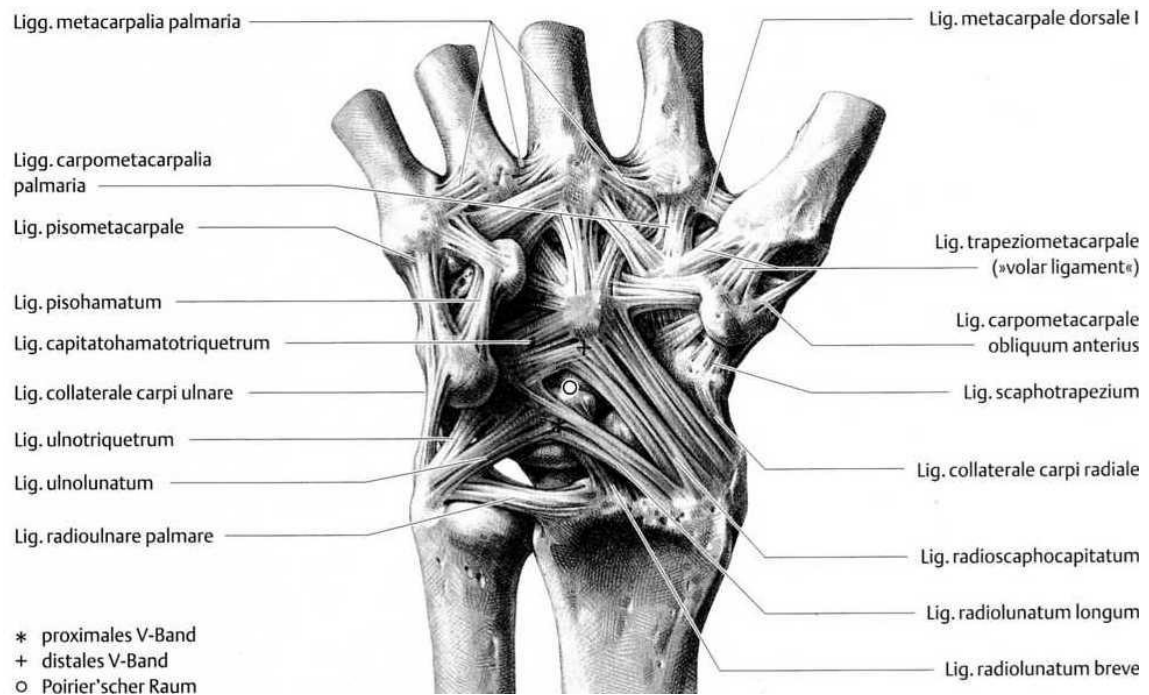


Abbildung 4: Karpale Bandsysteme einer rechten Hand von palmar. Die Binnenbänder sind aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht dargestellt. (H.-M. Schmidt, U. Lanz 2003)

Die dorsalen Bänder sind dünner und breitflächiger (Abb.5)

Zwischen der karpalen Ulnakopffläche und den Handwurzelknochen Os lunatum und Os triquetrum befindet sich der Discus ulnocarpalis, auch TFCC (triangulärer, fibrocartilaginärer Komplex) genannt. Er ist vergleichbar mit anderen Menisci im Körper für die Übertragung von Druckkräften zuständig.

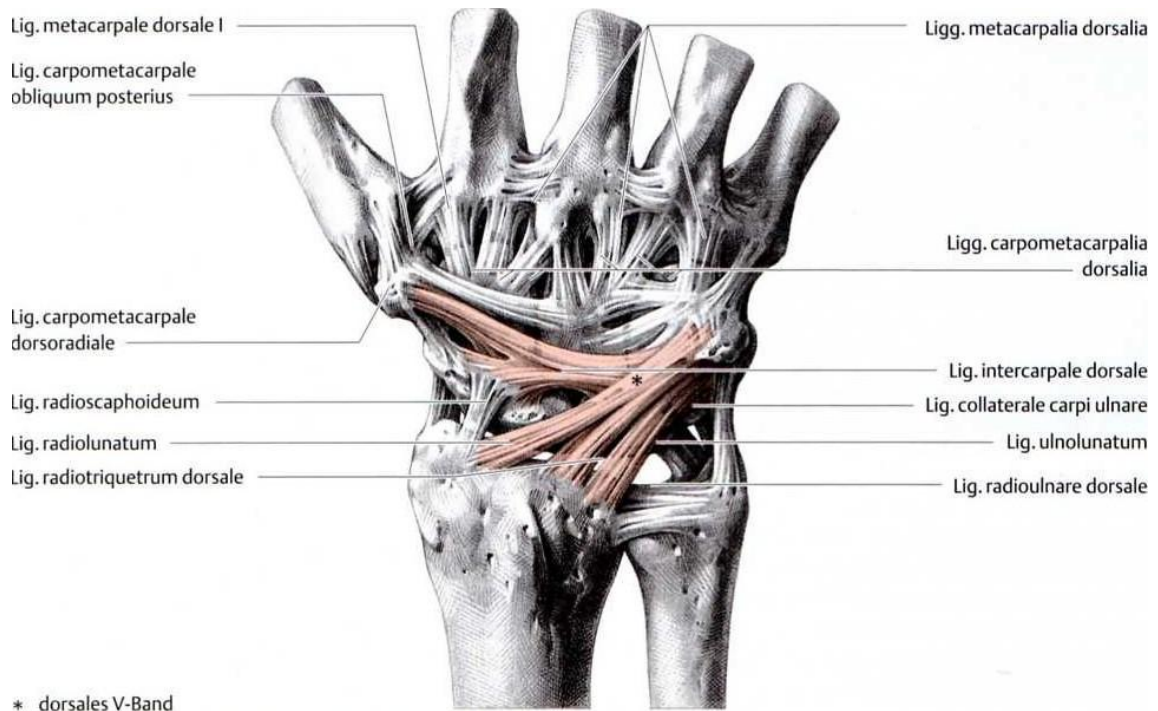


Abbildung 5: Karpale Bandsysteme einer rechten Hand von dorsal. Die Binnenbänder sind aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht dargestellt. (H.-M. Schmidt, U. Lanz 2003)

Bandverbindungen bestehen zwischen dem TFCC und dem Os triquetrum, dem Os hamatum und dem Metacarpale V. Der Discus ulnocarpalis ist neben einer breiten Befestigung an der Inzisur des Radius doppelt an der Ulna verankert. Diese Verbindungen sind entscheidend für die Stabilität im distalen Radioulnargelenk(DRUG).

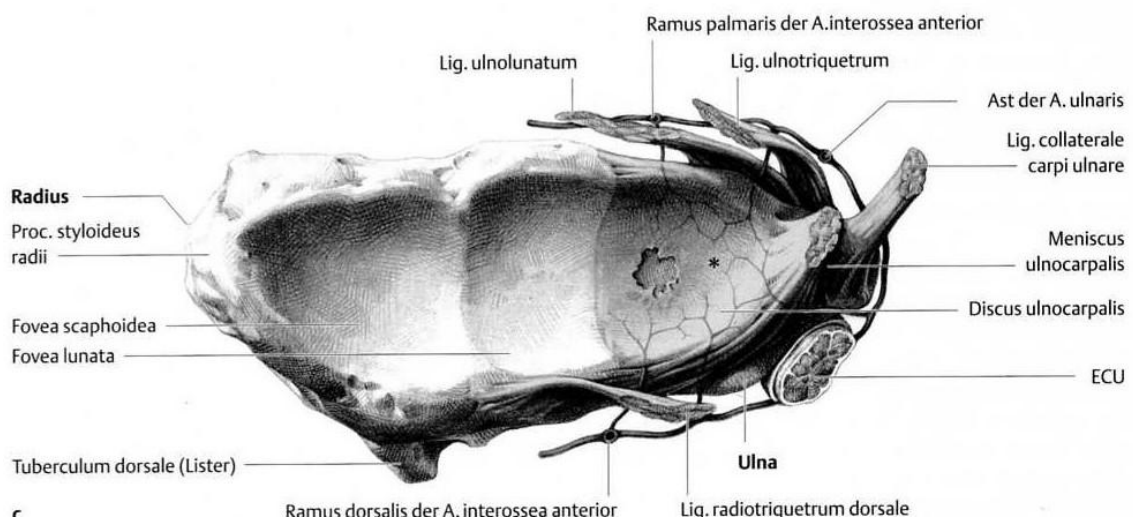
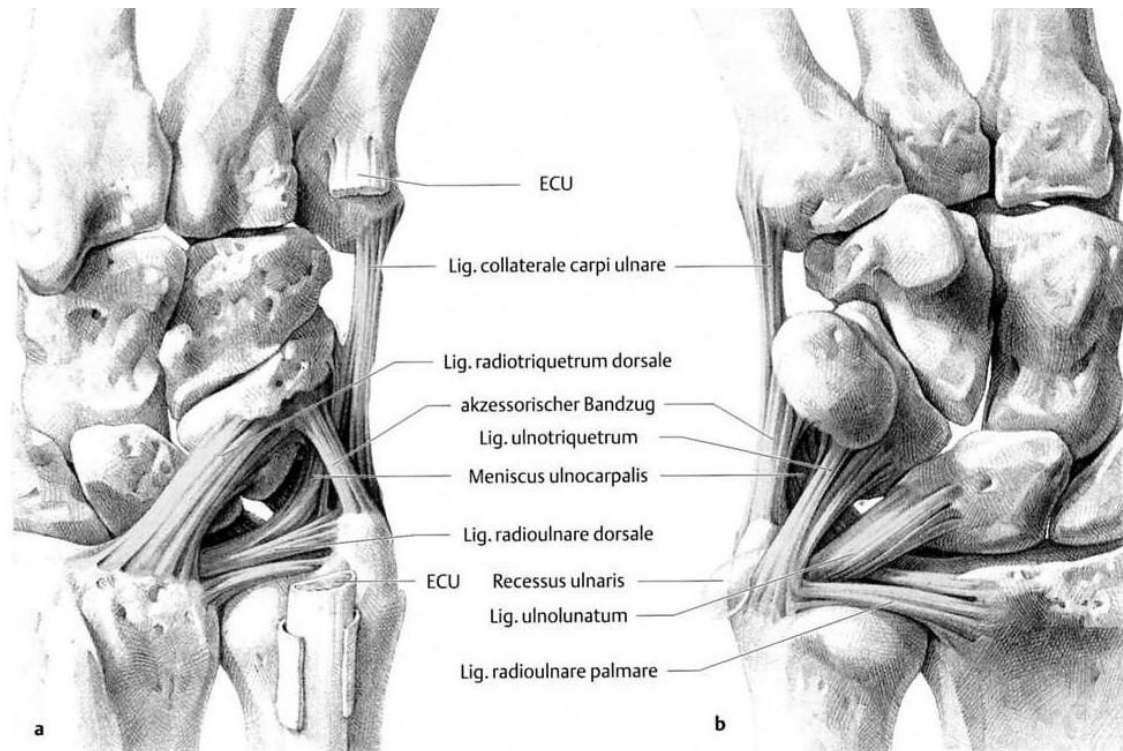


Abbildung 6: Ulnokarpaler Komplex (TFCC)

a = TFCC von dorsal, b = TFCC von palmar, c = TFCC von distal

(H.-M. Schmidt, U. Lanz 2003)

Die knöchernen Anatomie und die Struktur des Bandapparats am Handgelenk erlauben bei starker Stabilität trotzdem einen großen Bewegungsumfang.

Eine Dorsalextension am Handgelenk ist bis zu 80°, eine Palmarflexion sogar bis zu 90° möglich. Das Bewegungsausmaß für die Radialabduktion beträgt bis 30°, das der Ulnarabduktion bis zu 45°. Umwendbewegungen im DRUG haben eine Range of motion (ROM) von 180°, wobei jeweils 90° auf Pro- und Supination entfallen. Alle Bewegungsrichtungen zusammen erlauben ein komplexes Funktionsmuster des gesamten Handgelenks.

1.3 Epidemiologie

Die distale Radiusfraktur ist die häufigste Fraktur des Menschen. In der Literatur wird ihr prozentualer Anteil zwischen 10% und 25% angegeben(34). Bei Frakturen an der oberen Extremität ist ihr Stellenwert noch höher, hier macht sie 75% der Frakturen aus. Auf 100000 Einwohner treten jedes Jahr im Mittel 290 Radiusfrakturen auf(60). Der Altersgipfel ist zwischen 40 und 60 Jahren(2), wobei bei den jüngeren Patienten das männliche, bei der älteren Patienten das weibliche Geschlecht überwiegt.

Es besteht ein eindeutiger Zusammenhang zwischen dem Auftreten der Osteoporose bei älteren Frauen und der Zunahme der Radiusfrakturen(48). Weitere Ursachen für die Zunahme der Radiusfrakturen im Alter sind Stoffwechsel- und kardiovaskuläre Erkrankungen, die das Sturzrisiko erhöhen. Auch die zunehmende Gelenksteifigkeit und Arthrose begünstigt durch das ungehinderte Einwirken von Stauchungskräften die höhere Inzidenz von Radiusfrakturen im Alter(58,71).

1.4 Verletzungsmechanismen und Begleitverletzungen der Radiusfraktur

Die Ursache der Radiusfraktur ist fast immer ein Sturz auf die abstützende Hand, wobei es bei extendiertem Handgelenk zu einer Colles-Fraktur, bei flektiertem Handgelenk zu einer Smith-Fraktur kommt. Die Extensionsfraktur (Colles-Fraktur) ist mit 90% die häufigste Fraktur.

Weitere Verletzungsmuster sind das axiale Stauchungstrauma und beim jüngeren Patienten Hochenergieverletzungen. Die Folge sind meist intraartikuläre Trümmerfrakturen.

In einer Multicenterstudie aus Österreich konnte gezeigt werden, dass 65,1% der Radiusfrakturen auf ein allgemeines Sturzgeschehen zurückzuführen sind. 17,4% sind die Folge eines Sportunfalls und 8,9% resultieren aus einem Verkehrsunfall. Die restlichen Frakturen haben andere Ursachen(63).

Entscheidend für die Frakturart ist also die Stellung des Handgelenks beim Eintreten der Kraft.

Bei extremen Winkelstellungen nimmt die Wahrscheinlichkeit für eine Radiusfraktur wieder ab, dann beobachtet man zunehmend Luxationen und Frakturen im Handwurzelbereich.

Durch die starke Krafteinwirkung am Handgelenk kommt es bei über 50% der Radiusfrakturen zu Begleitverletzungen. Dabei ist der Abriss des Ellengriffels in annähernd 50% der Fälle die häufigste ossäre Begleitverletzung(49).

Entscheidend dabei ist die Größe des abgerissenen Fragments, da der Proc. styloideus ulnae die wesentliche Ansatzstelle des TFCC`s darstellt und sich damit maßgeblich für die posttraumatische Stabilität bzw. Instabilität am Handgelenk verantwortlich zeichnet(31).



Abbildung 7: Radiusfraktur mit Abriß des gesamten Proc. styloideus ulnae und Instabilität im DRUG, rechts das postoperative Bild : Die Radiusfraktur wurde nach Reposition mit einer palmaren Platte und der Processus styloideus ulnae mit einer Zuggurtungsosteosynthese versorgt (eigene Bilder)

Bandverletzungen am Handgelenk sind ebenfalls häufige Begleitverletzungen. In einer von Fischer durchgeführten Studie zeigten 41% der Patienten mit extraartikulären Radiusfrakturen eine relevante Bandläsion(22). Eine isolierte ulnare Bandläsion konnte in 10% der Fälle nachgewiesen werden. Eine besondere Bedeutung kommt heute der skapholunären Bandläsion zu, die im Rahmen der Diagnostik bzw. intraoperativ abgeklärt werden muss. Dies lässt sich am Besten nach Stabilisierung der Radiusfraktur durch ein intraoperatives

dynamisches Röntgen (Kinematographie) differenzieren. Im Zweifelsfalle ist eine Arthroskopie notwendig.



Abbildung 8: frische Radiusfraktur mit Ruptur des SL-Bandes (eigene Bilder)

Arthroskopische Studien zeigten in bis zu 50% der Fälle eine Mitbeteiligung bzw. Verletzung des TFCC`s bei distalen Radiusfrakturen(30).Läsionen des ulnokarpalen Komplexes können zur Instabilität und zu persistierenden Schmerzen am Handgelenk nach knöcherner Ausheilung der Radiusfraktur führen.

Weitere Begleitverletzungen sind Frakturen des Kahnbeins, das Kompartmentsyndrom(75), die perilunäre Luxation, Gefäß- und Nervenverletzungen(73,80).

Ein besonderes Augenmerk ist auf das posttraumatische Karpaltunnelsyndrom zu richten. Durch Schwellung und/oder Frakturstellung kann es zu einer

Kompression des N. medianus kommen. Bei entsprechender Symptomatik sollte bereits bei der Versorgung der Radiusfraktur eine Dekompression des N. medianus im Karpaltunnel durchgeführt werden.

Eine weitere, nicht unmittelbar nach dem Unfall eintretende, Komplikation ist das CRPS (Complex Regional Pain Syndrome). Hier ist eine frühe Diagnose und Therapie entscheidend für das Outcome des Patienten(17,18,29).

Auch Rupturen der langen Daumenstrecksehne sind nach Behandlung von Radiusfrakturen, egal ob konservativ behandelt oder operativ versorgt, nicht selten(7,40,51). Typischerweise tritt die Ruptur 4-12 Wochen nach dem Trauma auf. Ein Hämatom im dritten Strecksehnenfach kann die Degeneration der Sehne bewirken.

1.5 Fraktureinteilungen

Aufgrund der Vielzahl an Klassifikationen, die es für die Einteilung der Radiusfrakturen gibt, werden hier nur die wichtigsten aufgeführt, bzw. die, die heute noch relevant sind.

Die einfachste Einteilung unterscheidet lediglich die Unfallursache.

Radiusfrakturen, die bei einem Sturz auf das extendierte Handgelenk passieren werden nach ihrem Erstbeschreiber Colles-Frakturen genannt.

Frakturen nach einem Sturz auf das flektierte Handgelenk nennt man ebenfalls nach ihrem Erstbeschreiber Smith-Frakturen.

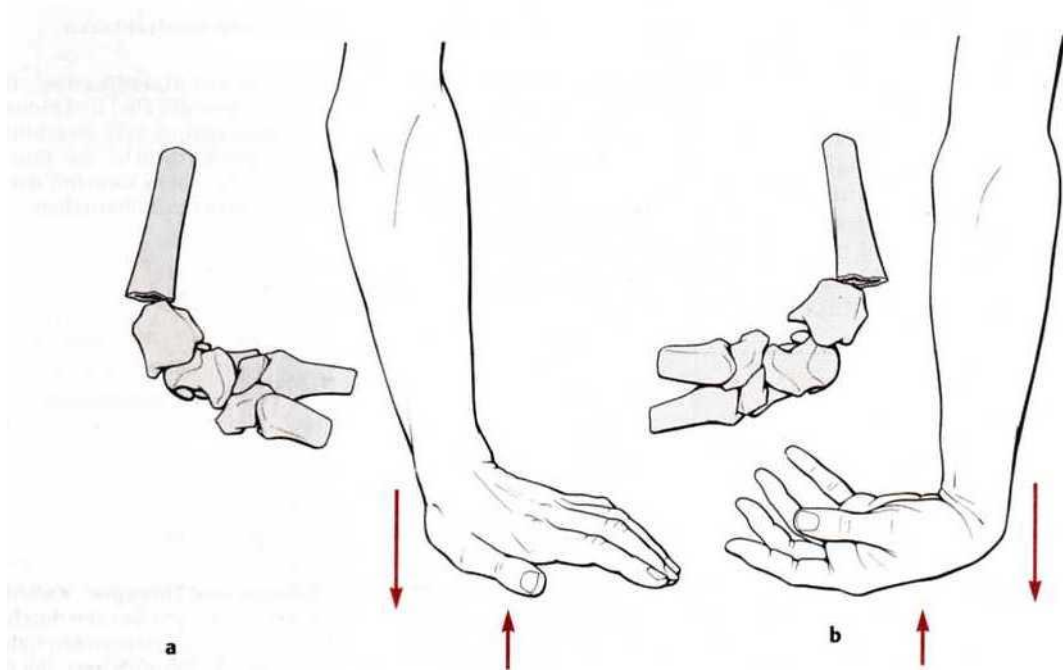


Abbildung 9: a =Colles-Fraktur ; b = Smith-Fraktur

F.U. Niethard , J. Pfeil 1997(Duale Reihe Orthopädie)

Die häufigste Verwendung findet die Einteilung nach der Prinzipien der AO(Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesen), die auf M.E. Müller zurückgeht. Sie hat das Ziel alle Knochenbrüche nach einem einheitlichen Schema zu klassifizieren. Die Frakturen werden in A-, B-oder C-Brüche unterteilt, wobei die Komplexität und der Aufwand der Versorgung der Fraktur von A nach C zunimmt und die Prognose abnimmt.

Innerhalb der Gruppen A, B und C werden weitere Unterteilungen zur genaueren Beschreibung der Fraktur gemacht. Dabei erhält jedes Körpersegment eine Zahl. Für den Unterarm wurde die Zahl 2 gewählt. Die langen Röhrenknochen werden in drei Drittel unterteilt (proximal = 1, mittleres Drittel = 2, distals Drittel = 3). Für die distalen Unterarmfrakturen ergibt sich hiermit die Segmentzahl 23.

Extraartikuläre Frakturen werden der Gruppe A zugeordnet. Einfache intraartikuläre Radiusfrakturen der Gruppe B. Die mehrfragmentären und intraartikulären Frakturen werden in der Gruppe C zusammengefasst.

Zusätzlich werden nun innerhalb der Hauptgruppen A, B und C weitere Subgruppen unterschieden, wobei an dieser Stelle auf die Aufzählung aller Subgruppen verzichtet wird.

Die Einteilung der distalen Unterarmfrakturen nach Frykman (23) benötigt lediglich die Röntgenaufnahmen im anterioren-posterioren Strahlengang. Ihr Hauptaugenmerk gilt der Mitbeteiligung der radiocarpalen und der distalen radioulnären Gelenkfläche, sowie dem Zustand des distalen Ellengriffs.

Frykman unterscheidet acht Gruppen:

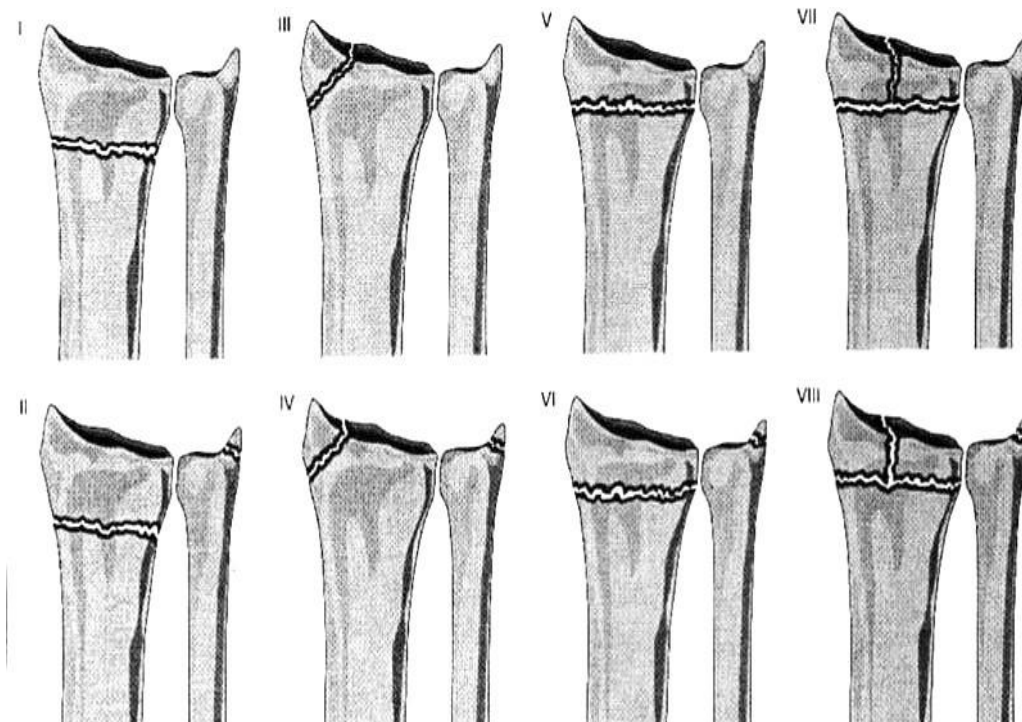


Abbildung 10 : Fraktуреinteilung nach Frykman(1967)

Weitere Fraktуреinteilungen wurden von Fernandez, Pechlaner, Melone und vielen anderen Verfassern gemacht, sie berücksichtigen jeweils unterschiedliche Dislokationsgrade, Fragmentdislokationen und die Morphologie der distalen Radiusfraktur.

Klinisch ist die Unterscheidung in extra- oder intraartikuläre Frakturen mit oder ohne Begleitverletzungen meist ausreichend.

1.6 Radiologische Diagnostik am Handgelenk

Als Standarduntersuchung gilt das konventionelle Röntgen des betroffenen Handgelenks in 2 Ebenen (posterior-anterior und streng seitlich). Wird zusätzlich zur Radiusfraktur eine Kahnbeinfraktur vermutet sollte eine Stecheraufnahme (p.a., in maximaler Ulnaabduktion) oder eine Computertomographie veranlasst werden. Intraartikulären Frakturen sollten durch eine Computertomographie weiter abgeklärt werden.

Im konventionellen Röntgenbild sind die Gelenkwinkel nach Böhler und die Ulnavarianz bzw. der pathologische Ulnavorschub die wichtigsten Parameter.

Die Gelenkwinkel nach Böhler sind in Abbildung 11 und 12 dargestellt.

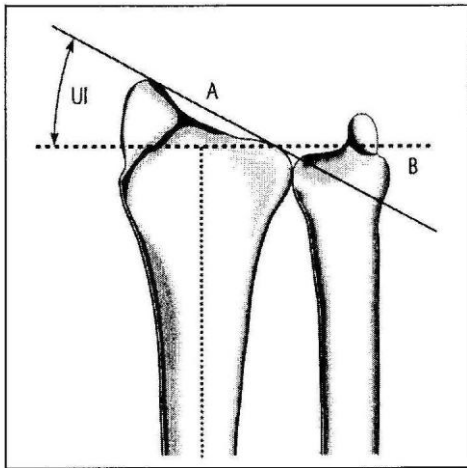


Abb.11: Radiusbasiswinkel (UI)

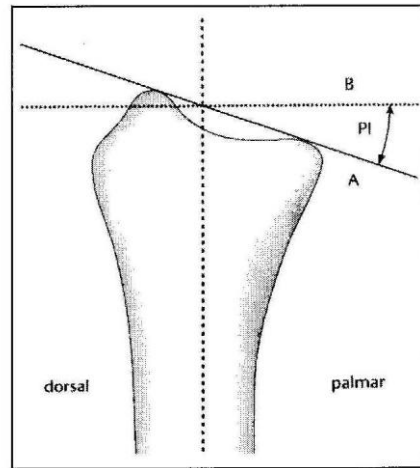


Abb. 12: palmarer Neigungswinkel(PI)

B = Senkrechte zur Längsachse des Radius

A = Parallele zur Gelenkfläche

Der Radiusbasiswinkel beträgt im Durchschnitt zwischen 25° und 30° , der palmare Neigungswinkel 8° - 10° . Die Bestimmung der Gelenkwinkel auf den Unfallbildern besitzt für die Beurteilung, Behandlung und die Prognose einer Radiusfraktur eine enorme Wichtigkeit. Auch nach erfolgter Reposition oder Operation einer Fraktur gelten diese Winkel als Parameter für das Outcome des Patienten nach Ausheilung.

Als weiteres, sehr wichtiges radiologisches Kriterium gilt die Ulnavarianz. Bei einer Fraktur des distalen Radius kommt es meistens zu einer Radiusverkürzung und damit zu einem relativen Ulnavorschub. Das Längenverhältnis zwischen Radius und Ulna unterliegt starken individuellen Schwankungen, ist aber meistens an beiden Handgelenken gleich. Deshalb sollte zur Bestimmung der richtigen Längenverhältnisse und zum Ausschluss pathologischer Befunde eine Röntgenaufnahme der Gegenseite gemacht werden.

Meistens genügt eine einfache p.a. Aufnahme des Handgelenks um die radiale Länge und die Ulnavarianz zu bestimmen (Abbildung 13).

Die radiale Länge entspricht dabei dem Abstand zwischen der Senkrechten zur Achse des Radius durch die Spitze des Processus styloideus radii (a) und der Senkrechten in Höhe der distalen Ulnaköpfchengelenkfläche (b).

Die Ulnavarianz ist der Abstand zwischen der Parallelen zur Fossa lunata (a) und der Ulnaköpfchengelenkfläche (b).

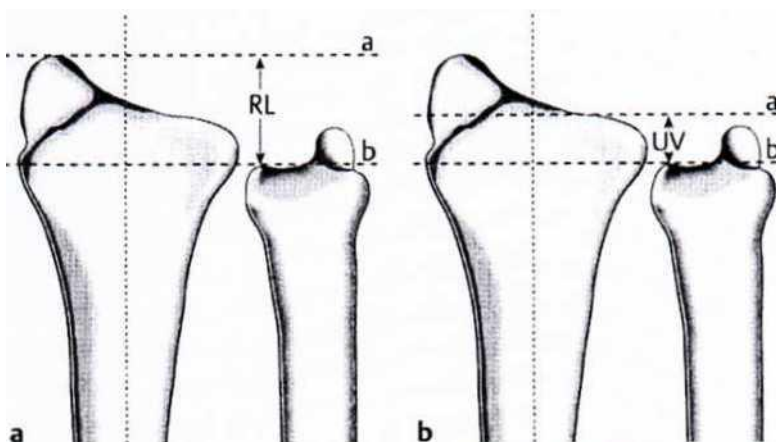


Abbildung 13: Radiale Länge(RL) und Ulnavarianz (UV)

1.7 Behandlungsmöglichkeiten der distalen Radiusfraktur

Prinzipiell wird zwischen der konservativen und der operativen Therapie unterschieden. Ziel jeder Behandlung sollte die Wiederherstellung der ursprünglichen Gelenkanatomie sein(71)und diese bis zur Ausheilung der Fraktur zu halten, auch wenn früher die Meinung weit verbreitet war, dass Fehlstellungen von den Patienten gut toleriert werden. Doch Nachuntersuchungen zeigten, dass es nach der konservativen Therapie dislozierter Frakturen mehr Probleme und Komplikationen gab als weitläufig angenommen(8,51). Cooney beschrieb 1980 in einer großen Studie in 31% der Fälle Komplikationen nach konservativer Therapie von Colles-Frakturen. Am

häufigsten waren Neuropathien des N. medianus, des N. radialis und des N. ulnaris, gefolgt von der posttraumatischen radio- oder ulnokarpalen Arthrose und dem Ulnavorschub, der durch eine in Verkürzung des Radius ausgeheilte Fraktur zustande kommt. Auch eine Arthrose im distalen Radioulnargelenk oder Folgen eines CRPS werden oft beschrieben(14,18).

Die offene Reposition und innere Fixation der Frakturen wurde aber ebenfalls lange Zeit nur eingeschränkt empfohlen und die Ergebnisse dieser Therapie zeigten keine optimalen Ergebnisse(64).

Heute weiß man, dass die Reposition der frischen Radiusfraktur nicht die Schwierigkeit in der Therapie darstellt, sondern dass die Retention bis zur Ausheilung der Fraktur der entscheidende Punkt ist. Aus diesem Grund ist eine genaue Analyse der Unfallbilder notwendig, um die Entscheidung pro oder contra für eine Operation zu treffen. Mit zu berücksichtigen sind natürlich auch etwaige Weichteilschäden(z.B. offene Frakturen), die manchmal nur sehr eingeschränkte Therapieoptionen wie z.B. einen Fixateur externe zulassen(72).

Erst die Entwicklung der winkelstabilen Implantate brachte die Trendwende hin zur vermehrten operativen Therapie der distalen Radiusfraktur und zu einer wesentlichen Verbesserung der Ausheilungsergebnisse (37,43,63).

1.7.1 Konservative Behandlung

Heutzutage ist die rein konservative Behandlung der Radiusfraktur nur noch bei gering dislozierten Frakturen bei Kindern und Jugendlichen und nicht dislozierten, stabilen Frakturen bei Erwachsenen indiziert. Ziel der Behandlung ist eine Retention der Fraktur, die Schmerzausschaltung und die frühzeitige Beübung, zumindest der Fingergelenke.

In Neutralstellung, bzw. leichter Extension im Handgelenk wird eine palmare, ulnaumgreifende Gipsschiene angelegt. Die Fingergrundgelenke müssen dabei zwingend freigelassen werden.

Regelmäßige röntgenologische Stellungskontrollen sind dabei in den ersten 2 Wochen unverzichtbar(10). Die Dauer der Gipsruhigstellung ist abhängig vom Alter des Patienten und der Frakturmorphologie.

Begleitend ist während der Zeit der Ruhigstellung eine aktive Beübung der Fingergelenke, des Ellenbogen und des Schultergelenks unerlässlich. Damit können die Risiken einer Bewegungseinschränkung nach Ausheilung der Fraktur oder zusätzlich an einem CRPS zu erkranken minimiert werden. Wenn notwendig runder eine symptomatische Schmerztherapie, z.B. mit einer NSAR die Behandlung ab.

Nach Gipsabnahme ist fast immer eine aktive und passive Übungsbehandlung unter krankengymnastischer oder ergotherapeutischer Anleitung notwendig.

1.7.2 Operative Behandlung

Bei den instabilen, grob dislozierten, intraartikulären oder offenen Frakturen ist ein operatives Verfahren indiziert, auch wenn initial bei der Erstversorgung eine weitgehend achsgerechte Reposition erreicht wurde(47). Die primäre Versorgung bei verschobenen Frakturen sollte die Reposition der Fraktur sein, zumindest wenn nicht am Unfalltag eine sofortige Operation vom Behandler durchgeführt werden kann, oder wenn vom Patienten eine Versorgung durch einen Operateur seiner Wahl gewünscht wird. Die Reposition erfolgt idealerweise im „Mädchenfänger“ in der von Lorenz Böhler 1957 beschriebenen Technik. Das Prinzip beruht auf Zug, Gegenzug und manuellem Druck. Eine

ausreichende Analgesie und die Reposition unter Bildwandlerkontrolle sind zwingend notwendig.

Als Operationsverfahren stehen die K-Draht-Osteosynthese, der Fixateur externe, die reine Schraubenosteosynthese und die Plattenosteosynthese von dorsal oder palmar zur Verfügung.

Für den Erfolg der Therapie sind eine korrekte Indikationsstellung, die korrekte Operationstechnik und die Kenntnis der Komplikationen und Fehlerquellen notwendig(4,8,10).

Die Kirschnerdrahtosteosynthese wird meistens über kleine Hautinzisionen gemacht(56), dabei ist auf den Ramus superficialis des N. radialis zu achten. Auch Sehnenirritationen oder sekundäre Dislokationen sind bei dieser Methode nicht selten. Trotz K-Draht-Osteosynthese ist oftmals eine lange Ruhigstellung im Gips notwendig, da die Frakturen nicht übungstabil versorgt sind.

Der Fixateur externe wird oftmals in Notfallsituationen, wie z.B. bei offenen Frakturen oder intraartikuläre Trümmerfrakturen, eingesetzt (51). Er erlaubt nach Reposition der Fraktur eine Ruhigstellung ohne die Weichteile zusätzlich zu belasten(51,72). Meistens ist aber ein Sekundäreingriff notwendig, da zum einen das Repositionsergebnis nicht vollständig zufriedenstellend ist und zum anderen die Ausheilung der Fraktur im Fixateur externe über 6-8 Wochen für die Patienten eine starke Behinderung darstellt(32,51,57,81).

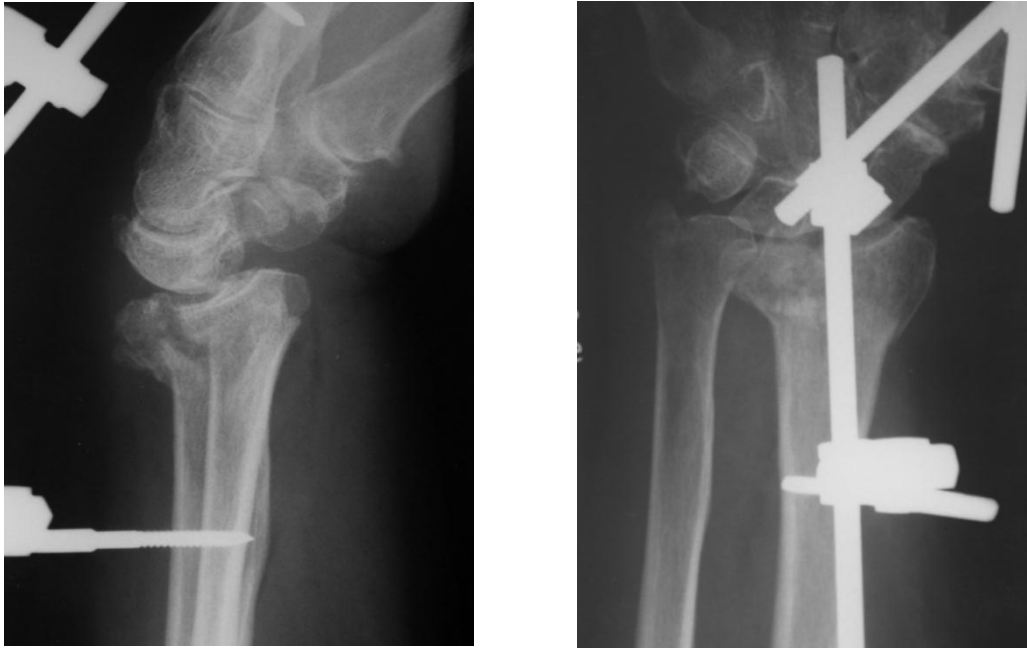


Abbildung 14: Sekundär dislozierte Radiusfraktur nach primärer
Reposition und Retention mit einem Fixateur externe
(eigene Bilder)

Indikationen zur reinen Schraubenosteosynthese sind selten. Vor allem die isolierte Abrißfraktur des Radiusstyloids (Chauffeur-Fraktur) ist aber für dieses Osteosyntheseverfahren geeignet.

Das heutzutage am häufigsten verwendete Osteosyntheseverfahren zur Versorgung distaler Radiusfrakturen ist die palmare, winkelstabile Platte. Nicht winkelstabile Platten oder Osteosynthesen über einen dorsalen Zugang bleiben speziellen Indikationen, wie z.B. dem isolierten Abriss der dorsalen Radiuskante, vorbehalten(11). Die winkelstabile Platte erlaubt eine sehr stabile Versorgung der Fraktur und oft eine frühfunktionelle Nachbehandlung. Eine Gipsruhigstellung ist meistens nur für 1-2 Wochen notwendig. Durch die gute Weichteildeckung sind Komplikationen, bedingt durch das inliegende Osteosynthesematerial, selten und die Platten können meistens lebenslang belassen werden(38,43,50).

1.8 Indikationen zur Frühkorrektur/Korrekturosteotomie am distalen Radius

In mehreren Studien wurde beschrieben, dass ungefähr 20-30% der Radiusfrakturen in deutlich funktionsbehindernden Zuständen ausheilen(8,10,54,63).

Ursachen für die Fehlstellung nach initialer Therapie sind:

1. Nach initialer guter Reposition und konservativer Behandlung im Unterarmgips sekundäre Dislokation.

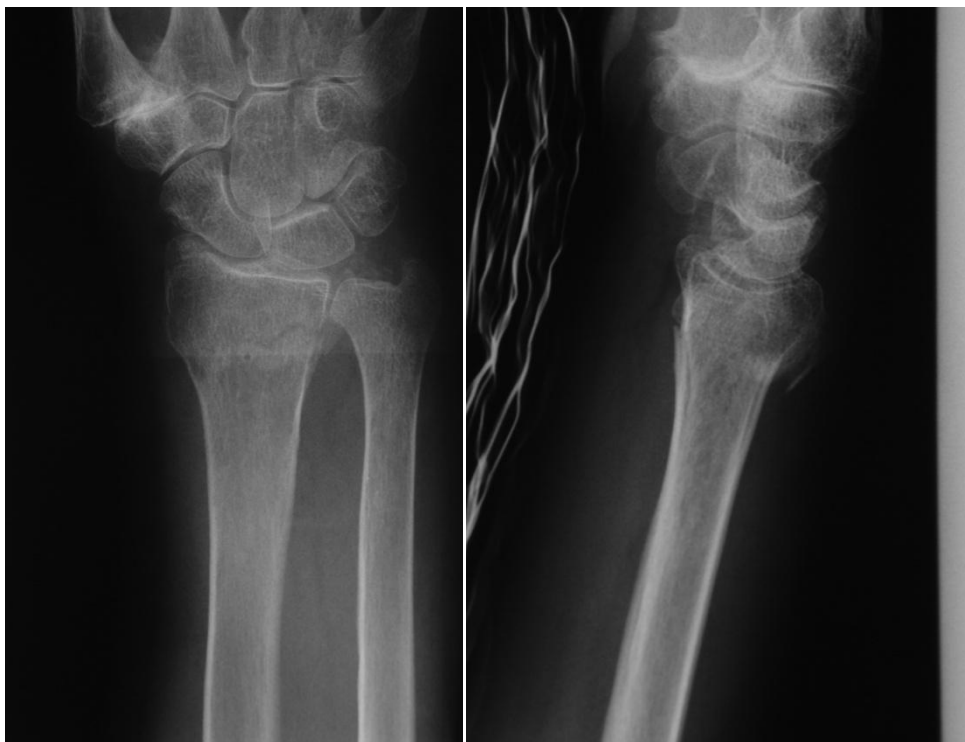


Abbildung 15 : initial zufriedenstellende Reposition einer Radiusfraktur (eigene Bilder)



Abbildung 16: sekundäre Dislokation bei der gleichen Patientin unter konservativer Therapie (eigene Bilder)

2. Eine unzureichende Reposition bei der operativen Versorgung.



Abbildung 17: 6 Wochen nach palmarer Plattenosteosynthese (Fremdbilder einer 64 Jahre alten Patientin)

3. Ein sekundärer Repositionsverlust nach initialer guter Reposition und Osteosynthese, z.B. einer K-Draht-Osteosynthese.

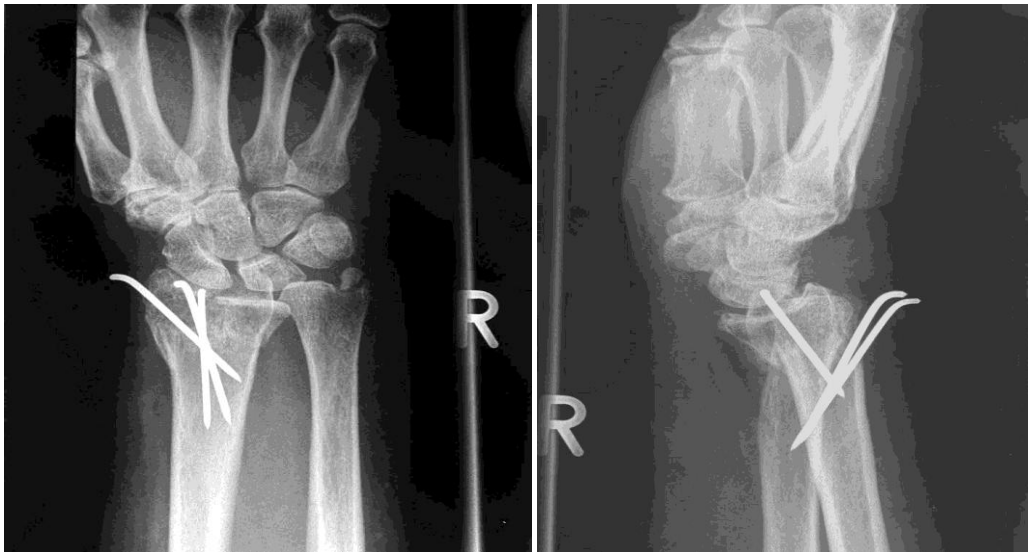


Abbildung 18: sekundärer Repositionsverlust trotz K-Draht-Osteosynthese

Die teilweise massiven Schmerzen und Funktionseinbußen können meistens einem radio-anatomischen Korrelat zugeordnet werden. Ab einer radiologischen Abkippung nach dorsal von mehr als 5-10° und persistierenden Schmerzen muss eine Korrekturosteotomie diskutiert werden. Bei einer Dorsalabkippung von 45° wird gar die Kraftüberleitung ulnokarpal von 21% (normale Anatomie) auf 67% gesteigert. Die daraus resultierenden Folgen sind Überbelastungen im distalen Radioulnargelenk und im Bereich des TFCC's. Auch der relative Ulnavorschub bei in Verkürzung ausgeheilten Radiusfrakturen ist durch die andere Verteilung der Kraftübertragung oder das Anschlagen der Elle an das Mondbein, dem sogenannten Ulna Impaction Syndrom, oft die Ursache für anhaltende Beschwerden.

Durch Fehlstellungen nach einer Radiusfraktur beobachtet man häufig auch eine Inkongruenz im DRUG. Die daraus resultierenden, belastungsabhängigen Schmerzen bei Umwendbewegungen stellen ebenfalls eine Indikation zur Korrektur dar.

Durch den Verlust an Länge und die Dorsalabkipfung der Gelenkfläche am Radius kommt es zu Spannungsänderungen im ulnokarpalen Komplex , teilweise zur Ruptur der tiefen Anteile des Ligamentum radioulnare dorsale und zu einer veränderten Kinematik im Bereich der Handwurzel. Die daraus entstehenden Beschwerden bzw. Instabilitäten im Bereich des Handgelenks stellen häufig die Indikation zur Korrekturoperation dar.

Desweiteren sollten intraartikuläre Stufen ab 1-2mm dringend korrigiert werden, da sich das Risiko einer posttraumatischen Arthrose auf 91% erhöht.(68,78,82).



Abbildung 19: frische Radiusfraktur mit einer Stufe im Gelenk von 2 mm. Die Fraktur läuft in Richtung SL-Spalt aus(Achtung: dringender Verdacht auf eine Ruptur des SL-Bandes als Begleitverletzung (eigene Bilder)

Bei allen Patienten gilt es die klinische Symptomatik mit den radiologischen Gegebenheiten am Handgelenk zu vergleichen. Auch Parameter wie Alter, Anspruch und Beruf müssen bei der Indikationsstellung zur Korrekturoperation mit berücksichtigt werden(53).

1.9 Studienziel

Trotz aller Fortschritte in der Versorgung der distalen Radiusfraktur ist die häufigste Komplikation und die Ursache für anhaltende Schmerzen am Handgelenk die Ausheilung in Fehlstellung. Früher hat man eine Radiusfraktur zunächst, zum Teil bewusst, in Fehlstellung ausheilen lassen und abgewartet welche Beschwerden beim Patienten verbleiben . Heute weiß man, dass eine Rotationsfehlstellung am Radius, der relative Ulnavorschub, eine Abkippung der Radiusgelenkfläche oder die Inkongruenz im DRUG häufig zu anhaltenden Beschwerden am Handgelenk führen. Das Ziel der Korrekturoperation sollte die möglichst anatomische Rekonstruktion des Radius sein.

Ziel dieser Studie ist zu zeigen, dass eine frühe Korrektur der Fehlstellung am distalen Radius schnell zu einer Besserung der Beschwerden führt und die Krankheitsdauer bzw. die Dauer der Arbeitsunfähigkeit deutlich vermindert. Desweiteren soll gezeigt werden, dass oftmals auf eine Spongiosaplastik, aufgrund der modernen winkelstabilen Korrekturplatten, verzichtet werden kann.

Welche Komplikationen treten bei der Radiuskorrektur auf? Wie hoch ist die Zufriedenheit der Patienten im Alltag. Besteht eine Korrelation zwischen anatomisch-morphologischem Ergebnis und der postoperativen Beschwerden der Patienten? Wie ist die Behandlungsstrategie beim CRPS nach einer Radiusfraktur? Diese Fragen werden in dieser Studie ebenfalls diskutiert.

2 Material und Methoden

2.1 Patientenkollektiv

Die Untersuchungsgruppe bildeten 24 Patienten, bei denen in der Zeit vom 1.3.2005 bis 31.12.2007 im Zentrum für Handchirurgie Ravensburg aufgrund einer Fehlstellung eine Korrekturoperation am distalen Radius durchgeführt wurde.

Von den 24 Patienten waren 21 Frauen und 3 Männer.

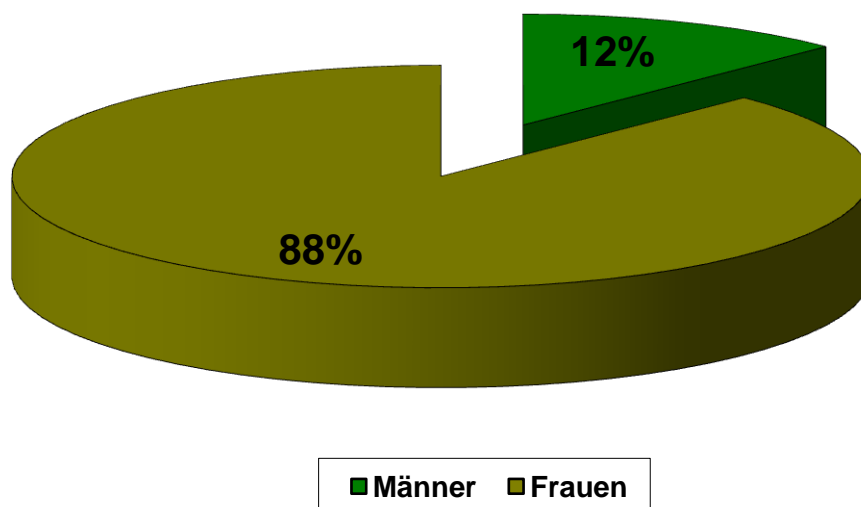


Abbildung 20: Geschlechtsverteilung der Patienten

Das Alter der Patienten lag zwischen 15 und 84 Jahren. Im Mittel waren die Patienten 56,9 Jahre alt. Die Häufigkeitsverteilung der nach Dezenen aufgeteilten Altersgruppen zeigte eine erhöhte Inzidenz in den Gruppen zwischen 50 und 70 Jahren. Die genaue Aufschlüsselung zeigt das folgende Diagramm

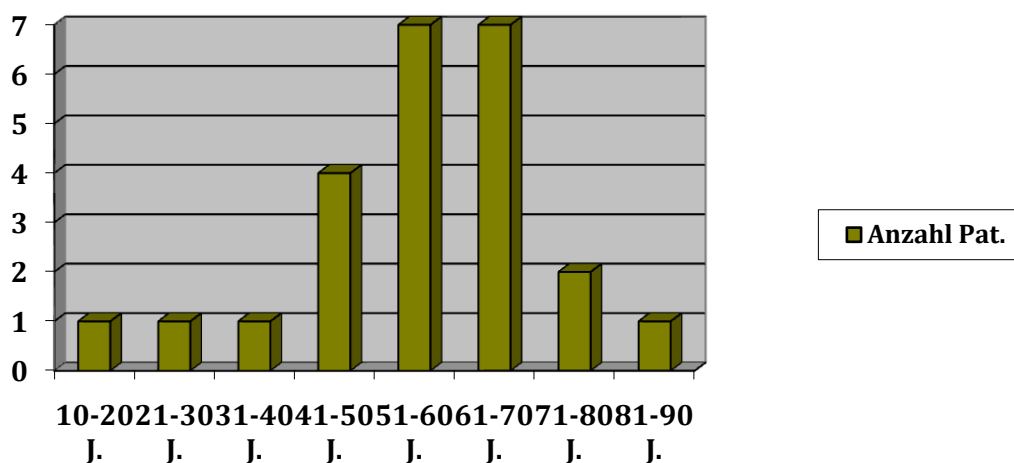


Abbildung 21: Altersverteilung der Patienten

Die Datenerhebung umfasst alle zur Verfügung stehenden Befunde aus der Krankenakte, den präoperativen und postoperativen Röntgenbildern, der klinischen Nachuntersuchung und die Daten aus den standardisierten Handgelenk-Scores.

Von 24 Patienten konnten 20 klinisch und radiologisch nachuntersucht werden, 2 Patienten beantworteten die ihnen zugeschickten Fragebögen (Handgelenk - Scores). Die verbleibenden 2 Patienten konnten nur anhand der Aktenlage beurteilt werden, da sie jeweils nur einmal postoperativ in der Sprechstunde waren und die zugeschickten Fragebögen nicht beantworteten.

Von der Studie ausgeschlossen wurden Patienten, bei denen andere Erkrankungen im Vordergrund standen oder bei denen bereits vor dem Unfall am Handgelenk oder der Hand starke Beschwerden bestanden.

2.2 Die Nachuntersuchung

Die Nachuntersuchung im Rahmen der Studie erfolgte im Mittel nach 349 Tagen(43-1080).

Bei der Aktenauswertung und der Nachuntersuchung wurden folgende Daten erfasst:

- Alter des Patienten
- Geschlecht
- Dominierende Seite(Rechts-/Linkshänder)
- Unfalldatum
- Primäre Versorgung nach dem Unfall(Radiusfraktur)
- Art der OP(Zugang, Versorgung von Begleitverletzungen)
- Verwendetes Osteosynthesematerial bei der Korrekturoperation
- Spongiosaplastik ja/nein
- Durchbau der Korrekturosteotomie
- Zeitraum in Tage vom Unfall bis zur Korrektur-OP
- Operationsdatum
- Zeitraum Korrektur-OP bis zur Nachuntersuchung (Tage)
- Datum der Nachuntersuchung
- Radiologische Auswertung der präoperativen Stellung von Radius und Ulna
- Radiologische Auswertung der postoperativen Stellung von Radius und Ulna
- Postoperative Funktion des Handgelenks (Flexion, Extension, Ulnarduktion, Radialduktion, Pronation und Supination)

- Die Scores (DASH Funktionswert, WRIST Score)
- Postoperativer Schmerz auf der visuellen Analogskala
- Besondere Beschwerden

2.2.1 Die radiologische Nachuntersuchung

Bei der radiologischen Kontrolle der postoperativen Ergebnisse wurden Standard-Röntgenaufnahmen des betroffenen Handgelenks in zwei Ebenen angefertigt. Das bedeutet Röntgenaufnahmen in Neutralstellung des Handgelenks in exakter p.a. und im seitlichen Strahlengang.

Die angefertigten Röntgenaufnahmen wurden alle vom selben Untersucher nach den folgenden Kriterien ausgewertet:

- Bestimmung der Böhler-Winkel, d.h. der dorsopalmaren Neigung der Radiusgelenkfläche (Palmarinklination) und der radioulnaren Neigung der Radiusgelenkfläche (Ulnarinklination)
- Bestimmung der relativen Ulnalänge (Ulnavarianz, siehe Punkt 1.6. Radiologische Diagnostik am Handgelenk)

Bei dorsaler Abkipfung der Radiusgelenkfläche erhielten die Werte ein negatives Vorzeichen. Bei der Untersuchung der Ulnalänge wurde gleich verfahren, d.h. eine Ulna-Plus-Situation erhielt ein positives, eine Ulna-Minus-Situation ein negatives Vorzeichen.

2.2.2 Die klinische Nachuntersuchung

Bei der klinischen Nachuntersuchung wurde bei allen Patienten der Bewegungsumfang am operierten Handgelenk gemessen (Neutral-Null-Methode).

Desweiteren wurden alle Patienten gebeten, ihre Ruhe-bzw. Belastungsschmerzen auf der Visuellen Analog Skala (VAS) anzugeben (von 0 = kein Schmerz bis 10 = unerträgliche Schmerzen)

Die weitere klinische Untersuchung fand mit dem DASH Score (**D**isability of **A**rm, **S**houlder and **H**and) und dem Cooney-WRIST Score (modifiziert nach Krimmer) statt(27).

2.2.3 Die Handgelenk-Scores

DASH Score

Der DASH Score gilt als validierter Score(Germann et al.) zur Beurteilung der Funktion und der Beschwerden am Handgelenk nach Radiusfrakturen aus Sicht des Patienten. Es handelt sich dabei um einen Fragebogen mit 30 Fragen. Der Patient muss hier Fragen zu seinem jetzigen Zustand und zur Funktion der oberen Extremität beantworten.

Der DASH-Funktionswert(DASH-FW) wird nach folgender Formel berechnet:

Gesamtpunktzahl – 30 (Minimalpunktzahl)

DASH –FW = -----

1,20 (Bandbreite)

Ein DASH-Funktionswert von 0 entspricht also einem optimalen Ergebnis ohne Schmerzen und Behinderung.

Ein DASH-Funktionswert von 100 würde einer maximalen Behinderung und stärksten Schmerzen entsprechen.

Der komplette DASH Score wird im Anhang wiedergegeben.

WRIST Score modifiziert nach Krimmer

Der Wrist Score nach Krimmer(44) ist ein modifizierter Mayo Wrist Score(74). Er bewertet 4 Parameter:

- Die Kraft am betroffenen Hand/Handgelenk in Prozent im Vergleich zur gesunden Gegenseite
- Die Beweglichkeit des betroffenen Handgelenks(Extension/Flexion, Ulnarduktion/Radialduktion, Pronation/Supination)
- Der Schmerz bewertet mit der verbalen Analogskala
- Die Gebrauchsfähigkeit des betroffenen Handgelenks

Der Patient kann ein Ergebnis zwischen 0 und 100 Punkten erreichen, wobei 0-50 Punkte ein schlechtes, 51-65 Punkte ein befriedigendes, 66-80 Punkte ein gutes und 81-100 Punkte ein sehr gutes Ergebnis widerspiegeln.

Der komplette WRIST Score nach Krimmer wird im Anhang wiedergegeben.

2.3 Zeitpunkt der Korrekturosteotomie

Der früheste Zeitpunkt der Korrekturosteotomie war am 19. Tag nach der Fraktur, der späteste am 890. Tag. Im Mittel wurde die Radiuskorrekturoperation am 237. Tag nach dem Unfall ausgeführt.

Für die Studie wurden die Patienten desweiteren in 2 Gruppen unterteilt. Bei 9 Patienten wurde die OP vor dem 100. Tag nach dem Unfall durchgeführt, bei 15 Patienten nach dem 100. Tag.

2.4. Die Korrekturosteotomie (Zugang/OP-Technik/Osteosynthesematerial)

Prinzipiell wurden alle Eingriffe am distalen Radius in Rückenlage mit seitlicher Auslagerung des zu operierenden Armes auf einem Handtisch durchgeführt. Die Eingriffe erfolgen entweder in Plexusanästhesie oder Vollnarkose und in einer Oberarmblutleere von 300 mmHG.

Bei allen Korrekturosteotomien in unserer Studie wurde ein palmarer Zugang zum Radius gewählt. Bei den Frühkorrekturen, d.h. der Zeitraum vom Unfall bis OP ist kleiner als 21 Tage, konnte der Zugang nach Henry (2001) erfolgen. Dabei wird die Längsinzision der Haut radial der Sehne des M. flexor carpi radialis (FCR) vorgenommen.



Abbildung 22: radiopalmarer Zugang, der bei Bedarf winkelförmig nach radial und ulnar erweitert werden kann (eigene Bilder)

Nach dem Spalten der Fascia antebrachii werden die Sehnen des FCR, FPL (M. flexor pollicis longus) und die Sehnen der tiefen und oberflächlichen Fingerbeuger nach ulnar weggehalten. Der N. medianus ist normalerweise nicht zu sehen und wird mit den o.g. Muskeln und Sehnen nach ulnar gehalten. Es erfolgt die Darstellung des M. pronator quadratus, welcher radial unter Belassen eines kleinen Randsaums für die spätere Reinsertion längs abgetrennt wird. Mit dem Raspatorium wird der Muskel nun vom Radius abgeschoben und die ehemalige Frakturebene dargestellt. Mit dem Meißel kann nun die Fraktur mobilisiert werden. Sodann erfolgt die Reposition der Fraktur in anatomischer Stellung unter Bildwandlerkontrolle. Die Retention erfolgte fast immer mit der winkelstabilen APTUS Korrekturplatte der Firma Medartis.



Abbildung 24: Korrekturplatte APTUS der Firma Medartis

Verbleibt nach der Korrektur und Anbringen der Platte ein Spalt im Radius von mehr als 6mm muss eine Spongiosaplastik (Beckenkamm) durchgeführt werden.

Nach abschließender Durchleuchtung in 2 Ebenen erfolgt die Reinsertion de M. pronator quadratus, die Einlage einer Redon-Drainage und der schichtweise Wundverschluss.

Liegt zwischen Unfall oder primärer OP und dem Zeitpunkt der Korrekturoperation ein größeres Zeitintervall als drei Wochen genügt nicht der

Zugang nach Henry, den die Fraktur lässt sich nicht mehr von allein auflösen. Für die Korrekturosteotomie wird ein anderer Zugang, der eine bessere Übersicht bietet, notwendig.



Abbildung 23: intraoperatives Bild, der y - förmige radiopalmare Hautschnitt verbessert die Übersicht (eigene Bilder)

Es erfolgt ein y-förmiger Hautschnitt radiopalmal am Handgelenk, wobei der Längsschenkel über der A. radialis liegt und etwa 1,5 cm proximal der Raszetta (Linea carpi palmaris distalis) endet(70). Von hier wird nach dorsal und palmar der Hautschnitt um ca. 2 cm verlängert. Bei gleichzeitig bestehendem posttraumatischem Karpaltunnelsyndrom muss eine gesonderte Inzision über dem Karpalkanal erfolgen.

Bei der Präparation des Subkutangewebes ist es wichtig die sehr empfindlichen Äste des Ramus superficialis des N. radialis zu schonen. Sodann erfolgt die komplette Spaltung des 1. Strecksehnenfachs und die Ablösung des Musculus brachioradialis, welches die Reposition nach der Osteotomie erheblich erleichtert.

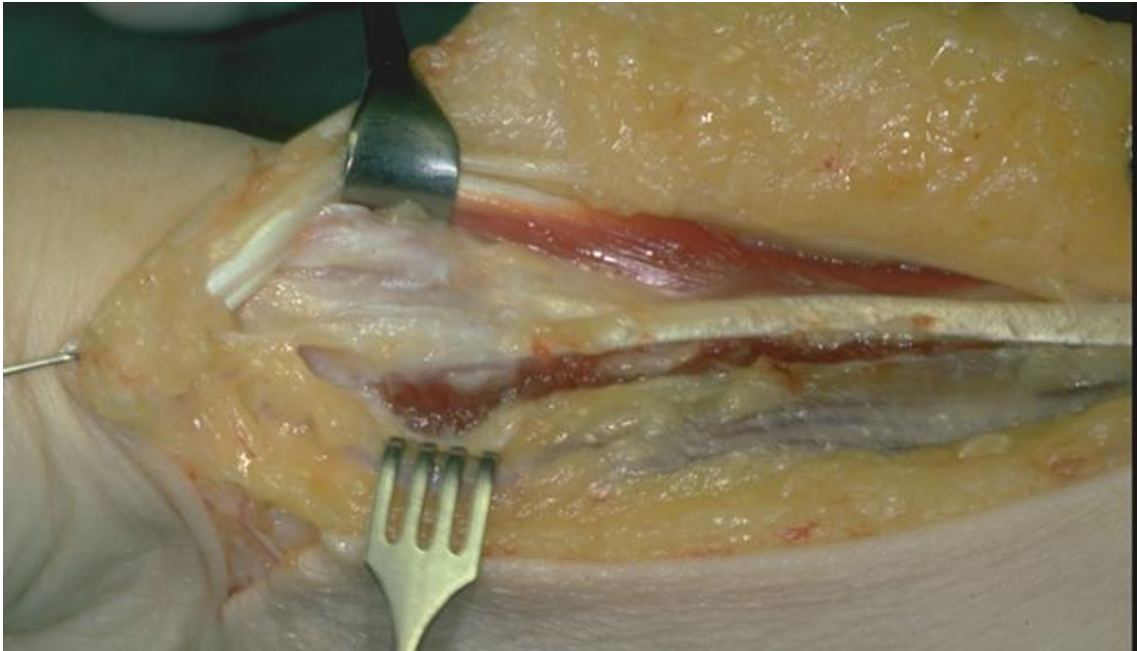


Abbildung 25: Eröffnung des 1. Strecksehnenfachs und Ablösen des M. brachioradialis, danach Eröffnung des 3. Strecksehnenfachs (eigene Bilder)

Präventiv wird das dritte Strecksehnenfach mit der Sehne des M. extensor pollicis longus eröffnet, um einer Ruptur der Sehne durch Hämatom oder Knochenarrosion zuvorzukommen. Die A. radialis mit ihren Begleitvenen wird nun zusammen mit dem M. pronator quadratus und dem M. flexor pollicis longus nach ulnar abgeschoben. Für eine glatte Auflagefläche der Platte muss nun oftmals die palmare Kante des ersten Strecksehnenfachs abgetragen werden. Mit einem losen K-Draht wird nun der radiokarpale Gelenkspalt markiert. Die Korrekturplatte aus dem APTUS Radiusssystem wird nun möglichst distal angebracht und mit 4 Schrauben fixiert. Dabei ist darauf zu achten, dass die Schrauben parallel zur Gelenkfläche eingebracht werden.

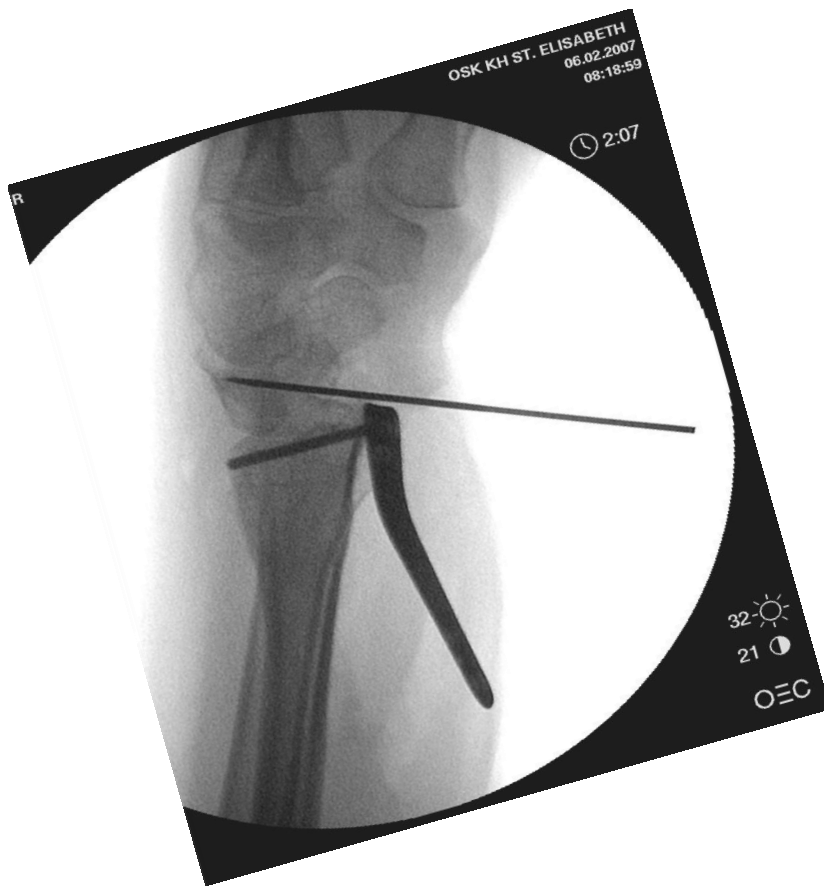


Abbildung 26: Anbringen der Platte möglichst distal und fixieren derselben mit 4, parallel zur Gelenkfläche eingebrachten, Schrauben. Der K-Draht markiert das radiokarpale Gelenk (eigene Bilder)

Es erfolgt die Kontrolle der Plattenlage mit dem Bildwandler in 2 Ebenen. Wichtig bei der Plattenanlage ist es den gewünschten Korrekturwinkel und die später gewünschte Ulnarinklination zu berücksichtigen. Da die Korrekturplatte aus dem APTUS Radius System eine anatomische Form hat und den palmar Neigungswinkel von ca. 10° vorgibt, ergibt sich aus der radialen Kante des distalen Plattenstiels und der radialen Radiuskante der Korrekturwinkel (palmare Radiuskante zu abstehender Platte).

Unter Berücksichtigung des DRUG wird nun in der Winkelhalbierenden zu beiden Ebenen von radial die Korrektur Ebene festgelegt (vorbohren eines K-

Drahtes an die proximalen Begrenzung des DRUG unter Bildwandlerkontrolle um zu verhindern dass man mit der Osteotomie in das DRUG gerät) und der Radius mit der oszillierenden Säge oder dem Meißel um einige Millimeter (4-5mm) angesägt bzw. eingekerbt. Um die komplette Osteotomie durchführen zu können muss die distal fixierte Platte nun entfernt werden.

Unter Durchleuchtung in 2 Ebenen wird nun die bereits begonnene Osteotomie komplettiert. Der ulnare Zielpunkt ist dabei einige Millimeter proximal des DRUG.



Abbildung 27: in Fehstellung verheilte distaler Radius, die Korrekturplatte ist mit den distalen Schrauben fixiert. Das radiocarpale Gelenk und die Winkelhalbierende für die Osteotomie sind mit jeweils mit 1 K-Draht markiert. Am Radiuschaft noch inliegende Schanz'sche Schraube vom Fixateur externe. (eigene Bilder)

Danach wird die Korrekturplatte distal wieder in den bereits bestehenden Schraubenlöchern fixiert und nacheinander alle Schraubenlöcher mit winkelstabilen Schrauben besetzt.

Unter Zug wird nun ein Pseudarthrosenspreizer möglichst im dorsalen Drittel des Osteotomiespalts eingebracht. Es erfolgt unter Spreizen des Pseudarthrosenspreizers, Palmarflexion und meistens noch leichter Ulnarduktion am Handgelenk die möglichst anatomische Retention. Dabei wird der proximale Plattenstiel an den Radius gepresst. Für die Retention sind erhebliche Kräfte notwendig. Mit ein bis zwei kräftigen Plattenhaltezangen wird das Retentionsergebnis durch Fixieren der Platte am Radius gehalten.

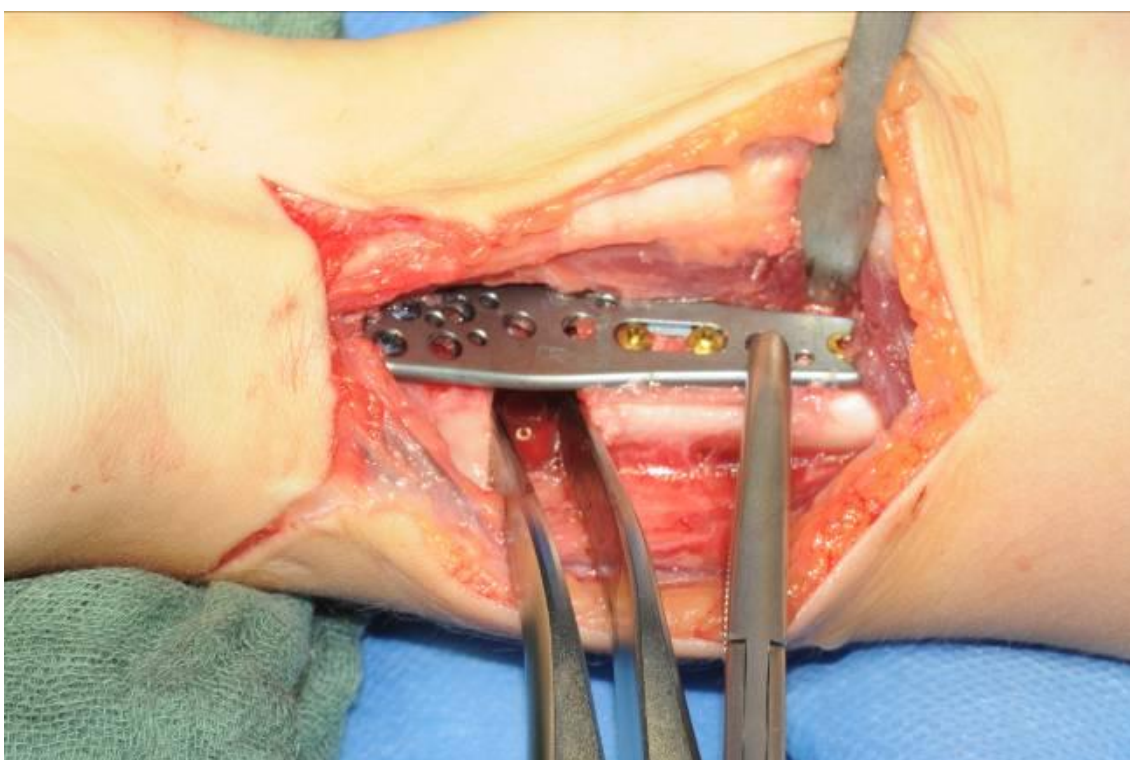


Abbildung 28: Die an den Radius gepresste Platte wird mit Schrauben am Radiuschaft fixiert. Der Pseudarthrosenspreizer hält die Länge. Die Schrauben am Schaft werden besetzt. (eigene Bilder)



Abbildung 29: Die Platte wird nach Längenausgleich mit 2 Knochenhaltezangen an den Radius gepresst (eigene Bilder)

Es erfolgt die Kontrolle unter Durchleuchtung in 2 Ebenen. Bei zufriedenstellendem Ergebnis werden nun die Schraubenlöcher am Plattenstiel bzw. am Radiuschaft besetzt. Je nach Größe des entstanden doppeltrapezförmigen Osteotomiespalts muss nun noch ein bikortikaler Knochenspan vom Beckenkamm eingepasst und fixiert werden. Bei kleinen Lücken (< 6mm) bzw. wenn der Radius an einer Stelle noch Kontakt hat, kann auf das Einsetzen eines Knochenspans verzichtet werden.

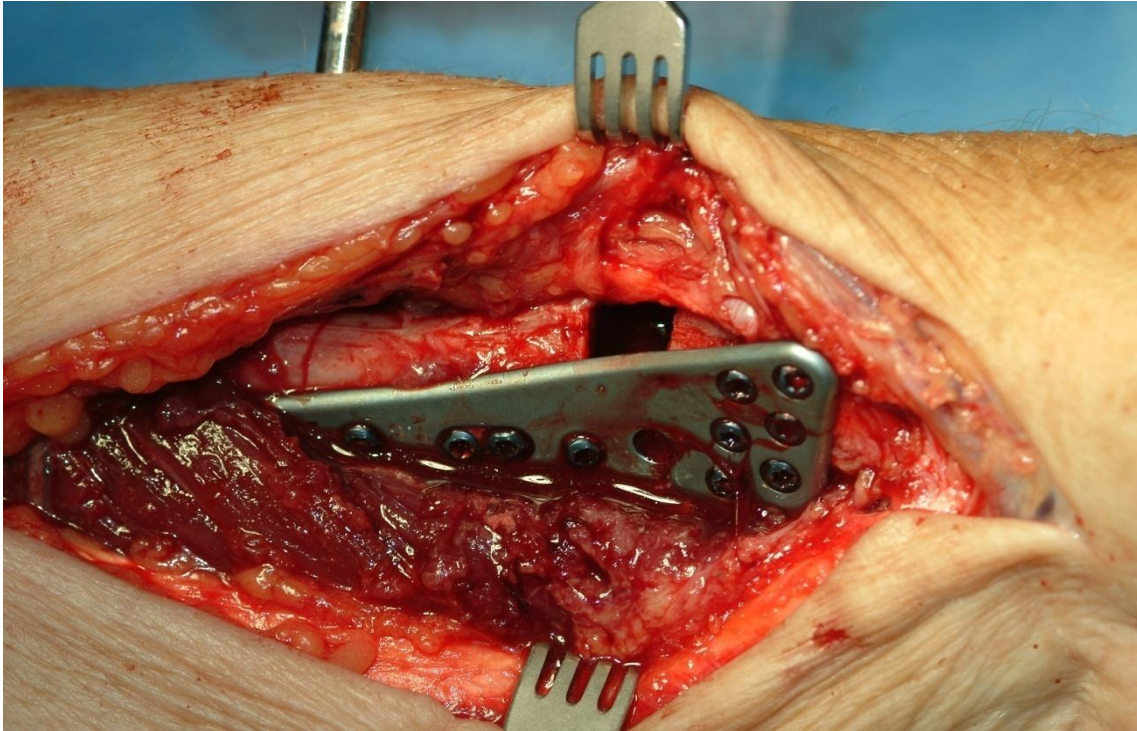


Abbildung 30: doppeltrapezförmiger Osteotomiespalt nach Retention des distalen Radius , ohne Spongiosaplastik (eigene Bilder)

Der M. pronator quadratus wird nur locker an die Sehne des M. brachoradialis genäht. Die EPL- Sehne verbleibt subkutan. Nach Einlage einer Redondrainage erfolgt der schichtweise Wundverschluß.

Nach dem sterilen Wundverband wird eine palmare Unterarmgipsschiene in Neutralstellung des Handgelenks angelegt, diese muss meistens nur bis zur gesicherten Wundheilung getragen werden. Bei stark osteoporotischem Knochen wird die Schiene auch mal für 4 Wochen belassen. Mit der Handtherapie wird aber in jedem Fall spätestens ab der 1.postoperativen Woche aus der Schiene heraus begonnen. Die Mobilisation der Fingergelenke beginnt am 1. postoperativen Tag.

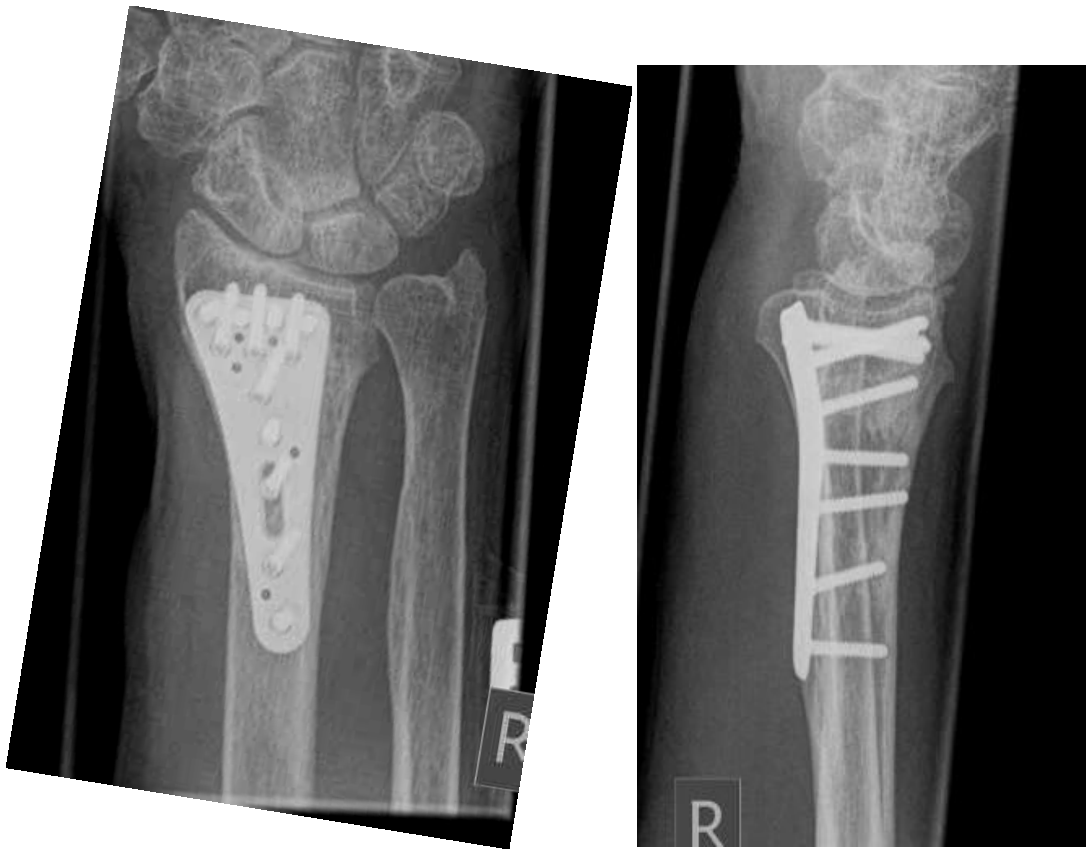


Abbildung 31: postoperatives Ergebnis nach Radiuskorrektur mit dem APTUS Radiusssystem (eigene Bilder, präop. Bilder des Patienten siehe Abb. 16)

Die APTUS Radius Platte erlaubt durch ihre Form eine anatomische Retention nach der Korrekturosteotomie am distalen Radius. Alle Schraubenlöcher sind entweder multidirektional winkelstabil oder mit einer Kortikalisschraube zu besetzen. Durch die hohe Stabilität der Platte und der sehr stabilen Verblockung der winkelstabilen Schrauben mit der Platte kann oftmals auf eine Spongiosaplastik mit einem Knochenspan vom Becken verzichtet werden. Trotzdem kann eine frühfunktionelle Nachbehandlung durchgeführt werden.

Die Grobkraft wurde mit dem Jamar Dynamometer auf Stufe 2 gemessen.

3. Ergebnisse

Von den 24 nachuntersuchten Patienten waren 21 Rechtshänder und 3 Linkshänder.

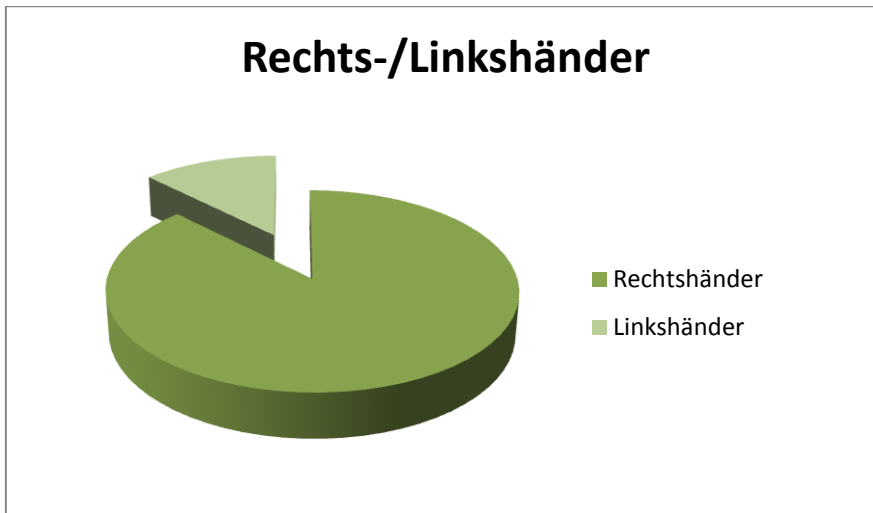


Abbildung 32: Verteilung Rechts-/Linkshänder in der Studie

Bei 10 Patienten bestand der Z.n. Radiusfraktur rechts und bei 14 der Z.n. Radiusfraktur links.

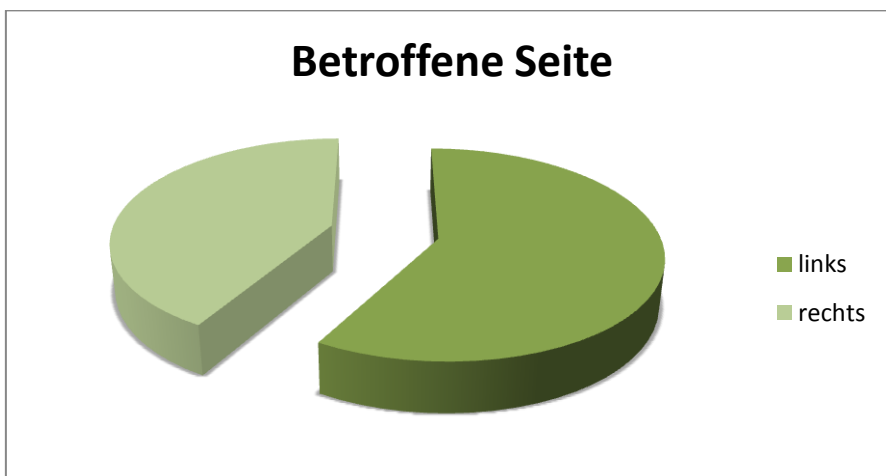


Abbildung 33: Verteilung der von der Fraktur betroffenen Seite

11 (46%) von 24 Patienten waren an ihrer dominanten Hand verletzt.

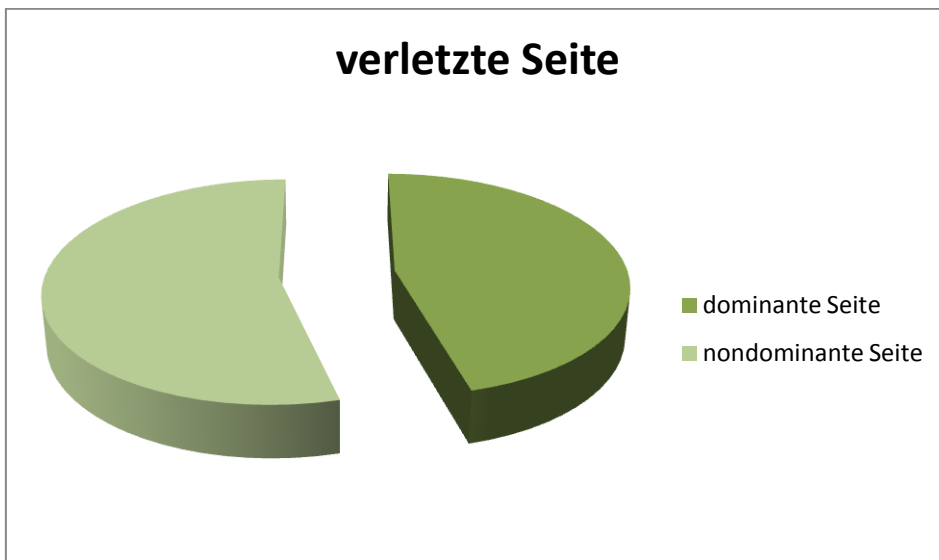


Abbildung 34: Verteilung "Verletzung an der dominanten Hand ja/nein"

Die primäre Versorgung nach dem Unfall erfolgte bei 15 Patienten konservativ und bei 9 Patienten operativ.

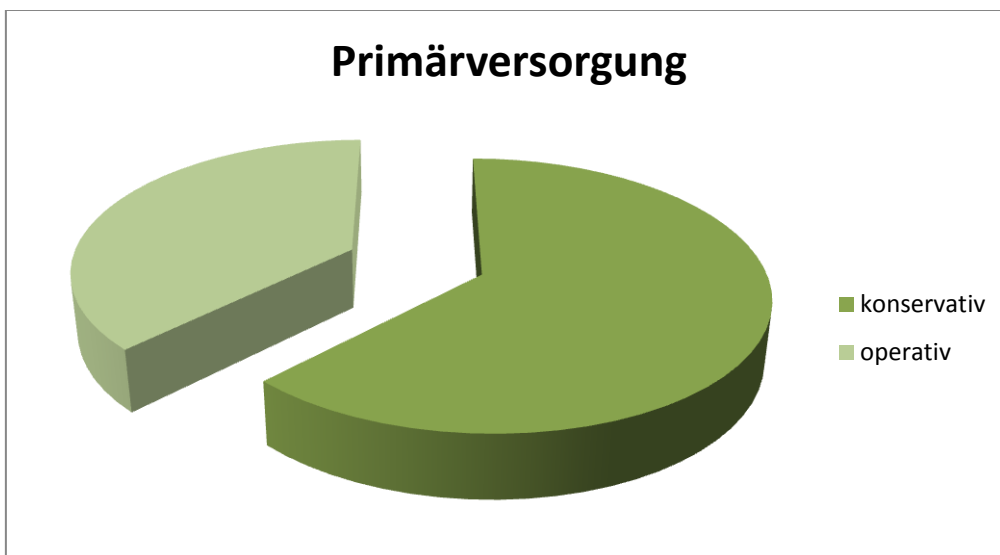


Abbildung 35: Verteilung der primären Versorgung

Von den 9 primär operativ versorgten Patienten wurden 5 mit einer Platte, 3 mit einem Fixateur externe und einer mit K-Drähten versorgt.

Bei allen 24 Patienten wurde bei der Korrekturoperation ein palmarer bzw. radiopalmarer Zugang gewählt. In 3 Fällen wurde eine Frühkorrektur ca. 3 Wochen nach dem Unfall durchgeführt.

In 3 Fällen musste aufgrund eines posttraumatischen Karpaltunnelsyndroms im Rahmen der Operation eine Karpaldachspaltung durchgeführt werden.

In 22 von 24 Fällen wurde eine APTUS Radius Platte der Firma Medartis verwendet. Einmal wurde eine Korrekturplatte der Firma Martin und einmal eine P-Platte des Hand-Innovations-System verwendet.

Der Mittelwert in der Visuellen Analog Skala (VAS) betrug zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung 2,2.

Bei 11(46%) Patienten wurde ein autogener Knochenspan vom Beckenkamm eingebracht. Bei 13 (54%) von 24 Patienten konnte darauf verzichtet werden.

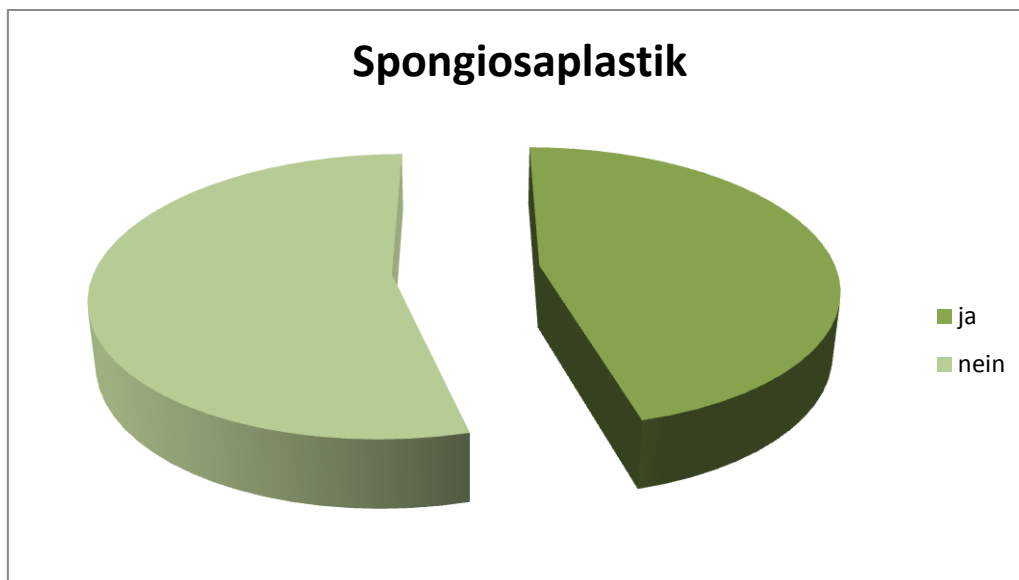


Abbildung 36: Verteilung Korrekturosteotomie mit oder ohne Spongiosa

Bei keinem der 24 Patienten kam es postoperativ zu einer Pseudarthrose am distalen Radius. Alle Osteotomien heilten aus, es kam zu keinen Sekundärdisklokationen.

Die Korrekturoperation am Radius wurde im Mittel 237 Tage nach dem Unfallereignis durchgeführt.

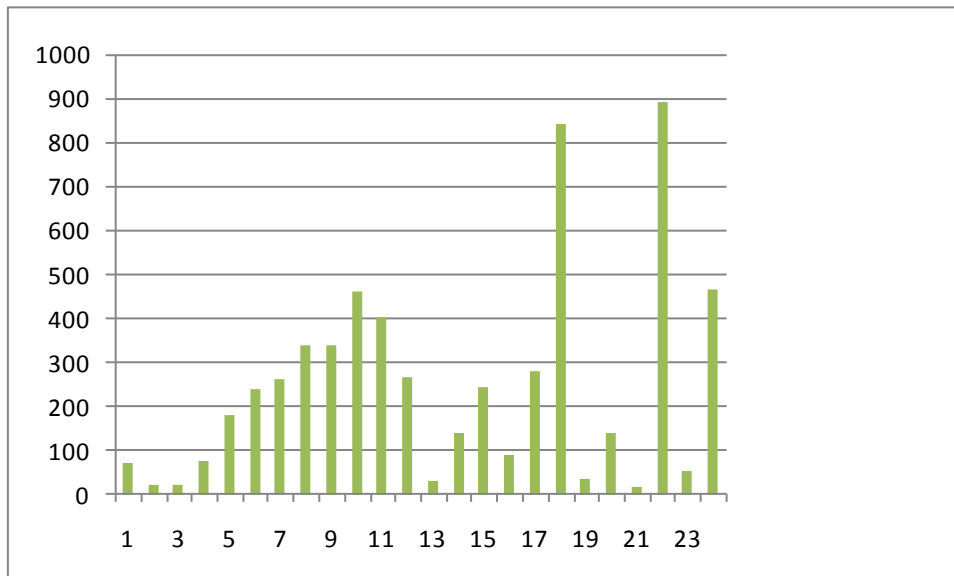


Abbildung 37: Verteilung der Tage bis zur OP in der Studie bei den 24 Patienten

Von der Korrekturoperation bis zur Nachuntersuchung vergingen im Mittel 366 Tage.

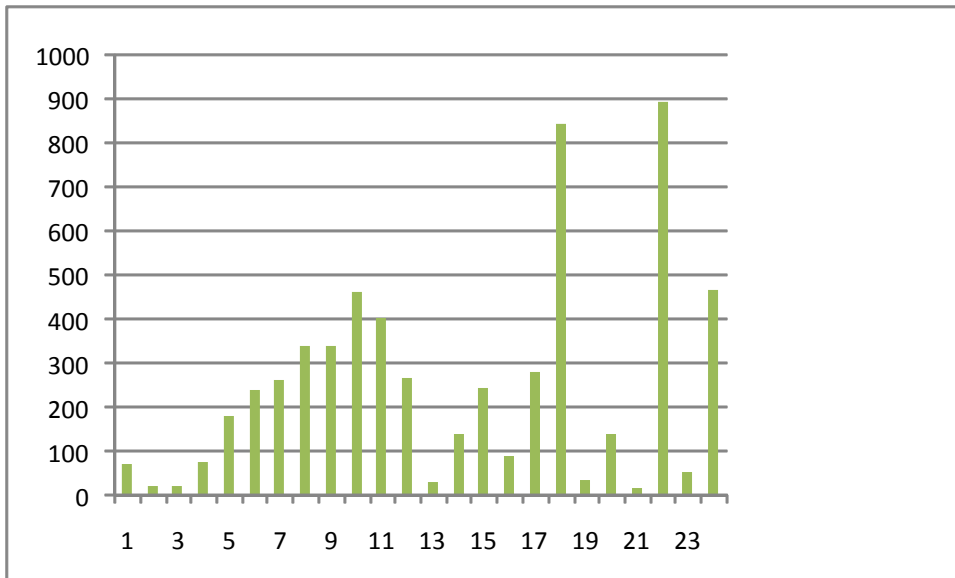


Abbildung 38: Tage von der OP bis zur Nachuntersuchung bei den 24 Patienten

An postoperativen Komplikationen hatten wir einmal eine Wundheilungsstörung im distalen Drittel der Narbe und eine vorübergehende Hypästhesie im Versorgungsgebiet des Ramus superficialis des N. radialis.

An der verletzten Hand betrug die Grobkraft im Mittel 19,6 kg. Das entspricht einer postoperativen Schwächung von 27,5%, da die Grobkraft der unverletzten Hand im Mittel 27 kg betrug.

3.1 Vergleich prä- und postoperative Gelenkwinkel am Radius

	Dorsopalmare Neigung der Radiusgelenkfläche	Ulnarinklination der Radiusgelenkfläche
Präoperativ im Mittel	-17°	11°
Postoperativ im Mittel	6°	18°

Tabelle 1: Winkel am distalen Radius prä- und postoperativ

In den präoperativen Röntgenbildern zeigte sich eine durchschnittliche Dorsalabkippung der Radiusgelenkfläche von 17°. Mit der postoperativen, durchschnittlichen Palmarneigung von 6° konnte nahezu eine physiologische Gelenkstellung erzielt werden. Dasselbe gilt für die Ulnarinklination, der präoperative Durchschnittswert von 11° konnte auf den sehr guten Mittelwert von 18° erhöht werden. Damit wurde die palmare Inklination um durchschnittlich 24° und die Ulnarinklination um durchschnittlich 8° verbessert.

3.2 Vergleich prä- und postoperative Ulnarvarianz am Handgelenk

	Ulnarvarianz
Präoperativ im Mittel	+ 2,50mm
Postoperativ im Mittel	- 0,04mm

Tabelle 2: prä- und postoperative Ulnarvarianz

3.3 Postoperatives Bewegungsausmaß am betroffenen Handgelenk

	Postoperatives Bewegungsausmaß am Handgelenk in Grad(Mittelwert)
Flexion	54
Extension	53
Ulnarduktion	37
Radialduktion	17
Pronation	85
Supination	84

Tabelle 3: Postoperatives Bewegungsausmaß am betroffenen Handgelenk

Die postoperative Beweglichkeit an den korrigierten Handgelenken erreichten physiologische Werte. Die nachuntersuchten Patienten waren alle mit dem erreichten Ergebnis zufrieden. Eine signifikante Funktionsverbesserung zeigte sich insbesondere bei den Ergebnissen der Umwendbewegung.

3.4 Auswertung der Handgelenk-Scores

	Mittelwert(n=24)
DASH Funktionswert	14
WRIST Score	88

Tabelle 4: Ergebnisse der Handgelenk-Scores

Die Ergebnisse des DASH Funktionswerts gemittelt über alle Patienten sind als sehr gut einzustufen. Das Ergebnis des WRIST Scores kann ebenfalls als sehr gutes Ergebnis bewertet werden.

3.5 Vergleich der Gruppen mit oder ohne Spongiosaplastik

	mit Knochenspan (Mittelwerte)	ohne Knochenspan (Mittelwerte)
DASH Funktionswert	19	9
WRIST Score	85	92

Tabelle 5: Ergebnisse der Handgelenkscores in den Gruppen

Korrekturosteotomie mit oder ohne Knochenspan aus dem Becken

Die Gruppe ohne Spongiosaplastik zeigt in beiden Scores bessere Ergebnisse als die Gruppe mit autogenem Knochenspan aus dem Becken. Wobei es sich hierbei um selektive Ergebnisse handelt, da aufgrund der präoperativ geringeren Fehlstellung ein kleinerer Defekt nach der Korrektur am distalen Radius entsteht und daraus die geringeren postoperativen Beschwerden ebenfalls resultieren.

3.6 Vergleich der Gruppen bezüglich des Zeitpunkts der Korrekturosteotomie

Die 24 Patienten wurden in 2 Gruppen unterteilt. Bei 9 Patienten war die Korrekturoperation am Radius weniger als 100 Tage nach dem Unfall und der

Primärversorgung. Bei den 15 anderen Patienten wurde die Radiuskorrektur mindestens 100 Tage oder mehr nach dem Unfall durchgeführt.

Das Ergebnis wird ein wenig verfälscht, weil die mit Abstand schlechteste Patientin(Ergebnisse aus allen Handgelenk-Scores) in die erste Gruppe fällt. Bei ihr wurde die Radiuskorrektur nach 91 Tagen konservativer Behandlung durchgeführt. Es bestand ein massives präoperatives Schmerzsyndrom und am Handgelenk an den Fingergelenken waren nur Wackelbewegungen möglich. Sie war bis dahin einer Therapie nicht zugänglich.

	OP weniger als 100 Tage nach Unfall	OP 100 Tage oder mehr nach Unfall
DASH Funktionswert	14	14
WRIST Score	84	91

Tabelle 6: Ergebnisse aus den Handgelenk-Scores bezüglich des Zeitpunkts der Korrekturoperation am distalen Radius

In unserer Studie zeigen die Ergebnisse in den 2 Gruppen keine wesentlichen Unterschied. Im DASH Funktionswert und im WRIST Score sind die Werte in Gruppe 2 (OP 100 Tage oder mehr nach Unfall) nur unwesentlich besser.

Im DASH Funktionswert und im WRIST Score zeigten sich für beide Gruppen sehr gute Resultate.

Die Auswertung der Scores zeigt , dass die 3 Patienten , bei denen präoperativ ein Karpaltunnelsyndrom bestand, alle postoperativ beschwerdefrei waren und im WRIST Score die volle Punktzahl 100 erreichten . Bei zwei dieser Patienten bestanden präoperativ eindeutige Zeichen eines CRPS. Beim dritten Patienten, der an einem CRPS litt, bestand eine Irritation des N.medianus ohne elektrophysiologisch messbare Veränderungen der Nervenleitgeschwindigkeit des N.medianus.

Insgesamt wurde bei 3 Patienten mit einem CRPS eine frühe Korrektur am distalen Radius durchgeführt.

4 Diskussion

Die Ausheilung in einer Fehlstellung ist auch in der heutigen Zeit noch eine häufige Komplikation in der Behandlung distaler Radiusfrakturen(14). Die meisten Fehlstellungen werden nach konservativer Therapie gesehen(6,35,36),da zwar häufig auch bei stark dislozierten Radiusfrakturen initial die weitgehend achsgerechte Reposition gelingt, die Retention aber in der Gipsruhigstellung aufgrund der ausgeprägten, meist dorsalen Trümmerzone am distalen Radius , nicht ausreichend gelingt und es zu einer sekundären Dislokation im Laufe der nächsten Tage und Wochen kommt.

Trotz der ansteigenden Zahl an operativen Versorgungen distaler Radiusfrakturen wir man aber auch hier zunehmend mit postoperativen Fehlstellungen oder sekundären Dislokationen konfrontiert. Aufgrund der steigenden Anforderungen junger, aber auch der älteren Patienten, zur vollen Wiederherstellung des Bewegungsumfangs , Kraft und Belastbarkeit des verletzten Handgelenks besteht oftmals die Indikation zur Korrekturoperation am distalen Radius.

Heute weiß man welche Auswirkungen die Fehlstellung am distalen Radius auf die Biomechanik am Handgelenk hat, sie kann bis zur karpalen Instabilität führen und wenn sie länger besteht teilweise irreversibel sein(9,20,62,66).

Auch das Ulna Impaction Syndrom , die Inkongruenz im distalen Radioulnargelenk (DRUG)und Bandinstabilitäten sind häufige Komplikationen der in Fehlstellung verheilten distalen Radiusfraktur und führen zur Arthrose am Handgelenk(1,22,24,31,33,41,42).

Desweiteren beobachtet man des Öfteren auch ein akutes CRPS und ein posttraumatisches Karpaltunnelsyndrom(5,15,18,19,25,29,45).

Durch die Entwicklung neuer winkelstabiler, multidirektionaler Plattensysteme bietet die Korrekturosteotomie jedoch als einziges Verfahren zuverlässig die Möglichkeit am Ort der Fehlstellung korrigierend einzugreifen. Dadurch können

annähernd , auch unabhängig von der Knochenqualität (59), wieder anatomische Verhältnisse wiederhergestellt werden, welche für das Outcome der Patienten wichtig sind(12).

Die vom Alter des Patienten unabhängige , deutliche Besserung der Beschwerden nach der Korrekturosteotomie wurde bereits mehrfach in der Literatur beschrieben und deckt sich mit den Ergebnissen aus unserer Studie(21,65,68).

Aufgrund der Stabilität und Tragkraft der neuen winkelstabilen Plattensysteme kann vermehrt eine frühe Korrektur am Radius durchgeführt werden, wohingegen man früher auf stabile Knochenverhältnisse warten musste.

Bei den 3 Patienten mit einer Frühkorrektur (<21 Tage nach Unfall) in unserer Studie wurde der palmare Zugang nach Henry zwischen A. radialis und der Sehne des M. flexor carpi radialis gewählt, da in diesen Fällen die angeheilte Fraktur mit dem Meißel wieder aufgelöst werden kann. Bei den anderen 21 Patienten aus unserem Patientenkollektiv wurde ein y-förmiger Hautschnitt radiopalmar durchgeführt, er erlaubt einen schonenden Zugang zum Radius und ermöglicht eine bessere Übersicht und Kontrolle über die dreidimensionale Osteotomieebene. Die anatomisch geformten winkelstabilen Platten geben den Korrekturwinkel bezüglich der Palmarinklination vor. Die Ulnarinklination , Rotation des Radius und die Radiuslänge sind vom Operateur selbst einzustellen. Die postoperativ palmar am Radius anliegende Platte ist bei korrekter Lage ausreichend von Weichteilgewebe bedeckt und führte bei keinem unserer Patienten zu einer Komplikation. Intraoperativ muss durch eine Kinematographie eine Bandverletzung am Handgelenk, insbesondere zwischen Kahnbein und Mondbein (Skapholunäre Dissoziation = SLD) ausgeschlossen werden. Klinisch gilt es die Stabilität am distalen Radioulnargelenk zu überprüfen.

Die postoperativen Durchleuchtungskontrollen und die Röntgenkontrollen im Rahmen der Nachuntersuchung zeigten, dass durch die dreidimensionale Korrektur der Gelenkflächenstellung und den erreichten Längenausgleich am

Radius annähernd physiologische Ergebnisse und biomechanisch gute Verhältnisse am Handgelenk erreicht werden können. Sowohl die Auswertung der postoperativen Bewegungsausmaße, als auch die Ergebnisse aus DASH Score und WRIST Score in unserem Patientenkollektiv untermauern dies. Eine weitgehend anatomische Stellung von Radius und Elle am Handgelenk führen zu einer deutlichen Linderung der Schmerzen und Besserung der Beweglichkeit. Der postoperative Mittelwert von Extension/Flexion lag bei 53°- 0 - 54°, von Supination/Pronation bei 84°- 0 - 85° und von Ulnarduktion/Radialduktion bei 37°- 0 – 17° (Tab. 3).

Die subjektive Zufriedenheit der von uns operierten Patienten wurde mit Hilfe des DASH Scores evaluiert und zeigte den durchschnittlichen Wert von 14 (DASH-Funktionswert). Diese sehr guten Ergebnisse wurden durch den nach Krimmer modifizierten WRIST Score objektiviert. Hier erreichten unsere Patienten im Mittel einen Wert von 88 von 100 zu erreichenden Punkten, was ebenfalls für ein sehr gutes Ergebnis spricht.

Diese sehr guten Resultate in den Scores untermauert ein Durchschnittswert von 2,2 auf der visuellen Analogskala. Alle Patienten waren mit dem erreichten Ergebnis und der deutlichen Schmerzreduzierung durch die Korrekturoperation sehr zufrieden und würden die Operation wieder durchführen lassen.

Wir unterteilten unser Patientenkollektiv noch in 2 Untergruppen. Bei den 9 Patienten der Gruppe 1 wurde die Korrektur am distalen Radius weniger als 100 Tage nach dem Unfallereignis, bei den 15 Patienten der Gruppe 2 mehr als 100 Tage nach dem Unfallereignis durchgeführt. Wie in der von Jupiter 1996 veröffentlichten Studie(39) zeigte auch unsere Studie vergleichbare Ergebnisse in beiden Gruppen (Tab.6). Dabei muss aber festgehalten werden, dass der Patient mit den mit Abstand schlechtesten Werten in den Scores in der Gruppe 1 mit beurteilt wurde. Würde man diesen Patienten von der Studie ausschließen hätte man eindeutig bessere Ergebnisse für die Gruppe der unter 100 Tage nach dem Unfallereignis operierten Patienten.

Die Verwendung eines kortikospongiösen Knochenspans bei der Versorgung von Frakturen wurde bereits 1942 von Ghormley beschrieben(28). Die Spongiosaplastik galt über viele Jahre bei der Therapie von Radiusfrakturen mit großen Defekten und insbesondere bei Korrekturoperationen als unverzichtbar(52). Erst die Entwicklung der winkelstabilen Plattensysteme ermöglicht die Versorgung der obengenannten Fälle ohne einen Verlust in der Durchbauungsrate(55)und ohne sekundäre Dislokationen. Dadurch können auch die Komplikationen, die bei der Entnahme von Knochenmaterial am Becken beschrieben werden(3), immer häufiger vermieden werden.

In unserem Patientenkollektiv wurde bei 11 Patienten eine Spongiosaplastik im Rahmen des Korrekturingriffs notwendig. Bei 14 Patienten konnte darauf verzichtet werden. Die Entscheidung für oder gegen eine Spongiosaplastik hängt von der Größe des Osteotomiespalts und der Knochenqualität des Patienten ab und wird von Fall zu Fall vom Operateur entschieden. Vergleicht man diese beiden Gruppen miteinander zeigen sich in unserer Studie deutlich bessere Ergebnisse bei den Patienten, bei denen keine Spongiosoplastik notwendig wurde. Der durchschnittliche DASH Funktionswert in dieser Gruppe ist 9. Die Gruppe mit Spongiosaplastik hat einen Mittelwert im DASH Funktionswert von 19. Diese Resultate konnten im WRIST Score bestätigt werden. Einem Wert von 92 Punkten in der Gruppe ohne Spongiosaplastik steht ein durchschnittlicher Wert von 85 Punkten in der anderen Gruppe gegenüber. Der Outcome der Patienten wird also besser, je kleiner der Osteotomiespalt bzw. umso besser die Knochenqualität des Patienten ist und je geringer die präoperative, zu korrigierende Fehlstellung war.

Drei Patienten in unserer Studie zeigten präoperativ eindeutig die Zeichen eines CRPS (Complex Regional Pain Syndrome). Auffällig dabei war, dass bei diesen Patienten ebenfalls eine eindeutige Irritation des N. medianus bestand, sie klagten über Einschlafen der radialen Finger und nächtliche Schmerzen. Das posttraumatische Karpaltunnelsyndrom kann also als agravierender Faktor für die Entstehung eines CRPS gesehen werden(15-18,26). In der Literatur wurde bisher bei bestehendem CRPS empfohlen stabile knöcherne

Verhältnisse sowie eine Besserung der trophischen Hautverhältnisse abzuwarten, bevor eine Korrektur am Radius durchgeführt werden soll(67). In unserem Kollektiv profitierten alle Patienten, vor allem auch die zu einem frühen Zeitpunkt und einem bestehenden CRPS operierten, von der Radiuskorrektur und zeigten eine schnelle Abheilung der Algodystrophie. Wir operierten diese Patienten nach durchschnittlich 27 Tagen. Durch eine weitgehende Wiederherstellung der anatomischen Verhältnisse und damit Besserung der biomechanischen Verhältnisse am Handgelenk kann eine frühere und effizientere Nachbehandlung durchgeführt werden. Der durchschnittliche postoperative Wert auf der visuellen Analogskala wurde mit 2 angegeben, der durchschnittliche DASH Funktionswert lag bei 10 und der nach Krimmer modifizierte WRIST Score bei 94 Punkten.

Damit erreichten erfreulicherweise alle Patienten nach der Korrekturoperation und der zeitgleichen Spaltung des Karpaltunnels durch einen separaten Zugang sehr gute Ergebnisse und waren weitgehend schmerzfrei. Eine Irritation bzw. Kompression des N.medianus sollte demzufolge vor jeder Korrekturoperation ausgeschlossen werden, nicht zuletzt auch um der Entwicklung eines CRPS vorzubeugen. Diese Ergebnisse decken sich auch mit der Literatur(28), in der eine frühzeitige Mobilisierung bei bestehendem CRPS sich günstig auf den klinischen Verlauf auswirkt.

5 Zusammenfassung

Die in Fehlstellung verheilte Radiusfraktur ist, unabhängig ob primär konservativ oder operativ behandelt, heutzutage immer noch eine häufige Komplikation. Unsere Studie zeigt, dass die Radiuskorrekturoperation, wie bereits beschrieben, zu einer deutlichen Besserung der Funktion und der Schmerzen am Handgelenk führt. Da die Ergebnisse bei den frühen und späten Korrekturen vergleichbar sind, sollte die Tendenz heutzutage eindeutig in Richtung der Frühkorrektur gehen, da dadurch zum einen einer langen Morbidität und zum anderen der Entwicklung oder Verschlechterung einer Algodystrophie vorgebeugt werden kann. Desweiteren weiß man heute welche Auswirkungen eine Fehlstellung am distalen Radius auf die Biomechanik am Handgelenk bzw. der Handwurzel hat. Über lange Zeit bestehende Fehlstellungen sind teilweise irreversibel und können zu einer Arthrose am Handgelenk führen. Dies sind ebenfalls Fakten die für eine Frühkorrektur am in Fehlstellung stehenden distalen Radius sprechen.

Die neuen multidirektionalen, winkelstabilen und anatomisch geformten Platten, die im Sinne eines Fixateur interne zu sehen sind, ermöglichen eine sehr stabile Osteosynthese und erlauben eine frühe Nachbehandlung. Dabei wurden in unserem Patientenkollektiv keine sekundären Dislokationen oder Pseudarthrosen gesehen.

Es kam dabei nicht auf die Interposition eines kortikospongiösen Beckenkammspanns an, denn bei allen Operationen kam es zum vollständigen Durchbau der Osteotomie. Die Ergebnisse in der Gruppe ohne Knochenspan waren sogar deutlich besser als die der mit Knochenspan. Heutzutage kann nach unserer Meinung bei kleinen Hebedefekten am Radius auf eine Spongiosaplastik aus dem Beckenkamm verzichtet werden.

Desweiteren erlauben die stabilen Plattensysteme, dass ohne größere Risiken eine Frühkorrektur durchgeführt werden kann. Stabile Knochenverhältnisse müssen für die Gewährleistung einer sicheren Osteosynthese nicht mehr

abgewartet werden. Unserer Meinung nach muss daher die Behandlungsstrategie bei bestehendem CRPS, bei in Fehlstellung stehender Radiusfraktur, neu bewertet werden. Insbesondere gilt es vor jeder Korrekturoperation am distalen Radius ein posttraumatisches Kompressionssyndrom oder eine Irritation des N. medianus auszuschließen.

6 Anhang

6.1 DASH Score

6.2 WRIST Score modifiziert nach Krimmer

6.1 DASH Score

DASH- Fragebogen

Prof. Dr. med. Hermann Krimmer
Zentrum für Handchirurgie

Elisabethenstr. 17
88212 Ravensburg
Telefon (0751) 87-2180
Telefax (0751) 87-2071
E-Mail: info@handchirurgie-ravensburg.de
Internet: www.handchirurgie-ravensburg.de

Name:

Vorname:

Geb. Datum:

Rechtshänder

Linkshänder

Verletzte Hand: **rechts**

links

Der vorliegende Fragebogen beschäftigt sich sowohl mit Ihren Symptomen als auch Ihren Fähigkeiten, bestimmte Tätigkeiten/ Aktivitäten auszuführen. Bitte beantworten Sie alle Fragen gemäß Ihrem Zustand, indem Sie die entsprechende Zahl einkreisen. Es ist nicht entscheidend, mit welchem Arm oder mit welcher Hand Sie Ihre Tätigkeiten/ Aktivitäten ausüben. Antworten Sie einfach entsprechend Ihrer Fähigkeiten, egal wie Sie die Aufgaben meistern konnten.

Bitte schätzen Sie Ihre Fähigkeit ein, wie Sie folgende Tätigkeiten in der vergangenen Woche durchgeführt haben, indem Sie die entsprechende Zahl ankreuzen.	Keine	Geringe	Mäßige	Erhebliche	Nicht
	Schwierigkeiten	Schwierigkeiten	Schwierigkeiten	Schwierigkeiten	möglich
Ein neues oder fest verschlossenes Glas öffnen	1	2	3	4	5
Schreiben	1	2	3	4	5
Einen Schlüssel umdrehen	1	2	3	4	5
Eine Mahlzeit zubereiten	1	2	3	4	5
Eine schwere Tür aufstoßen	1	2	3	4	5
Einen Gegenstand über Kopfhöhe auf ein Regal stellen	1	2	3	4	5
Schwere Hausarbeit (z. B. Wände abwaschen, Boden putzen)	1	2	3	4	5
Garten- oder Hofarbeit	1	2	3	4	5
Betten machen	1	2	3	4	5
Eine Einkaufstasche oder einen Aktenkoffer tragen	1	2	3	4	5
Einen schweren Gegenstand tragen (über 5kg)	1	2	3	4	5
Eine Glühbirne über Ihrem Kopf auswechseln	1	2	3	4	5
Ihre Haare waschen oder föhnen	1	2	3	4	5
Ihren Rücken waschen	1	2	3	4	5
Einen Pullover anziehen	1	2	3	4	5
Ein Messer benutzen, um Lebensmittel zu schneiden	1	2	3	4	5
Freizeitaktivitäten, die wenig körperliche Anstrengung verlangen (z. B. Karten spielen, Stricken, usw.)	1	2	3	4	5

Freizeitaktivitäten, bei denen auf
Ihren Arm, Schulter oder Hand
Druck oder Stoß ausgeübt wird
(z.B. Golf, Hämmern, Tennis, usw.)

	1	2	3	4	5
--	---	---	---	---	---

Freizeitaktivitäten, bei denen
Sie Ihren Arm frei bewegen
(z. B. Badminton, Frisbee)

	1	2	3	4	5
--	---	---	---	---	---

Mit Fortbewegungsmitteln
zurecht zukommen (um
von einem Platz zum
anderen zu gelangen)

	1	2	3	4	5
--	---	---	---	---	---

Sexuelle Aktivität

	1	2	3	4	5
--	---	---	---	---	---

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Der DASH Score kann nur berechnet werden, wenn mindestens 27 der 30 Fragen vom Patienten beantwortet wurden.

Die Formel lautet:

Gesamtpunktzahl – 30 (Minimalpunktzahl)

DASH Funkt.-Wert = -----

1,20 (Bandbreite)

6.2 WRIST Score modifiziert nach Krimmer

WRIST Score

Prof. Dr. med. Hermann Krimmer

Zentrum für Handchirurgie
 Elisabethenstr. 17
 88212 Ravensburg
 Telefon (0751) 87-2180
 Telefax (0751) 87-2071



Patientenname:

Kraft **Punkte**
% der Gegenseite

0-25 %	0
> 25-50 %	10
> 50-75 %	20
> 75-100 %	30

Beweglichkeit (ROM)

	Ex/Flex	Uln/Rad	Pro/Sup	
F	< 30°	< 10°	< 80°	0
E	> 30° - 60°	> 10° - 35°	> 80° - 110°	10
UA	> 60° - 100°	> 35° - 50°	> 110° - 140°	15
RA	> 100°	> 50°	> 140°	20
P				
S				

Schmerz

Verbale Analogskala (1-4)

Stark, unerträglich	4	0
Ruheschmerz und Belastungsschmerz	3	10
Ausschließlich Belastungsschmerz	2	15
Schmerzfrei	1	20

Gebrauchsfähigkeit

Starke Einschränkung bereits im Alltag	> 0
Erhebliche Einschränkungen	> 10
Eingeschränkt nur bei speziellen Tätigkeiten	> 20
Normal keine Einschränkungen	30

Auswertung

Die punktevergabe erfolgt durch Summation der Ergebnisse für E/F und R/U und Division des Ergebnisses durch 2 (bei messung der P/S durch 3).

Sehr gut	80 - 100 Punkte
Gut	65 - 80 Punkte
Befriedigend	50 - 65 Punkte
Schlecht	0 - 50 Punkte

Ergebnis:

7 Literaturverzeichnis

1. Adams BD. [Effects of radial deformity on distal radioulnar joint mechanics.]
J Hand Surg [Am] 1993; 18: 492-8.
2. Arora R et al. [Grenzen der palmaren winkelstabilen Plattenosteosynthese bei instabilen distalen Radiusfrakturen].
Handchir Mikrochir Plast Chir 2007; 39: 34-41.
3. Arrington ED, Smith WJ, Chambers HG, Bucknell AL, Davino NA. [Complications of iliac crest bone graft harvesting.]
Clin Orthop Relat Res 1996; 300-9.
4. Bahm J, Faye N, Nonnenmacher J. [Die operative Behandlung der distalen Radiusfraktur - ein geschlossenes Therapiekonzept]
1. *Chirurg* 1994; 65: 999-1003.
5. Bauman TD, Gelberman RH, Mubarak SJ, Garfin SR. [The acute carpal tunnel syndrome.]
Clin Orthop Relat Res 1981; 151-6.
6. Beumer A, McQueen MM. [Fractures of the distal radius in low-demand elderly patients: closed reduction of no value in 53 of 60 wrists.]
Acta Orthop Scand 2003; 74: 98-100.
7. Bjorkman A, Jorgsholm P. [Rupture of the extensor pollicis longus tendon: a study of aetiological factors]
22. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg* 2004; 38: 32-5.

8. Boszotta H, Helperstorfer W, Sauer G. [Zur Operationsindikation bei der distalen Radiusfraktur]
93. *Unfallchirurg* 1991; 94: 417-23.
9. Bronstein AJ, Trumble TE, Tencer AF. [The effects of distal radius fracture malalignment on forearm rotation: a cadaveric study]
65. *J Hand Surg [Am]* 1997; 22: 258-62.
10. Brug E, Joosten U, Pullen M. [Brüche am distalen Unterarm]
1. *Orthopade* 2000; 29: 318-26.
11. Can U, Lattmann T, Crook D, Trentz O, Platz A. [Kombinierte dorsale und palmare Plattenosteosynthese bei distalen intraartikulären Radiusfrakturen]
4. *Unfallchirurg* 2008; 111: 607-12.
12. Chung KC, Kotsis SV, Kim HM. [Predictors of functional outcomes after surgical treatment of distal radius fractures]
17. *J Hand Surg [Am]* 2007; 32: 76-83.
13. Colles A. [On the fracture of the carpal extremity of the radius.]
Edinb Med Surg J. 1814;10:181
1. *Clin Orthop Relat Res* 2006; 445: 5-7.
14. Cooney WP, III, Dobyns JH, Linscheid RL. [Complications of Colles' fractures]
8. *J Bone Joint Surg Am* 1980; 62: 613-9.
15. Dijkstra PU, Groothoff JW, ten Duis HJ, Geertzen JH. [Incidence of complex regional pain syndrome type I after fractures of the distal radius]
9. *Eur J Pain* 2003; 7: 457-62.
16. Dijkstra PU, van der Schans CP, Geertzen JH. [Risk perception of developing complex regional pain syndrome I]
10. *Clin Rehabil* 2003; 17: 454-6.

17. Doro C, Hayden RJ, Louis DS. [Complex regional pain syndrome type I in the upper extremity]
19. *Clin Occup Environ Med* 2006; 5: 445-54, x.
18. Durr W. [Morbus Sudeck nach Radiusfraktur]
126. *Langenbecks Arch Chir Suppl II Verh Dtsch Ges Chir* 1990; 693-9.
19. Dyer G, Lozano-Calderon S, Gannon C, Baratz M, Ring D. [Predictors of acute carpal tunnel syndrome associated with fracture of the distal]radius. *J Hand Surg [Am]* 2008; 33: 1309-13.
20. Fernandez DL. [Correction of post-traumatic wrist deformity in adults by osteotomy, bone-grafting, and internal fixation.]
J Bone Joint Surg Am 1982; 64: 1164-78.
21. Fernandez DL. [Radial osteotomy and Bowers arthroplasty for malunited fractures of the distal end of the radius.]
J Bone Joint Surg Am 1988; 70: 1538-51.
22. Fischer M, Denzler C, Sennwald G. [Carpal ligament lesions associated with fresh distal radius fractures: arthroscopic study of 54 cases]
4. *Swiss Surg* 1996; 2: 269-72.
23. 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]
4. *Acta Orthop Scand* 1967; Suppl.
24. Geissler WB, Fernandez DL, Lamey DM. [Distal radioulnar joint injuries associated with fractures of the distal radius.]
Clin Orthop Relat Res 1996; 135-46.
25. Gelberman RH, Szabo RM, Mortensen WW. [Carpal tunnel pressures and wrist position in patients with colles' fractures.]
J Trauma 1984; 24: 747-9.

26. Gelberman RH, Szabo RM, Mortensen WW. [Carpal tunnel pressures and wrist position in patients with colles' fractures]
53. *J Trauma* 1984; 24: 747-9.
27. Germann G, Wind G, Harth A. [Der DASH-Fragebogen - Ein neues Instrument zur Beurteilung von Behandlungsergebnissen an der oberen Extremität]
23. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 1999; 31: 149-52.
28. GHORMLEY RK. [CHOICE OF BONE GRAFT METHODS IN BONE AND JOINT SURGERY.]
Ann Surg 1942; 115: 427-34.
29. Gradl G, Steinborn M, Wizgall I, Mittlmeier T, Schurmann M. [Das akute CRPS I (M. Sudeck) nach distaler Radiusfraktur - Methoden zur Frühdiagnostik]
8. *Zentralbl Chir* 2003; 128: 1020-6.
30. Grechenig W, Peicha G, Fellingner M, Seibert FJ, Preidler KW. [Wrist arthrography after acute trauma to the distal radius: diagnostic accuracy, technique, and sources of diagnostic errors]
1. *Invest Radiol* 1998; 33: 273-8.
31. Hagert CG. [Distal radius fracture and the distal radioulnar joint-- anatomical considerations]
1. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 1994; 26: 22-6.
32. Hayes AJ, Duffy PJ, McQueen MM. [Bridging and non-bridging external fixation in the treatment of unstable fractures of the distal radius: a retrospective study of 588 patients.]
Acta Orthop 2008; 79: 540-7.
33. Imbriglia JE, Matthews D. [Treatment of chronic post-traumatic dorsal subluxation of the distal ulna by hemiresection-interposition arthroplasty]
71. *J Hand Surg [Am]* 1993; 18: 899-907.

34. Jupiter JB. [Fractures of the distal end of the radius.]
J Bone Joint Surg Am 1991; 73: 461-9.
35. Jupiter JB. [Fractures of the distal end of the radius]
20. *J Bone Joint Surg Am* 1991; 73: 461-9.
36. Jupiter JB, Fernandez DL. [Complications following distal radial fractures]
2. *Instr Course Lect* 2002; 51: 203-19.
37. Jupiter JB, Fernandez DL, Toh CL, Fellman T, Ring D. [Operative treatment of volar intra-articular fractures of the distal end of the radius]
8. *J Bone Joint Surg Am* 1996; 78: 1817-28.
38. Jupiter JB, Marent-Huber M. [Operative management of distal radial fractures with 2.4-millimeter locking plates. A multicenter prospective case series]
1. *J Bone Joint Surg Am* 2009; 91: 55-65.
39. Jupiter JB, Ring D. [A comparison of early and late reconstruction of malunited fractures of the distal end of the radius.]
J Bone Joint Surg Am 1996; 78: 739-48.
40. Kay RM, Khounganian GS, Stevanovic M. [Late extensor pollicis longus rupture following displaced distal radius and ulna fractures in a child]
25. *J Orthop Trauma* 2004; 18: 53-6.
41. Kihara H, Palmer AK, Werner FW, Short WH, Fortino MD. [The effect of dorsally angulated distal radius fractures on distal radioulnar joint congruency and forearm rotation]
16. *J Hand Surg [Am]* 1996; 21: 40-7.
42. Krimmer H. [Fehlerhafte Osteosynthesetechnik].
Unfallchirurg 2007; 110: 1000.

43. Krimmer H et al. [Palmare winkelstabile Plattenosteosynthese der instabilen distalen Radiusfraktur]
36. *Unfallchirurg* 2004; 107: 460-7.
44. Krimmer H, Wiemer P, Kalb K. [Vergleichende Ergebnisbewertung am Handgelenk - mediokarpale Teilarthrodese und Totalarthrodese]
6. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 2000; 32: 369-74.
45. Lewis MH. [Median nerve decompression after Colles's fracture.]
J Bone Joint Surg Br 1978; 60-B: 195-6.
46. Logan SE, Nowak MD. [Intrinsic and extrinsic wrist ligaments: biomechanical and functional differences.]
ISA Trans 1988; 27: 37-41.
47. Mackenney PJ, McQueen MM, Elton R. [Prediction of instability in distal radial fractures.]
J Bone Joint Surg Am 2006; 88: 1944-51.
48. Mallmin H, Ljunghall S. [Incidence of Colles' fracture in Uppsala. A prospective study of a quarter-million population]
6. *Acta Orthop Scand* 1992; 63: 213-5.
49. May MM, Lawton JN, Blazar PE. [Ulnar styloid fractures associated with distal radius fractures: incidence and implications for distal radioulnar joint instability]
38. *J Hand Surg [Am]* 2002; 27: 965-71.
50. McBirnie J, Court-Brown CM, McQueen MM. [Early open reduction and bone grafting for unstable fractures of the distal radius.]
J Bone Joint Surg Br 1995; 77: 571-5.

51. Meffert R, Bangen D, Ochman S, Raschke M.J, Langer M [Ist der Fixateur externe überholt? Komplikationen nach palmarer,winkelstabiler Platte bei instabiler,distaler Radiusextensionsfraktur]
66.Chirurgische Praxis 2006 , 75-91.
52. Melendez EM. [Opening-wedge osteotomy, bone graft, and external fixation for correction of radius malunion]
1. *J Hand Surg [Am]* 1997; 22: 785-91.
53. Möllenhoff G, Walz M, Muhr G, Rehn J. [Posttraumatische Korrekturosteotomien am distalen Unterarm. Welche Faktoren beeinflussen das Ergebnis]
3. *Unfallchirurg* 1991; 94: 514-9.
54. Möllenhoff G, Walz M, Sistermann R. [Posttraumatische Korrekturosteotomien am distalen Unterarm]
2. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 1992; 24: 145-50.
55. Muller LP et al. [Locking plates for corrective osteotomy of malunited dorsally tilted distal radial fractures: a biomechanical study.]
J Hand Surg [Br] 2006; 31: 556-61.
56. Nonnenmacher J, Neumeier K. [Intrafokale Verdrahtung bei Handgelenksfrakturen].
Handchir Mikrochir Plast Chir 1987; 19: 67-70.
57. Ochman S, Frerichmann U, Armsen N, Raschke MJ, Meffert RH. [Ist die Behandlung der instabilen distalen Radiusfraktur beim älteren Menschen mittels Fixateur externe nicht mehr indiziert?]
1. *Unfallchirurg* 2006; 109: 1050-7.
58. Oestern HJ. [Distale Radiusfraktur]
8. *Orthopade* 1988; 17: 52-63.

59. Orbay JL, Fernandez DL. [Volar fixed-angle plate fixation for unstable distal radius fractures in the elderly patient]
3. *J Hand Surg [Am]* 2004; 29: 96-102.
60. Owen RA, Melton LJ, III, Johnson KA, Ilstrup DM, Riggs BL. [Incidence of Colles' fracture in a North American community
6. *Am J Public Health* 1982; 72: 605-7.
61. Park MJ, Cooney WP, III, Hahn ME, Looi KP, An KN. [The effects of dorsally angulated distal radius fractures on carpal kinematics.]
J Hand Surg [Am] 2002; 27: 223-32.
62. Park MJ, Cooney WP, III, Hahn ME, Looi KP, An KN. [The effects of dorsally angulated distal radius fractures on carpal kinematics]
13. *J Hand Surg [Am]* 2002; 27: 223-32.
63. Pechlaner S et al. [Distale Radiusfrakturen - Ätiologie, Behandlungsmethoden und Ergebnisse.]
Handchir Mikrochir Plast Chir 2007; 39: 19-28.
64. Peicha G, Fellingner M, Seibert FJ, Grechenig W, Schippinger G. [Scapholunäre Bandverletzungen beim akuten Handgelenkstrauma. Arthroskopische Diagnose und minimal-invasive Therapie]
88. *Unfallchirurg* 1997; 100: 430-7.
65. Pfeiffer KM, Lauber P. [Was leistet die stabile Osteosynthese am distalen Radius?]
1. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 1984; 16: 80-2.
66. Pillukat T, van Schoonhoven J, Prommersberger KJ. [Ist die Korrekturosteotomie der fehlverheilten distalen Radiusfraktur auch beim älteren Patienten indiziert?]
1. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 2007; 39: 42-8.

67. Prommersberger KJ, Lanz U. [Biomechanik der fehlerverheilten distalen Radiusfraktur. Eine Literaturübersicht.]
11. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 1999; 31: 221-6.
68. Prommersberger KJ, van Schoonhoven J. [Korrekturingriffe nach distaler Radiusfraktur.]
1. *Unfallchirurg* 2007; 110: 617-27, quiz.
69. Prommersberger KJ, van Schoonhoven J. [Fehlerverheilte Extensionsfraktur des distalen Radius]
14. *Unfallchirurg* 2007; 110: 631-6.
70. Prommersberger KJ, van Schoonhoven J, Lanz UB. [A radiovolar approach to dorsal malunions of the distal radius]
10. *Tech Hand Up Extrem Surg* 2000; 4: 236-43.
71. Rikli D, Regazzoni P. [Distale Radiusfrakturen]
7. *Schweiz Med Wochenschr* 1999; 129: 776-85.
72. Rikli DA, Regazzoni P, Babst R. [Versorgungskonzept komplexer distaler Radiusfrakturen unter besonderer Berücksichtigung der Begleitverletzungen]
2. *Zentralbl Chir* 2003; 128: 1008-13.
73. Rychak JS, Kalenak A. [Injury to the median and ulnar nerves secondary to fracture of the radius. A case report]
3. *J Bone Joint Surg Am* 1977; 59: 414-5.
74. Smith BS, Cooney WP. [Revision of failed bone grafting for nonunion of the scaphoid. Treatment options and results]
3. *Clin Orthop Relat Res* 1996; 98-109.
75. Summerfield SL, Folberg CR, Weiss AP. [Compartment syndrome of the pronator quadratus: a case report]
64. *J Hand Surg [Am]* 1997; 22: 266-8.

76. Taleisnik J. [The ligaments of the wrist]
1. *J Hand Surg [Am]* 1976; 1: 110-8.
77. Taleisnik J, Watson HK. [Midcarpal instability caused by malunited fractures of the distal radius.]*J Hand Surg [Am]* 1984; 9: 350-7.
78. von Laer L. [Posttraumatische Wachstumsstörungen und Korrekturmechanismen am wachsenden skelett - Indikationen zu Korrektur Eingriffen]
2. *Ther Umsch* 1983; 40: 937-42.
79. Weihrauch M, Bickert B, Germann G, Sauerbier M. [Funktionelle Ergebnisse nach Radiuskorrekturosteotomie]
24. *Unfallchirurg* 2006; 109: 93-100.
80. Wolfe JS, Eyring EJ. [Median-nerve entrapment within a greenstick fracture; a case report]
4. *J Bone Joint Surg Am* 1974; 56: 1270-2.
81. Ziegler IP, Remiger A. [Die Behandlung instabiler distaler Radiusfrakturen mit dem nicht gelenküberbrückenden kleinen AO - Fixateur externe]
94. *Unfallchirurg* 1996; 99: 836-40.
82. Zilch H, Friedebold G. [Indikation, Technik und Ergebnisse der Korrekturoperation bei posttraumatischer Längenungleichheit der Unterarmkochen]
3. *Hefte Unfallheilkd* 1978; 483-5.

Danksagung

Mein besonderer Dank gilt Prof. Dr. med. Hermann Krimmer für die Überlassung des Themas und seine scheinbar grenzenlose Energie die Arbeit voranzubringen und zu betreuen .

Dr. med. Erol Konul danke ich für die Mithilfe bei der Nachuntersuchung und Auswahl der Patienten.

Besonders bedanken möchte ich mich auch bei meiner Frau Silke und meinen Kindern Hannah und Luisa, die mir bei der Niederschrift der Arbeit zur Seite standen und an vielen Abenden und Wochenenden auf meine Gesellschaft verzichten mussten.

Lebenslauf

Persönliche Daten:

Name:	Richter
Vorname:	Ralf Udo
Geburtsdatum/-ort:	6. Juni 1972 in Ravensburg
Anschrift:	Leimäcker 6 88273 Fronreute
Familienstand:	verheiratet
Kinder:	2 Töchter
Konfession:	römisch - katholisch

Schulbildung:

1979 -1983	Grundschule Aulendorf
1983 -1992	Gymnasium Aulendorf
	Abschluss: Allgemeine Hochschulreife

Hochschulbildung:

1992 -1998	Studium der Humanmedizin an der Universität Ulm
02.09.1994	Ärztliche Vorprüfung
29.08.1995	1. Staatsexamen
20.03.1998	2. Staatsexamen
28.04.1999	3. Staatsexamen

Praktisches Jahr:

04. - 08.1998

Unterassistentenstelle in der Schulthess
Klinik, Zürich(Orthopädie)

08.1998 - 04.1999

Praktisches Jahr im BWK Ulm (Chirurgie /
Innere Medizin)**Arzt im Praktikum:**

1.6.99-31.11.00

in der Abteilung Unfallchirurgie mit
Sektion Orthopädie des
Elisabethenkrankenhauses in Ravensburg
Chefarzt Dr. K.-G. Stühmer**Assistenzarzt:**

1.12.00 – 28.2.02

KH 14 Nothelfer in Weingarten,
Abteilung Chirurgie, CA Dr.Rampf

1.3.02 – 31.01.07

KH Wangen (OSK), Abt. Chirurgie und
Unfallchirurgie, CA Dr.Hewel
6 Monate Handchirurgie bei Dr. Halder

seit 1.2.2007

Zentrum Für Handchirurgie Ravensburg,
Leiter Prof. Dr. H. Krimmer

seit Juni 2005

Arzt für Chirurgie

seit Februar 2007

Arzt für Unfallchirurgie und Orthopädie

Fronreute, den 15.11.09

Ralf Richter