

TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN

Aus der Abteilung für Unfallchirurgie und Orthopädische Chirurgie

Zentrum für Hand- und Wirbelsäulenchirurgie

des Klinikums Traunstein

**Ergebnisse der Behandlung distaler Radiusfrakturen mit volarer
winkelstabiler Platte.**

Antonia Elisabeth Truc-Vallet

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Medizin der Technischen Universität
München zur Erlangung des akademischen Grades eines

Doktors der Medizin

genehmigten Dissertation.

Vorsitzender: Univ.-Prof. Dr. E. J. Rummeny

Prüfer der Dissertation: 1. apl. Prof. Dr. R. L. Ketterl

2. Univ.-Prof. Dr. H. Friess

Die Dissertation wurde am 12.07.2012 bei der Technischen Universität München eingereicht
und durch die Fakultät für Medizin am 26.09.2012 angenommen.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung und Fragestellung	5
1.1 Anatomische und biomechanische Grundlagen des Handgelenks	5
1.1.1 Knöcherne Strukturen des Handgelenks	5
1.1.2 Discus ulnocarpalis (triangulärer Faserknorpel)	6
1.1.3 Bandapparat	7
1.1.4 Gefäßversorgung	8
1.1.5 Nervenversorgung	8
1.1.6 Muskulatur	8
1.1.7 Biomechanik	9
1.1.8 Radiologische Kriterien	10
1.2 Häufige Begleitverletzungen bei distalen Radiusfrakturen	11
1.2.1 Abrissverletzungen des Processus styloideus ulnae (PSU)	11
1.2.2 Verletzungen des Handgelenksdiskus und des TFCC	12
1.2.3 Verletzungen der interkarpalen Ligamente	12
1.2.4 Verletzungen anderer knöcherner Strukturen des Unterarms	13
1.2.5 weitere Begleitverletzungen	13
1.3 Klassifikationssysteme der distalen Radiusfrakturen	14
1.3.1 Melone-Klassifikation (1984)	15
1.3.2 Fernandez-Klassifikation (1993)	16
1.3.3 AO-Klassifikation der langen Röhrenknochen (1990)	16
1.4 Epidemiologie und Ätiologie der distalen Radiusfraktur	18
1.5. Veränderungen der Therapie bei distaler Radiusfraktur in den letzten Jahrzehnten	19
1.6 Therapeutisches Management der distalen Radiusfraktur	19
1.6.1 Allgemeines zur Reposition	19

1.6.2 Indikationen und Möglichkeiten der konservativen Therapie	20
1.6.3 Indikationen, Technik und Möglichkeiten der operativen Therapie	21
1.6.3.1 Kirschnerdraht (K-Draht) Osteosynthese	21
1.6.3.2 Fixateur externe	23
1.6.3.3 Schraubenosteosynthese	25
1.6.3.4 Plattenosteosynthese	26
1.7 Funktionsweise und Errungenschaften durch das winkelstabile System	34
1.8 Ziele und Fragestellungen meiner Arbeit	36
2. Methoden und Material	37
2.1 Patientendaten	37
2.1.1 Aufteilung operativ versus konservativ	37
2.1.2 Anteil der verschiedenen Operationsverfahren	37
2.2 Beschreibung und Durchführung der Nachuntersuchung	38
2.3 Erläuterung der angewandten Tests	41
2.3.1 Selbsterstellter Fragebogen	41
2.3.2 Dash-Score	41
2.3.3 Score nach Castaing	42
3. Ergebnisse	43
3.1 Aktenauswertung	43
3.1.1 Aktenauswertung des Gesamtkollektivs	43
3.1.2 Aktenauswertung der nachuntersuchten Patienten	48
3.2 Auswertung des selbstentworfenen Fragebogens	49
3.3 Auswertung der Nachuntersuchung	53
3.4 Auswertung des Dash-Scores	63

3.5 Auswertung des Scores nach Castaing	69
3.6 Postoperativ aufgetretene Komplikationen	70
4. Diskussion	72
4.1 Bewertung der Scores	73
4.2 Ergebnisse der Nachuntersuchung	75
4.3 Radiologische Auswertung	77
4.4 Korrelation objektiv und subjektiv messbarer Parameter	79
4.5 Bedeutung der postoperativen Nachsorge und deren Korrelation mit dem funktionellen Outcome	80
4.6 Komplikationshäufigkeit nach distaler Radiusfraktur	82
4.6.1 Postoperatives Karpaltunnelsyndrom	82
4.6.2 Komplexes regionales Schmerzsyndrom	82
5. Zusammenfassung	84
6. Anhang	86
6.1 Dash-Score	86
6.2 Selbst erstellter Fragebogen	89
6.3 Score nach Castaing	94
6.4 Nachuntersuchungsbogen	96
7. Literaturverzeichnis	99
8. Abbildungsverzeichnis	110
9. Diagrammverzeichnis	112
10. Tabellenverzeichnis	114
11. Danksagung	115
12. Lebenslauf	116

1. Einleitung und Fragestellung

1.1 Anatomische und biomechanische Grundlagen des Handgelenks

Die menschliche Hand besteht aus 27 einzelnen Knochen, 36 gelenkigen Verbindungen und nahezu 40 Muskeln, die Bewegung, Koordination und Funktion ermöglichen. Daher ist es nicht verwunderlich, dass die Verbindung vom Unterarm zu den Handwurzelknochen das komplexeste Gelenk des menschlichen Körpers darstellt. Für eine optimale Funktionalität ist die Unversehrtheit der knöchernen Strukturen, der Bänder, der Kapsel, des Diskus, der Muskeln, der Nerven und Gefäße von großer Bedeutung. (Steck et al., 2006; Schmitt et al., 2006)

1.1.1. Knöcherne Strukturen am Handgelenk

Die knöchernen Strukturen des Handgelenks bilden proximal der Radius und die Ulna, distal grenzen die proximale und distale Handwurzelreihe daran. Der Radius ist gegenüber der Ulna um ca. 15° und bezüglich der Handwurzelknochen um ca. 12 ° nach dorsopalmar geneigt. Die Elle und Speiche sollten im Handgelenksbereich in etwa auf gleicher Höhe enden. Ist dem nicht so, spricht man von einer Ulnaplus- oder Ulnaminusvariante. Die oben genannten Knochen sind über drei Gelenke miteinander verbunden, welche sich gegenseitig in ihrer Funktion beeinflussen. (Steck et al., 2006; Schmitt et al.; 2006; Oestern et al., 1999)

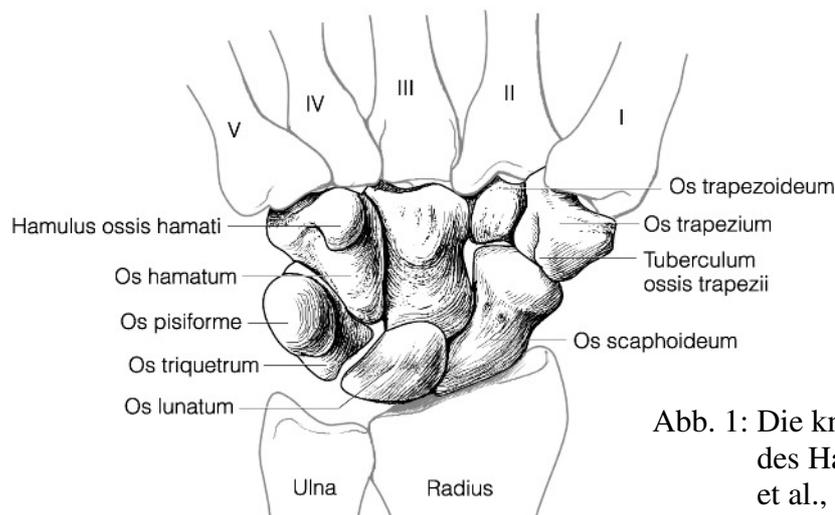


Abb. 1: Die knöchernen Strukturen des Handgelenks (Schiebler et al., 2007)

Distales Radioulnargelenk (DRUG)

Das DRUG wird aus der Circumfertia articularis des Caput ulnae und der Incisura ulnaris (Sigmoid Notch) des Radius gebildet. Nach distal wird es durch den Discus articularis ulnocarpalis begrenzt. Die Krümmung der Gelenkfläche variiert individuell und zeigt eine Assoziation zum Längenverhältnis der beiden Unterarmknochen. Die korrespondierende

radiale und ulnare Gelenkfläche hat unterschiedliche Krümmungsradien. Durch die geringe Kongruenz wird ein größerer Bewegungsumfang ermöglicht. (Schmitt et al., 2004). Funktionell ist das DRUG ein einachsiges Radgelenk mit einem Freiheitsgrad, welches zusammen mit dem proximalen Radioulnargelenk die Supination und Pronation des Handgelenks ermöglicht. Daher ist es mechanisch an das proximale Radioulnargelenk gebunden aber funktionell ein Teil des Handgelenks. Als Zirkumduktion bezeichnet man dabei, dass der Radius sich um bis zu 175° um die statische Ulna dreht. (Schmitt et al.; 2006; Priewe et al.; 2007, (Oestern et al.,1999; Koebke et al.,1988))

Radiokarpalgelenk

Die Gelenkpfanne des Radiokarpalgelenks bildet zu $\frac{3}{4}$ der Radius und zu $\frac{1}{4}$ der ulnokarpale Gelenkkomplex. Die dreieckige Gelenksfläche des Radius ist in zwei bikonkave Flächen, die Fossa scaphoidea und Fossa lunata unterteilt. Die korrespondierenden Knochen dieser Gelenkflächen bilden von radial nach ulnar das Os Scaphoideum, das Os Lunatum und das Os Triquetrum. (Schmitt et al.; 2006; Thiel et al.; 2005) Funktionell ist es ein Ellipsoidgelenk mit zwei Freiheitsgraden, wodurch in radioulnärer Achse die Palmarflexion /Extension und in dorsopalmarer Achse die Radialabduktion/ Adduktion ermöglicht wird. (Priewe et al.; 2007)

Mediokarpalgelenk

Das Mediokarpalgelenk liegt zwischen der proximalen und distalen Handwurzelknochenreihe. Der Verlauf des Gelenks ist s-förmig, wobei die Gelenkflächen gegenläufig bezüglich der Konvexität und Konkavität sind. Funktionell ist es ein verzahntes Scharniergelenk mit geringer Extensions- und Flexionsfähigkeit. Als Interkarpalgelenke bezeichnet man die Verbindung zwischen den Handwurzelknochen einer Reihe. Es sind Amphiatrosen, welche zusätzlich Wackelbewegungen ermöglichen. (Steek et al.,2006; Schmitt et al.;2006; Priewe et al.,2007)

1.1.2 Discus ulnocarpalis (triangulärer Faserknorpel)

Der Discus ulnocarpalis dient dazu den Gelenkspalt des Articultio radioulnaris distalis vollständig abzuschließen und die radiokarpalen Gelenkflächen nach ulnar zu komplettieren. Bildlich gesehen füllt er die radiologische Lücke zwischen Ulna und den Handwurzelknochen. Außerdem ist er wie andere Gelenkscheiben, ein adaptiertes und druckübertragendes Element mit einer Art „Stoßdämpferfunktion“. Die Dicke des Diskus variiert individuell, abhängig von dessen Lage und dem Längenverhältnis zwischen Ulna und Radius. Bei Ulna-Minus-Varianten ist der Diskus sehr viel stärker angelegt, wohingegen er

bei Plusvarianten vor allem zentral sehr dünn ist. Bei letzteren neigt er zu Perforationen, wodurch die inkongruenten Gelenkflächen von Ulna und Handwurzelknochen direkt aufeinander reiben. Zudem sind die äußeren Bereiche des Diskus zwar gut vaskularisiert, aber sein Zentrum ist nicht durchblutet und somit stärker prädispositioniert für Degenerationen. Wegen seiner dreieckigen Form, dessen Basis am Radius (distal des Randes der Incisura ulnaris radii) und dessen Spitze am Processus styloideus ulnae und an einer Vertiefung vor dem Griffelansatz am Caput ulnae ansetzt, wird der Diskus auch Lig. Triangulare genannt. Außerdem strahlen Teile seines Faserstrangs in die Sehnenscheide des M. extensor carpi ulnaris, das Lig. collaterale ulnae, eine meniskoide Falte der Gelenkkapsel und in viele, die Hand stabilisierenden Bänder ein. Aufgrund dieser komplexen Vernetzung wird der radioulnokarpale fibröse Komplex bei einer Fraktur des Processus styloideus ulnae nicht zwangsläufig abgelöst. Die oben genannten Strukturen bilden zusammen den TFC-Komplex (triangulären fibrocartilaginösen Komplex), welcher für die Stabilität und eine gute schmerzfreie Funktion des Handgelenks verantwortlich ist. (Streek et al.; 2006; Oestern et al., 1999; Schmitt et al., 2004; Koebke et al., 1988; Friedl et al., 1995)

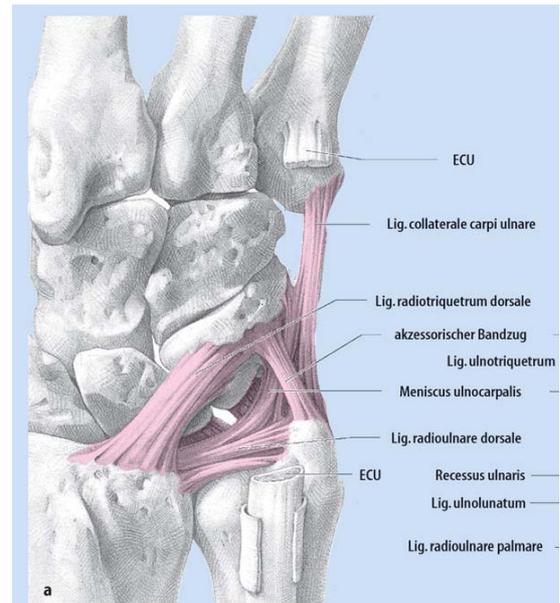


Abb. 2: Anatomie des ulnocarpalen Komplexes (Schmidt, 2004)

1.1.3 Bandapparat

Der Bandapparat am Handgelenk ist sehr komplex, wobei sich die Namen der Bänder von deren Verläufen ableiten. Man unterscheidet intrakapsuläre und intraartikuläre (intraossäre) Bänder. Die palmare und dorsale V-förmige Anordnung der intrakapsulären Bänder verstärken die Gelenkkapsel. Palmarseitig ist der V-Band Komplex stärker ausgeprägt und lässt sich in eine proximale und distale Bandgruppe einteilen. In der Mitte sparen die, nach distal konvergierenden Bänder, den Poirer Raum aus. Dieser ligamentfreie Raum liegt auf der Höhe der lunatokapitalen Artikulation und ermöglicht eine größere Beweglichkeit der Knochen zueinander. Der dorsale V-förmige Komplex ist schwächer ausgebildet und er verläuft horizontaler als auf der palmaren Seite. Eine weitere Einteilungsmöglichkeit der Bänder erfolgt nach Taleisnik in intrinsische Bänder, die die Karpalknochen untereinander verbinden und extrinsische Bänder, welche sich zwischen Carpus, Radius und Metacarpus erstrecken. (Oestern, 1999; Schmitt et al., 2006; Priewe et al., 2007) Durch die Bänder erhält

das Handgelenk eine optimale Stabilität bei gleichzeitig erhaltener Funktionalität und Beweglichkeit. Weitere das Handgelenk stabilisierende Strukturen sind die Handgelenkscapsel, die Membrana interossea, der M. pronator quadratus und das Retinaculum extensorum. (Schmitt et al., 2006)

1.1.4 Gefäßversorgung

Die arterielle Gefäßversorgung der Hand erfolgt durch die A.radialis und A.ulnaris über zwei in der Hand verlaufende Gefäßbögen dem Arcus palmaris superficialis, der aus der A.ulnaris und dem Arcus palmaris profundus, der aus der A. radialis entsteht. Am Ende gehen die beiden Gefäßbögen in einander über, weswegen ein intaktes Gefäß ausreicht um die ganze Hand zu versorgen. Das venöse Gefäßsystem der Hand verläuft parallel zur arteriellen Versorgung. (Streek et al.,2006)

1.1.5 Nervenversorgung

Sowohl die sensible als auch die motorische Innervation der Hand erfolgt durch den N.ulnaris, N.radialis oder N.medianus. Wegen der Durchflechtungsstrategie der Armnervenzwurzeln kann es vor allem im sensiblen Bereich zu Überlappungen im jeweiligen Versorgungsgebiet kommen. Grob wird die Hand ulnarseitig dorsal und palmar von dem N.ulnaris, radial dorsalseitig vom N.radialis und radial palmarseitig bis zum Karpalkanal vom N.medianus innerviert. Die motorische Innervation erfolgt ebenfalls über die drei Hauptnerven, wobei der Ausfall eines jeden Nervs zum Ausfall spezieller Muskelgruppen und somit zu einer typischen Funktionsstörung der Hand führt. Fällt der N.medianus aus kommt es zur Schwurhand, beim Ausfall des N.radialis entsteht die Fallhand und bei Läsionen des N.ulnaris diagnostiziert man eine Krallenhand. Auch an der Innervation der Gelenkkapsel sind verschiedene Nervenäste aus den drei Hauptnerven beteiligt. Deshalb ist die Stabilität des Gelenks auch nach dem Ausfall eines Nervs normalerweise noch gewährleistet. (Streek et al., 2006; Priewe et al., 2007)

1.1.6 Muskulatur

Um die hochbeweglichen koordinativen Funktionen der Hand zu ermöglichen gibt es in diesem komplexen System fast 40 Muskeln. Viele der Muskelbäuche sind in den Unterarm ausgelagert und nur ihre Sehnen inserieren an der Hand selber. Dadurch überspringen viele Muskeln das Handgelenk und die meisten der langen Muskeln setzen sogar an den Epikondylen des Humerus an, wodurch sie auch noch auf das Ellenbogengelenk wirken. Die Muskeln kann man sowohl in eine tiefe und oberflächliche als auch in eine vordere (Beuger)

und hintere (Strecker) Gruppe einteilen. Zusätzlich gibt es noch Muskeln welche die Drehbewegungen der Speiche um die Elle ermöglichen. Dorsal verlaufen die Strecksehnen in Sehnenfächern durch das Retinaculum Extensorum. Palmar befindet sich unter dem Retinaculum Flexorum nur ein großer Raum durch den fast alle Beugesehnen und der N.medianus ziehen. (Priewe et al., 2007)

1.1.7 Biomechanik

Die Biomechanik des Handgelenks wird durch die Zusammenarbeit aller oben beschriebenen Strukturen gewährleistet. Um den Kraftfluss vom Handgelenk auf den Unterarm zu beschreiben wird der distale Radius nach Rikli und Regazzoni in 3 Säulen eingeteilt.

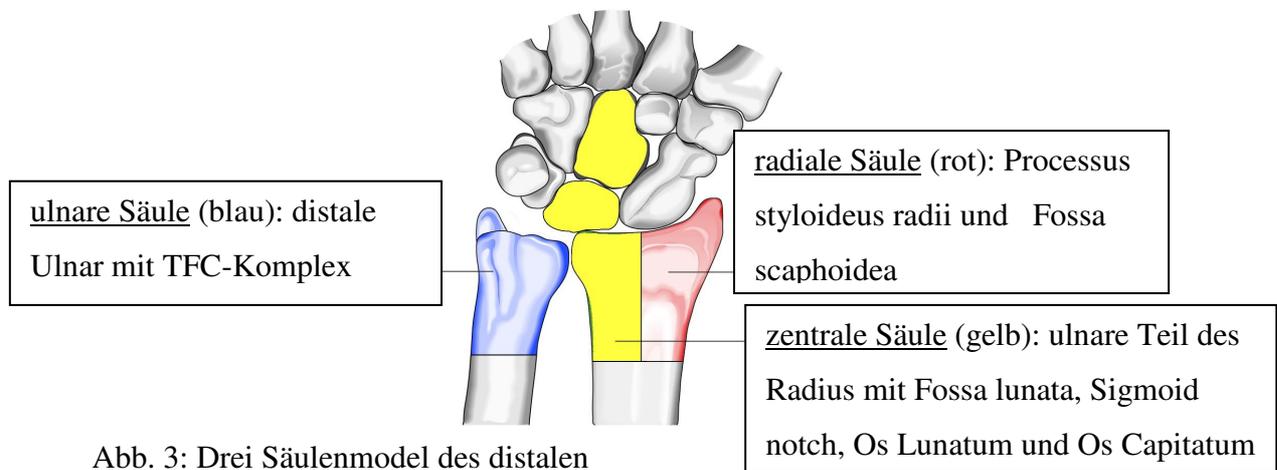


Abb. 3: Drei Säulenmodell des distalen Radius nach Rikli und Regazzoni

In biomechanischen Untersuchungen konnte gezeigt werden, dass bei einer Handgelenksstellung von 0° 80% der Kraft über die zentrale Säule übertragen werden. Je nach Stellung des Handgelenks variiert der Kraftübertragungsanteil der verschiedenen Säulen. (Siebert et al., 2005) Weitere Untersuchungen haben gezeigt, dass das radioscaphoideale Kompartiment mit 50% den höchsten Teil der Kraftübertragung hat, gefolgt von dem radioulnaren Gelenk mit 35% und dem karpoulnaren Komplex mit 15%. (Schmitt et al., 2006) Diese Verteilung der Kraftübertragung konnte durch densitometrische Analysen bestätigt werden, welche z.B. zeigten, dass die Fossa Scaphoidea und das Os Scaphoidea eine höhere Dichte des subchondralen Knochens hatten als die Fossa Lunata und das Os Lunatum. Dieses Ergebnis spiegelt eine stärkere Belastung des Os Scaphoidea wieder. (Koebe et al., 1988) Geringe anatomische Veränderungen können diese Kraftachsen stark verschieben, wodurch es zu funktionellen Defiziten kommen kann. Das normale Bewegungsausmaß der Hand variiert je nach Autor und beträgt ungefähr: 85/0/80 für die

Palmarflexion/Dorsalextension, 20/0/40 für die Radial- /Ulnarabduktion und 85/0/90 für die Pro-/Supination. (Schmitt et al., 2006)

1.1.8 Radiologische Kriterien

Die anatomisch richtige Form und Stellung der Unterarmknochen kann durch die Bestimmung der Radiusverkürzung bzw. des Ulnavorschubs, des Radiusbasiswinkels auch Ulnainklination genannt und des palmaren Neigungswinkels überprüft werden. Die Bestimmung der Radiusverkürzung erfolgt über einen Längenvergleich der zwei Unterarmknochen. Man legt eine Senkrechte zur Radiusachse durch die Spitze des Processus styloideus radii und eine andere durch den ulnarseitigen Begrenzungspunkt der radialen Gelenkfläche. Der durchschnittliche Abstand dieser zwei Parallelen ist 11-12 mm. Um den Radiusbasiswinkel zu bestimmen berechnet man den Winkel zwischen der Senkrechten auf die Radiuslängsachse und der Geraden, die den Processus styloideus Radii und die ulnarseitige Radiusgelenkfläche miteinander verbindet. Man kann diese Strukturen gut in der a. p.- Röntgenaufnahme erkennen. Normalerweise sollte der gemessene Winkel ca. 25° sein. Der palmare Neigungswinkel, kann in einem Röntgenbild im seitlichen Strahlengang gemessen werden. Gebildet wird er durch die Gerade zwischen dem dorsalen und palmaren Begrenzungspunkt der Radiusgelenkflächen und der Senkrechten zur Radiusschaftlängsachse. Im Durchschnitt sollte dieser Winkel 11-12° betragen. Bei der Analyse der Röntgenbilder meiner Studie, bin ich nach diesen Methoden vorgegangen. (Oestern et al., 1999)

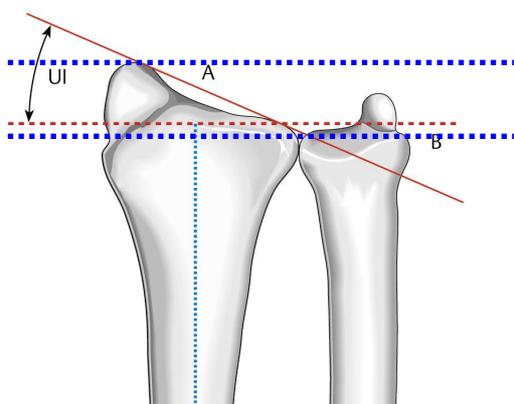


Abb. 4: Radiusbasiswinkel (rot);
Ulnavorschub (blau)

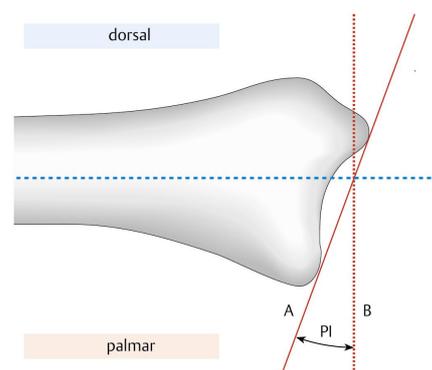


Abb. 5: palmare Neigungswinkel

1.2 Häufige Begleitverletzungen bei distalen Radiusfrakturen

Je nach Stärke und Art des Traumas kann die distale Radiusfraktur mit anderen Begleitverletzungen einhergehen. Laut Literatur liegt die Häufigkeit von Begleitverletzungen zwischen 60-80% (Kwasny et al.,1990) Das Problem dieser zusätzlichen Verletzungen ist, dass häufig komplexere Operationen mit größerem Weichteilschaden nötig werden und postoperativ bzw. in der konservativen Therapie längere Ruhigstellungszeiten erforderlich sind. Daher ist eine funktionelle Übungsbehandlung des Gelenks erst später möglich, was negative Auswirkungen auf das postoperative Ergebnis haben kann.

1.2.1 Abrissverletzungen des Processus styloideus ulnae (PSU)

Der Abriss des PSU wird in der Literatur mit 50-80% als eine der häufigsten Begleitverletzungen bei distaler Radiusfraktur überhaupt angegeben. Die Bedeutung dieser Verletzung auf das Ergebnis nach der Therapie wird allerdings kontrovers diskutiert. Während manche Autoren dieser Verletzung kaum eine Bedeutung zuschreiben, sehen andere darin einen zusätzlichen Instabilitätsfaktor. Normalerweise lässt sich diese Verletzung im p.a. Strahlengang diagnostizieren. Es ist durchaus nachzuvollziehen, dass ein proximaler Ellengriffelabriss zur Instabilität im Handgelenk führen kann, da dort die, für die Biomechanik und Stabilität wichtigen, Bandstrukturen des triangulären fibroartilaginären Komplexes ansetzen. (siehe Kapitel 1.1.2) Die proximale Abrissfraktur des PSU geht also häufig mit dem Abriss der palmaren und dorsalen radioulnaren Bänder und einem Einriss des TFCC einher, weswegen man diese Art der Verletzung oft operativ stabilisieren muss. Die operative Versorgung erfolgt in der Regel durch eine offene Reposition und Fixierung durch Kirschnerdrähte und ggf. Drahtzuggurtung. Ein distal frakturierter PSU stellt hingegen meist keine OP-Indikation da. Manchmal kann ein Abriss nicht ausreichend reponiert werden, wodurch es zur Ausbildung von meist asymptomatischen Pseudoarthrosen kommt. Bei Beschwerden kann man den Ellengriffel z.B. arthroskopisch entfernen. Außerdem konnte man feststellen, dass eine Pseudoarthrose des PSU als sogenannte „Erfordernis Fehlstellungen“ gehäuft mit einer in Fehlstellung verheilten distalen Radiusfraktur einhergeht. Abschließend kann man sagen, dass Patienten mit einer Abrissverletzung des PSU der Literatur zufolge eher schlechtere Ergebnisse haben als Patienten mit alleiniger distaler Radiusfraktur. (Luther et al., 2007)

1.2.2 Verletzungen des Handgelenkdiskus und des TFCC

Bei einer distalen Radiusfraktur muss man vor allem bei einem basisnahen Abriss des PSU und bei einer Beteiligung des distalen Radioulnargelenks an das Vorliegen einer Verletzung des TFCC denken. Auch eine starke radiale Dislokation der Radiusbasis bei fehlender Fraktur des Ulnakopfes ist ein alarmierender Hinweis. Die Verletzungen des triangulären fibrocartilaginären Komplex sind vielgestaltig und lassen sich entsprechend ihrer Risslokalisation nach Palmer in A zentrale, B ulnare, C palmare und D radiale Verletzungen unterteilen. Allgemein kann man TFCC Diskusperforationen, Diskusabrisse, Meniskoidläsionen und Kompressionsverletzungen beobachten. Je nach Frakturform des Radius variiert die Häufigkeit von Discusverletzungen zwischen 35-86%. Untersuchersches Mittel der Wahl bei dem Verdacht auf Diskusläsionen ist heute die Handgelenksarthroskopie, die man nicht nur diagnostisch, sondern auch therapeutisch einsetzen kann. Verletzungen am TFCC Komplex können zu einer Instabilität des Handgelenks, einer Störung der Kraftübertragung über die ulnare Säule, einem Ulna Impaction Syndrom, und durch Inkongruenz der Gelenkflächen zur Arthrose im distalen Radioulnargelenk und ulnokarpalen Gelenkkomplex führen. (Siebert et al., 2005; Hempfling et al., 2004; Grechening et al., 2002)

1.2.3 Verletzungen der interkarpalen Ligamente

Die häufigste dieser Verletzungen ist die scapholunäre Bandläsion, welche je nach Literatur bei 7% - 46% der extraartikulären und 21%-89% der intraartikulären distalen Radiusfrakturen zu finden ist. Bei arthroskopischen Untersuchungen kann man sehr viel mehr scapholunäre Dissoziationen feststellen als bei rein radiologischer Diagnostik. Eine vertikale Frakturlinie durch die Fossa lunata mit Dislokation der intraartikulären Fragmente lässt den Verdacht auf eine SL-Bandläsion entstehen. Die Erkennung dieser Begleitverletzung ist von großer Bedeutung, da übersehene SL-Verletzungen die anatomische Anordnung und das Zusammenspiel der Artikulationspartner im Handgelenk stören. Folglich chronifiziert die Verletzung und es kommt langfristig zu Verschleißerscheinungen im radio- und mediokarpalen Komplex. Allerdings kommt es mit dem Alter ebenfalls zu degenerativen asymptomatischen Veränderung in diesem Bandkomplex, welche bei zusätzlichem akuten Handgelenkstrauma eine akute SL- Verletzung imitieren können. Die Unterscheidung zwischen degenerativen und akuten Verletzung ist wichtig, weil letztere meist therapiert werden müssen um Folgeschäden zu verhindern. Dies kann zum Beispiel durch eine zusätzliche Röntgenaufnahme der anderen Seite erfolgen, denn degenerative Veränderungen treten häufig beidseitig auf. Manche Verletzungen lassen sich im konventionellen

Röntgenbild nachweisen. Zum Teil sind aber auch kinematographische Röntgenbilder, ein MRT oder eine Arthroskopie erforderlich. SL- Verletzungen lassen sich nach dem arthroskopischen Befund nach Geissler in vier Stadien oder radiologisch von der AWMF in drei unterschiedliche Stadien einteilen. Allerdings ist der SL-Abstand nur ein Zeichen für die Instabilität zwischen den beiden Knochen und gilt erst ab einem Wert von 10mm als beweisend für eine Bandläsion. Therapiert werden SL-Verletzungen Stadien abhängig. Es ist eine konservative Therapie mit Ruhigstellung bis zu 6 Wochen, eine Kirschnerdraht-Fixierung oder eine direkte Naht der Bandreste möglich. Häufig beobachtet man auch Verletzungen der lunatotriquetralen Bänder. (Siebert et al., 2005; Hempfling et al., 2008; Schneider et al., 2005; Fischer et al., 1997)

1.2.4 Verletzungen anderer knöcherner Strukturen des Unterarms

Bei jeder distalen Radiusfraktur muss man weitere knöcherne Verletzungen vor allem des Ellenbogens, der Ulna und der Handwurzelknochen ausschließen. Der Sturz auf die ausgestreckte Hand kann am Ellenbogen beispielsweise zusätzlich zu Ellenbogenluxations- oder Radiusköpfchenfrakturen führen. An den Handwurzelknochen trifft man mit 50-80% am häufigsten Brüche des Os Scaphoideum an. Der typische Unfallmechanismus ist der Sturz auf die mehr als 90° extendierte Hand. Diese Frakturen heilen sehr langsam und neigen zur Pseudoarthrosebildung. Eine weitere mögliche Begleitverletzung ist die Luxation des Os Lunatum welche oft mit N.medianus Symptomatik einhergeht. (Streek et al.,2006; Müller et al., 2008; Krämer et al.,2007)

1.2.5 Weitere Begleitverletzungen

Bei dislozierten Trümmerbrüchen sind häufig Verletzungen der Sehnenscheiden und der paratendinösen Gleitlager zu finden. Diese können im Rahmen der Operation wenn nötig rekonstruiert werden. Außerdem kann es durch nach palmar dislozierte Fragmente oder durch ein Hämatom bei starkem Weichteilschaden zur Einengung des Karpalkanals mit einem posttraumatischen Karpaltunnelsyndrom kommen. Hier ist frühzeitig eine Operation indiziert um langfristige druckbedingte Läsionen des N.medianus zu verhindern. Bei sehr großer Gewalteinwirkung mit starkem Weichteilschaden kann es außerdem zu einem Kompartmentsyndrom der tiefen Beugermuskulatur kommen. Im Zweifelsfall muss eine Faszienpaltung vorgenommen werden um den Druck in der Loge zu vermindern und die in ihr verlaufenden Strukturen zu schonen. Verletzungen der begleitenden Arterien sind bei distalen Radiusfrakturen eher selten. (Friedl et al., 1995; Wiemer et al., 1999)

1.3 Klassifikationssysteme der distalen Radiusfrakturen

Klassifikationssysteme sind sehr wichtig, da sie eine Ableitungshilfe für die nachfolgende Therapie und Prognose geben und die Basis für die Vergleichbarkeit verschiedener Frakturen und deren Behandlungserfolg sind. Insgesamt gibt es weit mehr als 10 mögliche Klassifikationssysteme für Frakturen am distalen Radius. Obwohl sich diese seit Mitte des 18. Jahrhunderts ständig verändert und weiterentwickelt haben, gibt es immer noch einige Probleme bei deren Einteilung. Zum einen ist das Spektrum der zu beachtenden Variablen extrem groß und diese variieren je nach Frakturtyp sehr stark. Zum anderen ist die Reproduzierbarkeit bei der Einteilung einer Fraktur durch verschiedene Handchirurgen relativ schlecht. Dabei spricht man auch von einer schlechten „intra- und interobserver reliability.“ Daher ist die eindeutige Zuordnung eines Bruches in eine Klassifikation nicht immer möglich und es stellt sich die Frage nach der richtigen Therapieform und Prognose. (Ilyas et al., 2007)

Zwischen 1783 und 1847 erfolgte die Diagnostik der distalen Radiusfrakturen nur durch klinische oder postmortale Studien und die Klassifikation der einzelnen Frakturen erfolgte durch den Eigennamen des Entdeckers oder den Unfallmechanismus. Nach dem Erstbeschreiber, Abraham Colles (1814) bezeichnet man extraartikuläre metaphysäre Radiusfrakturen mit dorsaler Verschiebung als Colles-Fraktur. Ein Synonym für diese Frakturen ist die Pouteau-Fraktur nach dem Erstbeschreiber im französischen Sprachraum 1783. Da sie mit 85% mit Abstand die häufigste Fraktur am distalen Radius ist wird sie auch als „Fractura loco typico sive classico“ bezeichnet und manifestiert sich fast immer proximal der Sehnenfächer an der metaphysären Schwachstelle. Diese Frakturform lässt auf einen typischen Verletzungsvorgang schließen, nämlich einen Sturz auf die 40-90° dorsalflektierte Hand weswegen man auch von Extensionsfrakturen spricht. (Friedl et al., 1995; Müller, 2008/09 ; Fernandez, 2001) Das Pendant zur Colles Fraktur ist die Smith Fraktur (ca.10% aller Radiusfrakturen) mit palmarer Verschiebung des metaphysären Radius. Die Ursache ist hierbei ein Sturz auf die palmarflektierte Hand, weswegen man sie auch als Flexionsfraktur bezeichnet. (Oestern, 1999; Müller, 2008/09; Fernandez, 2001; Lindemann-Sperfeld et al., 2003) In der Literatur findet man auch immer wieder den Begriff Chauffeurfraktur. Diese Bezeichnung wird vor allem im angloamerikanischen Sprachbereich für eine distale Radiusfraktur mit gleichzeitigem Abriss des Processus styloideus radii verwendet. Der Name führt auf einen typischen Unfallmechanismus zurück bei dem es häufig zu diesem Frakturtyp kam, nämlich den Rückschlag der Startkurbel auf die extendierte Hand in alten Autos. (Oestern, 1999; Fernandez, 2001) Weitere mit Eigennamen bezeichnete Frakturen sind die Barton-, die Reversed-Barton und die Die-Punch Fraktur. Alle diese Frakturamen hört man

im klinischen Sprachgebrauch immer wieder, allerdings reichen sie nicht aus um vor allem komplexe Frakturen individuell ausreichend genug zu beschreiben. Dank der Radiologie mit Röntgen und Computertomographie ist heute eine detaillierter Beschreibung der Frakturformen möglich.

Im 20. Jahrhundert wurden viele neue Klassifikationssysteme entwickelt, welche immer weitere Elemente, wie den Grad der knöchernen Deformierung und Verschiebung, die Beteiligung des Radioulnargelenks, die Begleitverletzungen an der Ulna oder die sekundäre Radiusverkürzung berücksichtigten. Auf diesen historischen Einteilungssystemen bauen unsere heutigen Klassifikationen auf. (Ilyas et al., 2007; Fernandez, 2001) Die momentan am häufigsten verwendeten Klassifikationssysteme sind die Melone-, Fernandez- und die AO-Klassifikation.

1.3.1 Melone-Klassifikation (1984)

Die Melone-Klassifikation kann nur für intraartikuläre Frakturen angewandt werden und basiert auf der Ausdehnung der Fraktur ins Gelenk. Melone stellte fest, dass das distale Handgelenk aus vier Hauptkompartimenten, dem Radiuschaft, dem Processus styloideus radii, dem dorsomedialen und dem palmarmedialen Fragment besteht. In Abhängigkeit der beteiligten Kompartimente ergeben sich fünf typische Frakturformen. In die Klassifikation gehen das Ausmaß der Abtrennung und Verschiebung der vier artikulären Fragmente, der Grad der Zertrümmerung der volaren Metaphyse und die Ausdehnung der Fraktur in die Diaphyse ein. Das Problem dieser Einteilung besteht darin, dass verschiedene Untersucher oft unterschiedlicher Meinung sind bezüglich der Ausdehnung der Fraktur ins radiokarpale Gelenk. Demnach ist mit dieser Klassifikation eine Aussage über die Therapieindikation und Prognose durch Einbezug der Stabilität der Fraktur und Beteiligung des medialen Komplexes, dessen Intaktheit essentiell für das funktionelle Ergebnis ist, möglich. (Ilyas et al., 2007; Fernandez, 2001; Thrumble et al., 1998)

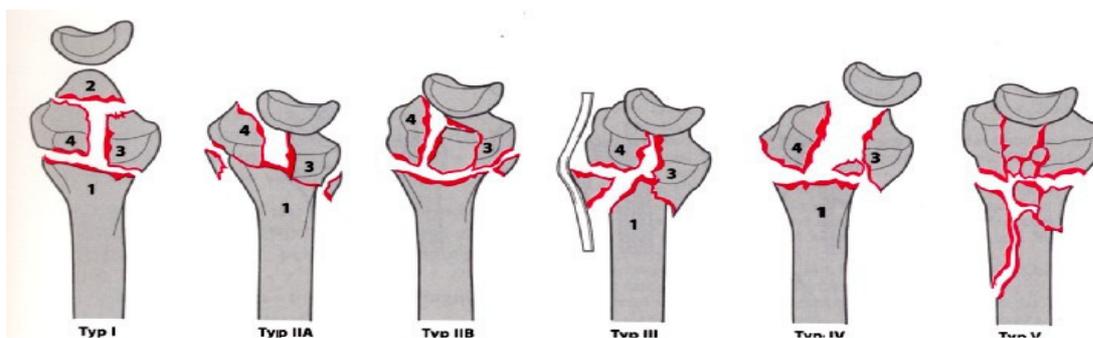


Abb. 6: Melone-Klassifikation der distalen Radiusfraktur (Melone, 1984)

1.3.2 Fernandez-Klassifikation (1993)

Fernandez bemerkte, dass spezielle Unfälle zu ganz typischen Frakturformen führen und man durch den Unfallmechanismus das Ausmaß der Verletzung (Weichteilschaden, Bänder-, Sehnen-, Gefäß-, Nervenbeteiligung) besser abschätzen kann. Er unterscheidet 5 Verletzungstypen: Biegetrauma, Schertrauma, Kompressionstrauma, Avulsionstrauma und Kombinationstrauma. Diese Einteilung ermöglicht eine Aussage über die Stabilität der Fraktur, assoziierte Verletzungen, Therapieempfehlungen und Prognose. (Ilyas et al., 2007; Fernandez, 2001; Thrumble et al., 1998)

1.3.3 AO-Klassifikation der langen Röhrenknochen (1990)

Die Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthese und M.E.Müller entwickelten die AO-Klassifikation für lange Röhrenknochen, die auch heute noch für die Einteilung distaler Radiusfrakturen favorisiert wird. Durch dieses Klassifikationssystem können Frakturen aller langen Röhrenknochen eingeteilt werden, wobei jede Fraktur durch die morphologischen Besonderheiten und Lokalisation der Fraktur in spezielle Subgruppen unterteilt wird. Jeder Knochen hat eine spezielle Nummer. Der Radius hat die Nummer 2 und wird dann nochmals in drei Bereiche unterteilt: 21 steht für den proximalen, 22 für den medialen und 23 für den distalen Teil. Demnach wird jede Fraktur am distalen Radius mit 23 bezeichnet. Diese kann man wie jede Fraktur in Gelenknähe in eine der folgenden drei Grundtypen einteilen: Typ A für extraartikuläre Frakturen, Typ B für partiell extraartikuläre Frakturen oder Typ C für komplett intraartikuläre Frakturen. Diese lassen sich nochmals in 9 Hauptgruppen (A.1, A.2, ...C.2, C3) und in 27 Subgruppen unterteilen (A1.1, A1.2,...C.3.2, C.3.3), welche die Lokalisation, die Größe des Fragments und die Frakturlinie genauer berücksichtigen. Wenn eine Fraktur keiner dieser Gruppen zugeteilt werden kann, handelt es sich um eine Typ D1 Fraktur. Zusätzlich kann man noch auf spezielle Verletzungen im ulnaren Bereich, wie den TFCC, den Bändern des Radioulnargelenks oder die Frakturlinie an der Ulna näher eingehen, wodurch mehr als 144 mögliche Verletzungsmuster am distalen Radius beschrieben werden können. Damit ist die AO-Klassifikation mit Abstand das detaillierteste Klassifikationssystem. Allerdings hat sich in Studien gezeigt, dass die Reproduzierbarkeit für „intra und interobserver Reliability“ vor allem für die Subgruppen ein großes Problem darstellt. Daher hat Müller 1995 noch eine vereinfachte Form ausgearbeitet, die nur noch die Typen A-C und den Verlauf der Frakturlinien berücksichtigt. Es kann sein, dass ein einfaches Röntgenbild nicht ausreicht um alle Frakturlinien darzustellen, weswegen eine Computertomographie manchmal sinnvoll sein kann. Der Schweregrad und die Ausdehnung

der Verletzung nehmen von A bis C und von 1 bis 3 zu. Deshalb kann man aus der AO-Klassifikation die Gefahr von Komplikationen und die Prinzipien für die Therapie ableiten und prognostische Aussagen treffen. Diese Klassifikation wird momentan weltweit am häufigsten in der Diagnostik distaler Radiusfrakturen eingesetzt, weshalb ich sie auch für meine Arbeit mit Angabe der Hauptgruppe (A1, B2 oder C3) verwendet habe. (Fernandez, 2001; Wiemer et al., 1999; Petravic et al., 1998)

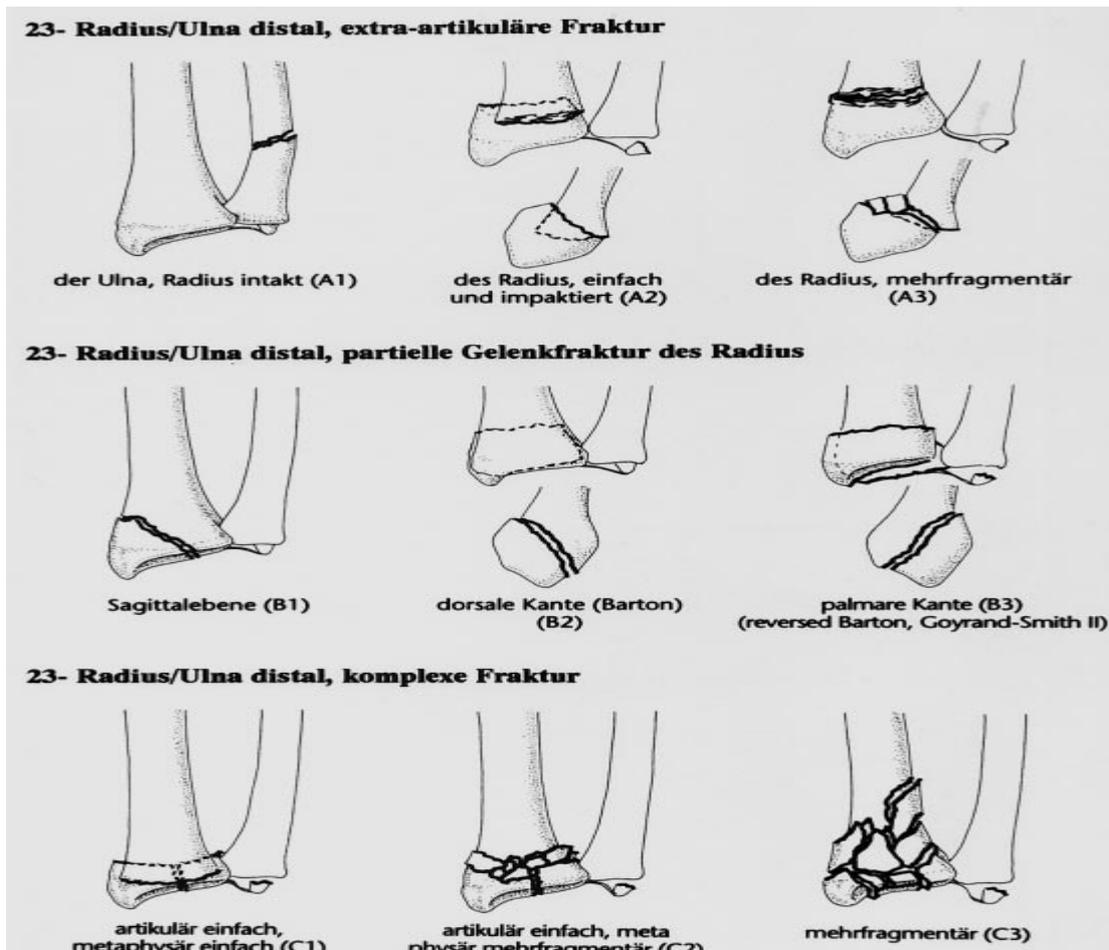


Abb. 7: AO-Klassifikation der distalen Radiusfraktur (Wiemer et al., 1999)

1.4 Epidemiologie und Ätiologie der distalen Radiusfraktur

Mit 10-25% aller Frakturen ist die Radiusfraktur die häufigste Verletzung des menschlichen Skeletts überhaupt und wird erst im Alter von 75 Jahren von den hüftgelenksnahen Brüchen übertroffen. (Lidemann-Sperfeld et al.,2003; Stahel et al., 2005;Woltmann et al 2004) Die Inzidenz beträgt zwischen 2-3 pro 1000 Einwohner im Jahr. (Schofer et al., 2006) Für Deutschland bedeutet dies: Über 200 000 Frakturen pro Jahr bzw. in einer Großstadt wie Hamburg 10-15 Brüche täglich! Man findet zwei Altersgipfel, einen im jugendlichen bis jungen Erwachsenenalter und den anderen jenseits des 50. Lebensjahres. (Siebert et al., 2005) Studien zeigten, dass die Frakturrate vor allem bei den Frauen postmenopausal stark ansteigt, wohingegen in den jüngeren Altersgruppen die Männer höhere Inzidenzraten aufweisen. (Meisinger et al., 2002; Thompson et al., 2003) Die Frakturhäufigkeit am distalen Radius zwischen Frauen und Männern wird mit 3,9:1 angegeben. Interessant ist auch, dass sich das allgemeine Frakturrisiko einer Person nach distaler Radiusfraktur mindestens verdoppelt. (Thompson et al 2003) Diese Ergebnisse sind darauf zurückzuführen, dass junge Männer häufiger Stürze und Unfälle mit großer Gewalteinwirkung haben, welche häufig zu einer Radiusfraktur führen. Bei den Frauen ist der Hauptrisikofaktor die Osteoporose, wodurch schon Bagatelltraumata zu Brüchen führen können. (Stahel et al., 2005 Meisinger et al., 2002) Dass die Osteoporose ein wichtiger Risikofaktor ist, zeigte sich in einer skandinavischen Studie in der ein Drittel der Männer und 50 % der Frauen mit distaler Radiusfraktur über dem 50. Lebensjahr eine therapiebedürftige Knochendichte aufwiesen. (Oyen et al., 2009) Ein weiterer Risikofaktor für die distale Radiusfraktur ist die Sturzhäufigkeit einer Person, welche positiv mit der Zunahme neurologischer, endokriner und kardiovaskulärer Krankheiten und somit dem Alter korreliert. (Schupp et al., 2003) Zudem ist wegen der Sarkopenie im Alter die schützende Funktion der Muskeln beim Sturz vermindert, wodurch die Stauchungskräfte beim Sturz ungehindert auf den zum Teil osteoporotischen Knochen wirken. (Ochman et al., 2006) Wegen der zunehmenden Überalterung der Gesellschaft, welche voraussagt, dass 2050 doppelt so viel Menschen über 70 Jahre alt sind, ist in den nächsten Jahren mit einer starken Zunahme der Inzidenz zu rechnen. (Lohmann et al.,2007) Die Ätiologie der distalen Radiusfrakturen gibt Pechlaner wie folgt an: Bei 65,1% liegt ein allgemeines Sturzgeschehen vor, bei 17,4% eine Sportverletzung, bei 8,9% ein Verkehrsunfall und bei 7,5% ein Sturz aus großer Höhe und bei 1,1% eine andere Ursache. (Pechlaner et al.,2007)

1.5 Veränderungen der Therapie bei distaler Radiusfraktur in den letzten

Jahrzehnten

Während Dr. Abraham Colles 1814 noch behauptete, dass Patienten auch mit fehlverheilten Radiusfrakturen langfristig sehr gute funktionelle Ergebnisse und Schmerzfreiheit zeigen, weiß man heute, dass auch kleine Fehlstellungen große funktionelle Probleme bereiten können. In vielen Studien konnte gezeigt werden, dass bei rein konservativer Behandlung in bis zu 30% der Fälle mit unbefriedigenden Ergebnissen gerechnet werden muss und die Operation häufig eine gute Alternative mit besseren Resultaten darstellt. (Lindemann-Sperfeld et al., 2003) In der operativen Therapie konnte durch den medizinischen Fortschritt in den letzten 25 Jahren immer wieder neue Methoden, die zu noch besseren Ergebnissen und weniger Komplikationen führen, etabliert werden. Auch am Klinikum Traunstein konnte man diese Entwicklungen im Zeitraum von 1986-2008 beobachten. (siehe Kap. 2.1; Diagramme 1 und 2)

1.6 Therapeutisches Management der distalen Radiusfraktur

1.6.1 Allgemeines zur Reposition

Bei fast jeder distalen Radiusfraktur erfolgt primär die Reposition nach dem Prinzip des Zugs und Gegenzugs mit Hilfe des Mädchenfängers und einem Gegengewicht am Oberarm von 3-5kg. Für ein gutes Repositionsergebnis ist eine ausreichende Analgesie erforderlich. Häufig verwendet man die Bruchspaltanästhesie bei der ein Lokalanästhetikum direkt in den Bruchspalt gespritzt wird. Eine weitere Möglichkeit stellt die Regionalanästhesie dar, welche zusätzlich zu einer Relaxation der Muskulatur führt. Beim polytraumatisierten Patienten erfolgt manchmal auch eine Allgemeinanästhesie. Der Längszug der Extensionshülsen erfolgt über den Daumen. Zusätzlich wird noch der 2. und 4. Finger ausgehängt um eine Rotation des Karpus mit anschließender Subluxationsfehlstellung zu vermeiden. Die Zugdauer beträgt 5-10 min. Zusätzlich ist oft noch eine manuelle Druckausübung auf seitlich verschobene Fragmente zur vollständigen Reposition nötig. Ein zu kraftvoller Repositionsversuch kann allerdings zu einer erneuten Fehlstellung führen oder eine stabile in eine instabile Fraktur umwandeln. (Oestern, 1999; Beck et al., 1997)

Abb. 8: Reposition im Mädchenfänger (Oestern, 1999)



1.6.2 Indikation und Möglichkeiten der konservativen Therapie

Abhängig vom Frakturtyp, vom Alter, der Knochenqualität und anderen Parametern muss man abwägen, welche Behandlung bei dem jeweiligen Patienten die sinnvollste ist. Eine konservative Therapie ist bei stabilen distalen Radiusfrakturen ohne wesentliche Begleitverletzungen vom Typ A2, B1 und C1 möglich. Dieser Bereich kann individuell natürlich ausgeweitet werden. (Siebert et al., 2005) Primär reponierbar sind fast alle Frakturen. Viele sind allerdings instabil, wodurch eine längerfristige Retention nicht möglich ist und es zu einer sekundären Dislokation kommt. Das Risiko einer solchen sekundären Dislokation lässt sich durch folgende, im Röntgenbild sichtbaren Instabilitätsfaktoren abschätzen: (Siebert et al., 2005; Holz et al., 2004; Fellingner et al., 2002)

- Initiale Dislokation der Gelenkfläche um mehr als 20° nach dorsal;
- Verkürzung der Radiusbasis um mehr als 3mm;
- Dislozierte Basisfrakturen des Processus styloideus ulnae;
- Palmare und dorsale metaphysäre Trümmerzone;
- Dislozierte intraartikuläre Frakturen;
- Dislozierte Flexionsfrakturen;
- Ulnare Begleitverletzungen;
- Osteoporotische Knochenstruktur;

Liegen bei einer Fraktur 2 oder 3 dieser Kriterien vor besteht mit über 50% eine hohe Redislokationsrate, weswegen primär eine operative Therapie eingeleitet werden sollte. Bei konservativer Therapie erfolgt die Reposition im Aushang unter Anlage von Mädchenfängern mit Kontrolle mittels Bildwandler. Der Gips wird noch im Aushang im Mädchenfänger angelegt und muss nach der Aushärtung wegen der in den ersten Tagen noch zunehmenden Schwellung sofort gespalten werden. Je nach Weichteilsituation wird der Gips innerhalb der ersten Woche wieder geschlossen. Ein Gipswechsel ist nach 10 Tagen und radiologische Kontrollen um sekundäre Dislokationen auszuschließen direkt nach der Reposition, am 3. Tag und 1,3 und 6 Wochen nach Frakturereignis nötig. Im Falle eines Korrekturverlustes ist dem Patienten eine operative Therapie anzuraten, weil die Gefahr einer weiteren Dislokation und damit einer nicht anatomischen Konsolidierung gegeben ist und gleichzeitig das Risiko für die Entstehung eines chronischen regionalen Schmerzsyndroms mit jedem Repositionsversuch zunimmt. Normalerweise wird der Gips nach 6 Wochen

entfernt und der Patient muss dann durch sofortige krankengymnastische Übungsbehandlung und Eigenübungen das Handgelenk wieder mobilisieren. Eine längere Ruhigstellung ist bei sehr instabilen Frakturen oder höhergradiger Osteoporose nötig. (Oestern, 1999; Beck et al., 1997; Thielke et al., 2006; Gaulke et al., 2007; Fernandez, 2005)

1.6.3 Indikation, Technik und Möglichkeiten der Operative Therapie

Wichtig ist es, die Indikationen zur Einleitung eines operativen Vorgehens zu kennen. Dazu gehören:

- Offene Frakturen
- Frakturen mit Nervenschaden
- Frakturen mit Gefäßläsionen
- Nicht reponierbare Frakturen
- Instabile Frakturformen
- Sekundär dislozierte Frakturen

Zu den etablierten operativen Therapieverfahren zählen die Kirschnerdraht Osteosynthese, die Behandlung mit dem Fixateur externe, die Schraubenosteosynthese und die palmare bzw. dorsale Plattenosteosynthese. Außerdem können diese Methoden natürlich kombiniert angewandt werden. (Lindemann-Sperfeld et al., 2003)

1.6.3.1 Kirschnerdraht (K-Draht) Osteosynthese

Dabei handelt es sich um ein minimal invasives Verfahren, welches erstmals 1908 von Lambotte beschrieben wurde, der eine Radiusfraktur fixierte indem er einen K-Draht über den Processus styloideus radii einbrachte. Seitdem wurde das Verfahren weiter entwickelt und findet immer noch bei den Frakturtypen 23 A2, A3, B1 und C1 Anwendung. (Siebert et al., 2005) Bei B2 und C2 Frakturen verwendet man diese Methode nur wenn man sich z.B. bei einem multimorbiden Patienten die Vorteile eines minimal invasiven Verfahrens zu Nutze machen will. Bewährte Anästhesieverfahren für diese Eingriffe sind bei der geschlossenen Methode die Lokalanästhesie und bei offenem Zugangsweg die Armplexusanästhesie. Anschließend erfolgt die Reposition wie in der konservativen Therapie über den Mädchenfänger und anschließend mit Hilfe eines Repositionsdrahtes, den man in die Fraktur einführt und durch dessen Hebelkraft die Fraktur aufrichtet. Bei der klassischen K-Draht Osteosynthese nach Willenegger werden 2-3 Drähte von 1,6 mm-2,0 mm Durchmesser in einem Winkel von 30-45° zur Speichenlängsachse so eingebracht, dass sie sich in beiden

Ebenen überkreuzen und in der Gegenkortikalis verankert sind. In Abhängigkeit der Lokalisation der Fraktur variiert die Anordnung der Drähte, wobei eigentlich immer einer in den Processus styloideus radii eingebracht wird. Dadurch besteht die Gefahr, dass der N. radialis superficialis, der sich in dieser Region mit seinen sehr individuell variabel verlaufenden Ästen befindet, verletzt wird. Diese Gefahr kann durch die offene K-Draht Fixation, bei welcher der Hautast des N. radialis mit Hilfe eines 1cm großen Schnitts über der Tabatière dargestellt und bei der Drahteinbringung geschont wird, umgangen werden. Das zweite Verfahren, welches heute noch angewandt wird, ist die Methode nach Kapandji. Dabei werden drei Metallstifte „intrafokal“, das heißt direkt in den Frakturspalt eingebracht, die Fraktur über die Hebelwirkung der eingebrachten Drähte repositioniert und anschließend die K-Drähte, die sich nur im proximalen Fragment befinden, bis zur Gegenkortikalis weitergebohrt. Zusätzlich zur K-Draht Osteosynthese wird das Handgelenk postoperativ ca. 4 Wochen mit einem Gips wie bei der konservativen Therapie oder mit einem Fixateur externe ruhig gestellt. Nach 6 Wochen werden die Stifte in Lokalanästhesie entfernt. Neben der Gefahr der Verletzung des N. radialis kann es zu Infektionen an den Eintrittsstellen der Drähte kommen, welche sich bis auf den Knochen ausweiten können. Da die Stifte die gegenüberliegende Kortikalis durchbrechen sind Irritationen der darüber laufenden Strukturen möglich. Die Folge kann eine Medianussymptomatik oder eine Sehnenreizung mit der Maximalform eines Sehnenrisses sein. Ein Repositionsverlust ist vor allem dann möglich, wenn der Durchmesser der K-Drähte zu klein ist, die K-Drähte zu flach eingebracht werden und diese parallel verlaufen anstatt sich zu überkreuzen. Ein zu hochtouriges Einbringen der Drähte kann zu Hitzenekrosen des umgebenden Knochens führen und somit eine Lockerung des Drahtes hervorrufen. Außerdem ist wie bei der konservativen Therapie eine frühfunktionelle Übungsbehandlung nicht möglich, wodurch es zur Einsteifung des Handgelenks kommt. (Lindemann-Sperfeld et al., 2003; Siebert et al., 2005; Oestern, 1999; Kwasny et al 1990) Die Vorteile dieser Therapie sind vor allem die wenig belastende Regionalnarkose, die Möglichkeit der gedeckten Reposition, einer kurzen komplikationsarmen Operation mit geringem Therapieaufwand, niedrigen Kosten und die Möglichkeit der ambulanten Operation. Davon profitieren vor allem ältere Menschen, denen man komplikationsreichere Verfahren mit Vollnarkose ersparen will. Allerdings zeigte W. Schneiders in einer Studie, dass Patienten mit stark reduziertem Allgemeinzustand oder Demenz ein erhöhtes Risiko für das Auftreten von tiefen Infektionen und damit ein schlechteres Outcome haben, da die adäquate Pinpflege ein gewisses Maß an Compliance erfordert. Er empfiehlt für dieses spezielle Patientengut eine konservative Therapie mit der

Tolerierung einer Fehlstellung oder eine winkelstabile Plattenosteosynthese. (Schneiders et al., 2007)

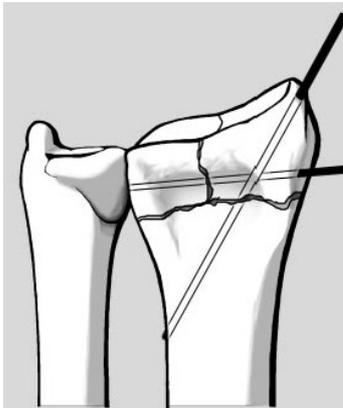


Abb. 9:
K-Draht Osteo-
synthese nach
Willensegger
(Oestern, 1999)

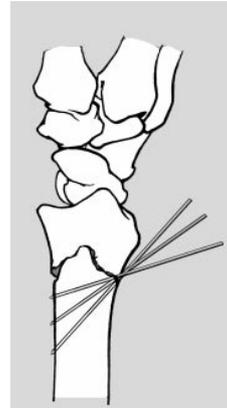


Abb. 10:
Methode nach
Kapandji
(Oestern, 1999)

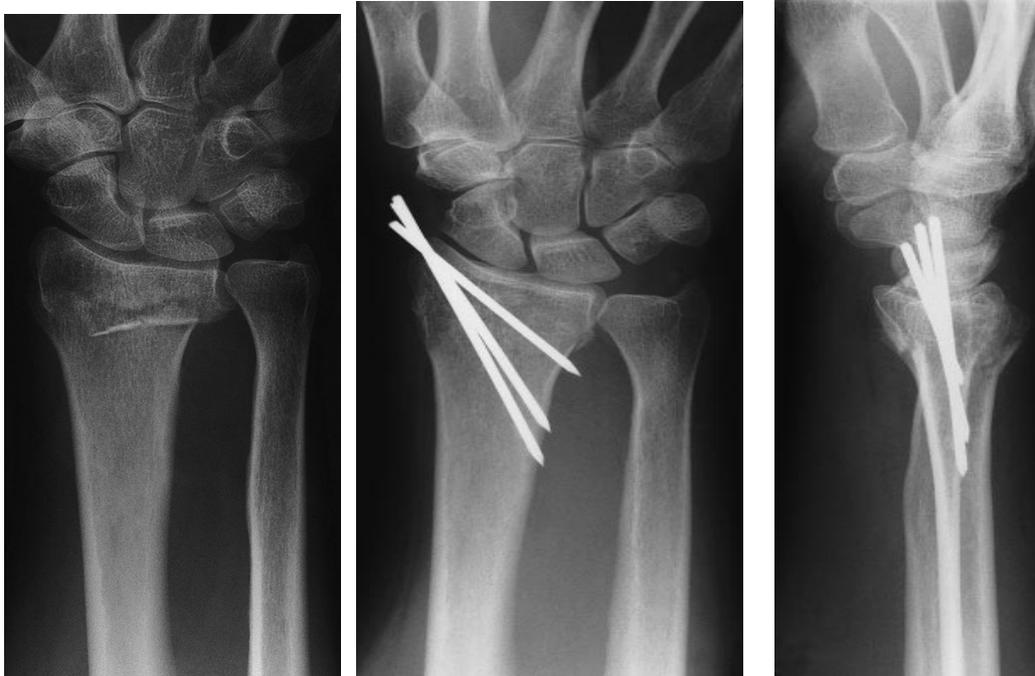


Abb. 11a, b, c: Distale Radiusfraktur (A2), die mit Kirschnerdrähten fixiert wurde. (Oestern, 1999)

1.6.3.2 Fixateur externe

Auch wenn der Einsatz des Fixateurs externe durch die Entwicklung der winkelstabilen Platten stark reduziert wurde ist er weiterhin eine noch oft angewandte Therapieform zur Versorgung der distalen Radiusfraktur. Diese Methode wurde 1929 von Ombredanne eingeführt und seitdem immer weiter entwickelt. Heute gibt es viele verschiedene Fixateur – Systeme, die je nach Verletzungstyp unterschiedlich eingesetzt werden. Ihnen allen gemeinsam ist ihr Funktionsprinzip, welches durch Vidal 1977 mit dem Begriff „Ligamentotaxis“ beschrieben wurde. Darunter versteht man, dass sich unter kontinuierlicher statischer Distraction der Fraktur mittels Fixateur die knöchernen Fragmente durch den, an

ihnen ansetzenden noch bestehenden, Band- Kapselapparat wieder in ihre anatomische Lage gezogen und in dieser gehalten werden. (Kuner et al., 2002) Die Indikation zur Therapie mit dem Fixateur externe ergibt sich bei sehr komplexen Gelenkfrakturen des Speichenendes (C3), beim älteren Menschen mit stark dislozierten extraartikulären Defektfrakturen und bei allen zweit-/ und drittgradig offenen Frakturen.(Siebert et al., 2005; Scholz et al., 2007) Abhängig von der Entwicklung des Weichteilschadens, der Bruchform und dem Allgemeinzustand des Patienten muss man entscheiden ob man diese Therapieform zur endgültigen Versorgung einsetzt oder ob es sich dabei nur um eine temporäre Therapiemethode bis zur Abschwellung der Weichteile oder beim Polytraumatisierten bis zur Stabilisierung der Vitalparameter handelt. Der Fixateur wird unter manueller Reposition angelegt. Man unterscheidet gelenkübergreifende und extraartikuläre Montagesysteme, welche je distal und proximal der Frakturzone über zwei Schanz-Schrauben mit den externen Längsträgern winkelstabil verbunden werden. Da die Schrauben mit einem gewissen Abstand zum Bruch oberhalb und unterhalb der Frakturzone in den Knochen gebohrt werden, kommt es nicht zu einer zusätzlichen Traumatisierung des Weichteilgewebes im verletzten Bereich. Das Einbringen der Schrauben geschieht in der Regel von dorsoradialer Seite unter Sicht mit einem 3-4cm großen Schnitt um umliegende Strukturen zu schonen. Außerdem erfolgt eine Vorbohrung um zu hohe Temperaturen mit nachfolgenden Knochennekrosen zu verhindern, wie sie bei direkter Bohrung entstehen würden. Stehen die Schrauben zu eng aneinander besteht die Gefahr einer iatrogenen Fraktur. Der Fixateur wird dann so mit den Schanz-Schrauben verankert, dass sich das Handgelenk in Neutralstellung befindet. Der Vorteil der extraartikulären Fixateursysteme bei nicht artikulären Frakturen besteht in der Möglichkeit der frühfunktionellen Übungsbehandlung des Handgelenks. Diese ermöglichen auch transartikuläre Fixateure mit integriertem Gelenk. Allerdings kann durch Studien gezeigt werden, dass nach 6 Monaten das funktionelle Outcome der Fixateure mit und ohne Beweglichkeit des Handgelenks nahezu identisch sind. (Scholz et al., 2007). Die Ruhigstellung im Fixateur externe erfolgt in der Regel für ca. 6 Wochen. Nach 3-4 Wochen sollte allerdings die Stärke der Distraction etwas verringert werden, weil eine zu lange zu starke Dehnung zu Durchblutungsstörungen und zu einer Beeinträchtigung der physiologischen Ernährung des Knorpels führt. Außerdem korreliert das Auftreten des CRPS, das mit einer Häufigkeit von 10,5% bei allen mit Fixateur externe behandelten Patienten auftritt, signifikant mit der Länge der Tragedauer des Fixateurs und des Stärke der Extension. Allgemein wird je nach Literatur die Komplikationsrate dieser Therapieform mit bis zu 27% als hoch angegeben. Bohrkanalinfektionen, die mit einer Wahrscheinlichkeit von bis zu 12%

auftreten, können durch sachgemäße Pinpflege und eine Fixateurkonstruktion, die nicht zur Spannungsentwicklung der Haut führt, verhindert werden. Das Risiko für Läsionen des R. superficialis des N. radialis (bei ca. 16% der Fälle) kann durch ein offenes Einbringen der Schanz-Schrauben reduziert werden. Weitere häufiger beobachtete Komplikationen sind Redislokation und Sinterungen (3%), Karpaltunnelsyndrom (4%), Frakturen des 2.Mittelhandknochens durch unsachgemäßes Einbringen der Schrauben oder der Wahl eines zu großen Schraubendurchmessers (1,3%). (Oestern, 1999; Scholz et al.,2007; Franck et al., 2000; Penning et al., 2008) Außerdem kann der Dauerzug im Fixateur externe ligamentäre Begleitverletzungen maskieren. Die Vorteile dieses Systems bestehen in dessen minimalen Invasivität mit kurzer Op-Zeit, Möglichkeit der Plexusanästhesie mit geringem Op-Risiko, der großen Variabilität der Indikation, der Option der Anwendung zusätzlich stabilisierender Maßnahmen und der Möglichkeit des Einsatzes weiterführender Diagnostik. (Siebert et al., 2005).

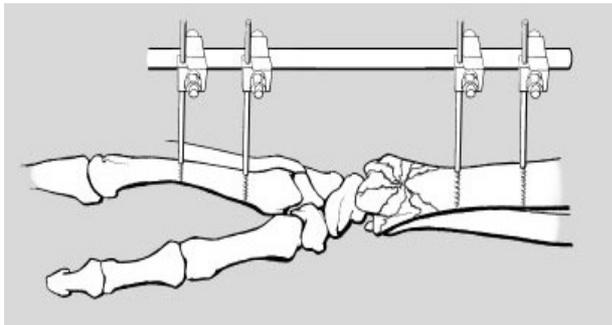


Abb. 12: Gelenkübergreifender Fixateur Externe (Oestern, 1999)



Abb. 13: Röntgenbild einer mit Fixateur externen versorgten C2-Fraktur

1.6.3.3 Schraubenosteosynthese

Die Indikation zur Schraubenosteosynthese wird typischerweise bei Frakturen des Processus styloideus radii sogenannten B1 Frakturen gestellt. Außerdem kann sie als zusätzliche Maßnahme bei anderen Frakturtypen eingesetzt werden. Nach einem geschlossenen manuellen Repositionsmanöver erfolgt ein kleiner Schnitt über dem Processus styloideus radii, über den man eine Kleinfragmentzugschraube in typischer Technik einsetzt. Bei schwieriger Reposition kann man auch eine Zange zur Hilfe nehmen oder die Fraktur bis zum Einbringen der Schraube temporär über einen Draht fixieren. Bei schlechter Knochenstruktur sollte man dem Patienten noch für einige Tage eine dorsale Gipsschiene anlegen, ansonsten gilt die Fraktur nach dieser Operation normalerweise sofort als übungsstabil. Auch diese

Technik ist ein minimal invasives Verfahren mit geringem Komplikationsrisiko. Am häufigsten wird eine Irritation des R. superficialis des N. radialis beschrieben. (Fellinger et al., 2002; Oestern, 1999)

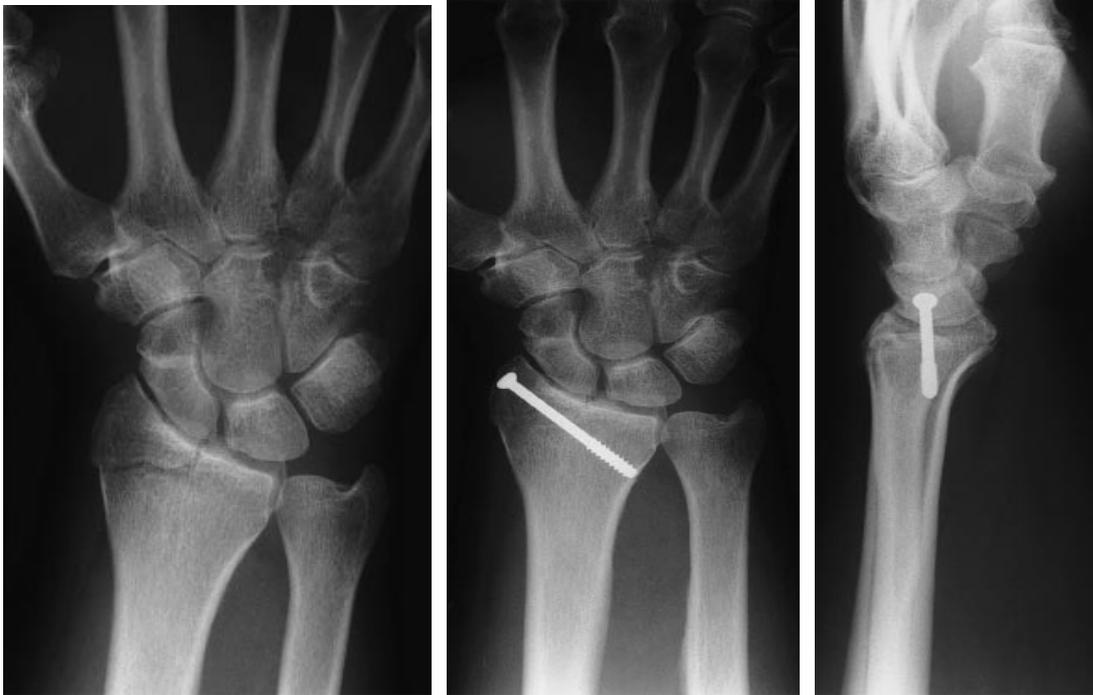


Abb. 14 a, b, c: Schraubenosteosynthetische Versorgung einer B2- Fraktur (Oestern,1999)

1.6.3.4 Plattenosteosynthese

Obwohl Carl Hansmann 1886 die ersten Frakturbehandlungen mit Plattenkonstruktionen beschrieben hat, konnte sich diese operative Therapieform wegen ihrer hohen Komplikationsrate lange Zeit nicht durchsetzen. Erst die Gründung der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen 1959 führte zur Entwicklung und industriellen Produktion der benötigten Instrumente, einer strukturierten Ausbildung der Operateure, der Erfassung und Dokumentation der Ergebnisse und dem Fortschritt in der experimentellen Forschung. (Klonz, 2005) In den letzten 10 Jahren vollzog sich in der Therapie der distalen Radiusfraktur durch die Einführung winkelstabiler Systeme ein großer Wandel. Diese Therapieform gewann stark an Bedeutung und man geht davon aus, dass heute fast 90% aller operativ behandelten distalen Radiusfrakturen mit winkelstabilen Platten versorgt werden. (Breyer, 2008). Davor standen lediglich konventionelle Stützplatten zur Verfügung, welche bei den mit 85% am häufigsten auftretenden Extensionsfrakturen mit dorsaler Trümmerzone auch von dorsal eingebracht werden mussten. Durch den dorsalen Zugang ergaben sich mehrere Probleme. Zum einen ist der Radius dorsal nicht flach oder leicht konkav wie dies volar der Fall ist, sondern zeltförmig was zu einer schlechteren Plattenlage führt. Zum Teil musste sogar das

Tuberculum Listeri entfernt werden um eine bessere Plattenlage zu ermöglichen. Man sprach davon, dass man die Anatomie der Platte anpassen musste. Außerdem fehlt eine Muskelschicht wie der M. pronator quadratus auf der palmaren Seite, welche eine Schutzschicht für die dorsal verlaufenden Strecksehnen und Nerven darstellt. Es besteht daher ein hohes Risiko der Irritation der dort verlaufenden Strukturen und der Entstehung chronischer Reizzustände der Extensorsehnen mit der Maximalvariante des Sehnenabrisses. (Rikli et al., 2003; Matschke et al., 2004) Den viel komplikationsärmeren volaren Zugang konnte man bei den konventionellen Plattensystemen dagegen nur bei den sehr viel selteneren Flexionsfrakturen anwenden. Durch die Erfindung formadaptierter Platten in verschiedenen Größen, wie z.B. der von dorsal eingesetzten Pi-Platte konnten die postoperativen Probleme verringert werden. Aber erst seit der Entwicklung winkelstabiler Plattensysteme, welche eine interne Fixation des Frakturbereichs ermöglichen kann man von einem wirklichen Durchbruch dieser Therapieform sprechen, da nun auch Brüche mit nach dorsal abgerutschten Fragmenten durch eine volare Platte fixiert werden können. (Can et al., 2008) Die Indikation zur operativen Therapie mit winkelstabiler Plattenosteosynthese wurde daher stark ausgeweitet und umfasst mittlerweile die Versorgung von dislozierten Flexionsfrakturen mit großem Fragment (B3), dislozierten metaphysäre Defektfrakturen (A2, A3) und dislozierten intraartikuläre Frakturen (C1, C2, C3) (Siebert et al., 2005)

Volare Plattenosteosynthese

Nach Anlage einer Plexus- oder Allgemeinanästhesie erfolgt die Operation in Rückenlage und abgespreizten Arm in Oberarmblutleere. Der Hautschnitt erfolgt über der Sehne des M. flexor carpi radialis. Diese darf nicht mit der weiter ulnar gelegenen Sehne des M. palmaris verwechselt werden, da sich in deren unmittelbaren Nähe der N. medianus befindet, welcher bei Verwechslung leicht verletzt werden kann. Nachdem die Beugesehnen nach ulnar und das Gefäßbündel und die Sehne des M. brachioradialis nach radial mobilisiert wurden wird die Palmaraponeurose gespalten und der M. pronator quadratus radialseitig soweit vom Knochen abgeschoben bis die Fraktur gut dargestellt werden kann. Eine Spaltung des Karpaltunnels wird nicht routinemäßig, sondern nur bei präoperativer Medianussymptomatik oder sehr starken Weichteiltrauma mit zu erwartender Medianussymptomatik durchgeführt.

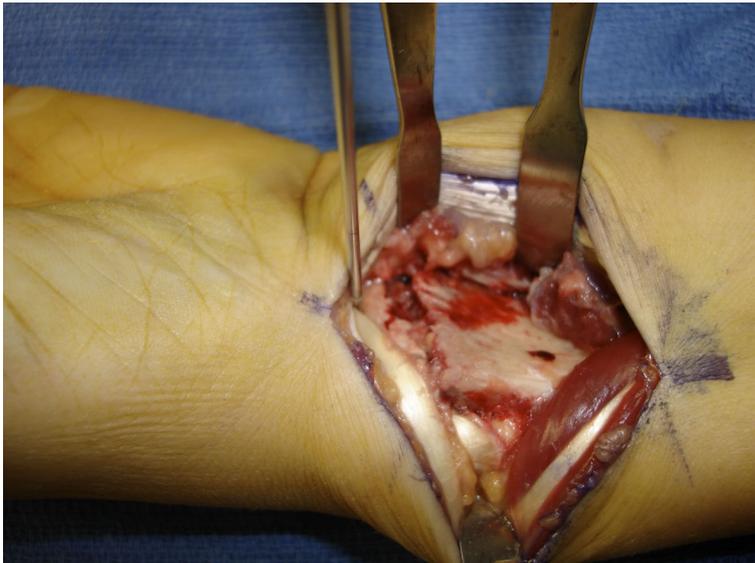


Abb. 15: Operationszugang bei volarer Plattenosteosynthese am distalen Radius (Jupiter et al., 2010)

Die Reposition erfolgt durch manuellen Längszug durch einen Assistenten. Während dislozierte Gelenkfragmente durch temporär eingebrachte Drähte fixiert werden können, empfiehlt es sich bei sehr komplexen Frakturen zusätzlich einen Fixateur anzubringen, welcher die Reposition durch die Ligamentotaxis aufrechterhält und das Anlegen der Platte erleichtert.



Abb. 16: Vorübergehende Fixierung mittels K-Draht am Anfang der Operation (Jupiter et al., 2010)

Palmar sollte die Gelenkkapsel für die Kontrolle der Gelenkfläche nicht eröffnet werden, da dies eine zusätzlichen Traumatisierung der radiokapalen Bänder mit sich bringt und zur chronischen Instabilität des Handgelenks führen kann. Bei Unklarheit über die intraartikuläre Situation oder bei nicht ausreichend reponierbaren C3 Frakturen, kann es daher sinnvoll sein eine zweite dorsalseitige Inzision anzulegen, da von dieser Seite die Gelenkkapsel geöffnet werden darf und man die Gelenkflächen einsehen kann. Über diesen zusätzlichen

streckseitigen Zugang kann man bei Bedarf auch eine weitere kleinere Platte einbringen oder eine Spongiosaplastik durchführen. Diese ist aber heute wegen der winkelstabilen Systeme nur noch bei einem ganz kleinen Teil der Frakturen nötig. Heute besteht eine große Auswahl von Plattengrößen und -typen, welche je nach Verletzungsmuster und Knochenqualität individuell ausgewählt und eingesetzt werden können. Der T-Teil der Platten ist leicht gebogen um eine physiologische Palmarinklination zu erhalten. Nachdem die Platte dann möglichst gelenknah, aber an keiner Stelle über den Knochen überstehend, über ein Gleitloch metaphysär fixiert wurde erfolgt eine radiologische Kontrolle um die Plattenlage und Reposition nochmals zu kontrollieren. Anschließend wird die Platte durch winkelstabile selbstschneidende Schrauben befestigt. Am Ende erfolgt eine weitere Kontrolle mit dem Bildwandler, wobei vor allem in den Gelenkspalt vorstehende und zu lange über die dorsale Knochenkante herausragende Schrauben ausgeschlossen werden müssen. (Siebert et al., 2005; Matschke et al., 2004; Klonz et al., 2005; Jupiter et al., 2010)

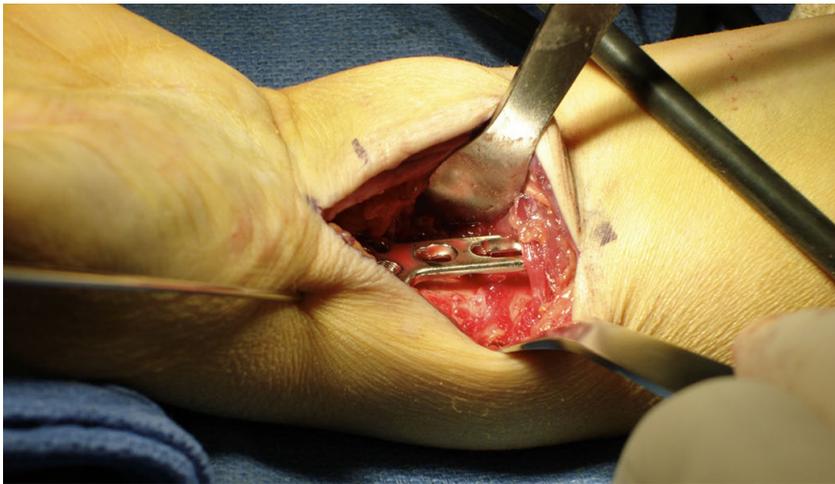


Abb. 17:
Platzierung der T-Platte auf dem Knochen (Jupiter et al. 2010)

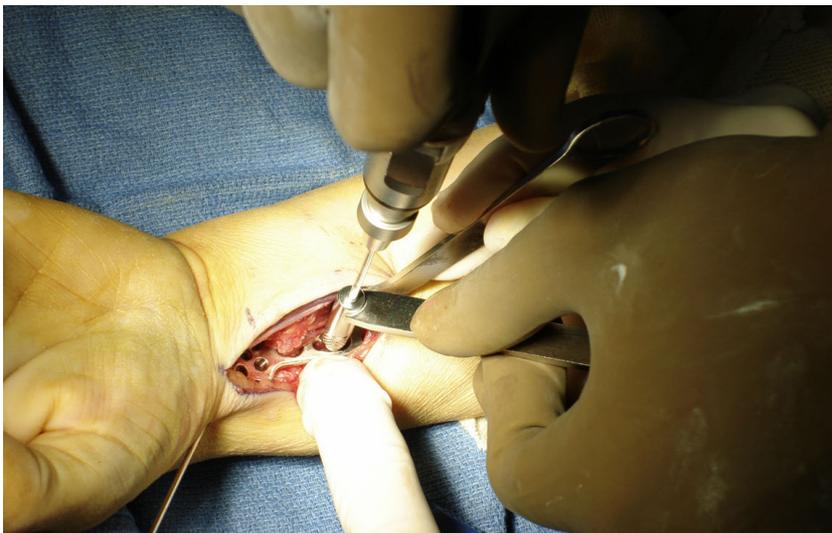


Abb. 18:
Fixierung der winkelstabilen Platte mit selbstschneidenden Schrauben (Jupiter et al., 2010)



Abb. 19:
 Intraoperative Kontrolle
 des Repositionsergebnisses
 durch den Bildwandler
 (Jupiter et al., 2010)

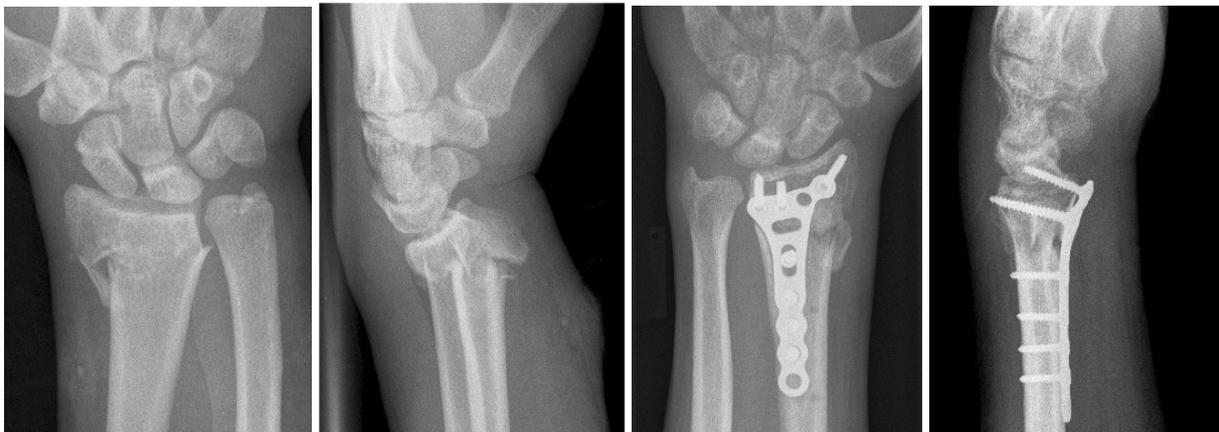


Abb. 20 a, b, c, d: Postoperatives Ergebnis nach Anlage einer volaren winkelstabilen
 Radiusplatte bei C2-Fraktur (Eggerlein u. Ketterl, 2006)

Dieses Osteosyntheseverfahren wurde unter anderem dafür entwickelt um eine frühfunktionelle Nachbehandlung zu ermöglichen und eine durch Ruhigstellung hervorgerufene Versteifung des Gelenks zu vermeiden. Je nach Bruchform können manche Patienten noch am 1. postoperativen Tag durch den Physiotherapeuten aktiv-assistierte Bewegungsübungen aus der Gipsschiene heraus machen. Häufig wird dem Patienten statt einer Gipsschiene sogar nur ein elastischer Verband angelegt. Des Weiteren sind wie nach jeder Operation abschwellende Maßnahmen, nämlich das Hochlagern des Arms, Eisbehandlung und die Gabe von NSARs indiziert. Die Schiene kann in der Regel spätestens nach dem Fadenzug am 10/ 14 postoperativen Tag abgelegt werden und die Hand sollte danach bei der Ausführung von Bewegungen ohne Kraftaufwand, wie Essen, Kämmen, Lesen etc. wieder in den Tagesablauf mit einbezogen werden. Mit dem Heben von Lasten sollte aber

erst langsam nach einer weiteren Röntgenkontrolle ca. 6 Wochen postoperativ, die eine gute knöcherne Konsolidierung zeigt, begonnen werden. Postoperativ ist es zu empfehlen dem Patienten eine begleitende physiotherapeutische Behandlung zu ermöglichen, damit der Patient zum Einen aktive Aufgaben selbst durchführt und zum Anderen das Handgelenk passiv und aktiv mobilisiert wird. Auch Lymphdrainage und Ergotherapie können das postoperative Ergebnis verbessern. Eine Studie von Lohsträter et al zeigte, dass Patienten die zur Physiotherapie auch noch eine Ergotherapie und eine abschwellende Therapie verordnet bekamen trotz primär höherer Kosten bei Langzeitbeobachtung die Krankenkassen weniger Geld kosteten, da die postoperativen Übungsbehandlungen und die Krankschreibung kürzer war. (Lohsträter et al., 2008) Innerhalb der ersten 6 Monate kommt es zu einer stetigen Verbesserung der Beweglichkeit, der Kraft und der Funktionsfähigkeit des Handgelenks. Abhängig von der beruflichen Tätigkeit und vom Verletzungsgrad ergibt sich eine Arbeitsunfähigkeit von wenigen Wochen bei Bürotätigkeit bis zu 3-4 Monaten bei schwerer körperlicher Arbeit. (Rikli et al., 2003; Völlinger et al., 2003) Bei stark osteoporotischer Knochenstruktur oder mangelnder Compliance des Patienten im Bezug auf das Vermeiden starker Belastung auf das frisch operierte Handgelenk ist es sinnvoll, die dorsale Schiene oder einen Unterarmgips bis zu 6 Wochen anzulegen. Ansonsten besteht die Gefahr eines Implantatausrisses eines Repositionsverlustes oder gar einer periprothetischen Fraktur. Wie bei jeder Operation sind natürlich auch bei der palmaren Plattenosteosynthese Komplikationen möglich, über die der Patient aufgeklärt werden muss. Es kann beim palmaren Zugang durch Irritation des N. medianus oder starke Vernarbung zu einem postoperativen Karpaltunnelsyndrom kommen. Zu Sehnenentzündungen / -rupturen und anderen chronischen Weichteilirritationen kann es bei schlechter Implantatlage mit überstehenden Rändern oder zu langen auf der Gegenkortikalis herausragenden Schrauben kommen. Am häufigsten kommt es zur Ruptur der Extensor-Pollicis-Longus Sehne, welche mit einer Indizisplastik versorgt wird und zur Verletzung der M.flexor pollicis longus Sehne, welche analog mit einem Sehneninterponat des M. palmaris longus rekonstruiert wird. Des Weiteren kann es zu einem Osteosyntheseversagen mit sekundärer Dislokation durch Schraubenausriss, Plattenbruch oder Verbiegung der Platte kommen. Blutungen und Infektionen können ebenfalls auftreten. Die Algodystrophieraten entsprechen mit ca. 5% in etwa denen der konservativen Therapie. Außerdem kann das Zurückbleiben von intraartikulären Gelenkstufen von mehr als 1-2mm, die unzureichende anatomische Wiederherstellung der Winkel im Handgelenk und das Übersehen bzw. nicht Behandeln schwerer Begleitverletzungen langfristig zur Handgelenksarthrose mit chronischen

Schmerzzuständen, einer Instabilität und einer Bewegungseinschränkung des Handgelenks führen. (Rikli et al., 2003; Zettl et al., 2009; Arora et al., 2007)

Die grundsätzliche Indikation zur Entfernung der winkelstabilen Radiusplatte ist nicht mehr gegeben. Es gilt die Risiken der Metallentfernung, wie die Notwendigkeit einer weiteren Anästhesie, die Gefahren einer neuen Operation mit Nerven- / Gefäßläsionen, Nachblutungen und Infektionen und das Risiko einer Refraktur gegenüber den Nachteilen der dauerhaften Belassung des Osteosynthesematerials abzuwägen. Dazu gehört die Entwicklung einer relativen Osteoporose im Implantatlager, da die Platte dem Knochen einen erheblichen Anteil der Last abnimmt und vor allem die Gefahr periprothetischer Frakturen bei einem erneuten Sturz auf das Handgelenk, welche oft eine schwierige Metallentfernung und komplizierte Reosteosynthese zur Folge haben können. Die Platte führt des Weiteren beim CT und MRT des Handgelenks durch Störstrahlung zu einer eingeschränkten Aussagekraft dieser Untersuchungen. Spätinfekte und eine sekundäre Sensibilisierung gegen die Titanplatten sind zwar selten, können aber nie ausgeschlossen werden. Klare Indikationen zur Metallentfernung sind dagegen fehlplazierte oder überlange Schrauben, eine überstehende Platte, Adhäsionen mit der M. flexor pollicis longus Sehne oder der über der Platte verlaufenden Muskeln, Infektionen des Plattenlagers, ein postoperatives Karpaltunnelsyndrom, ein Fremdkörpergefühl, eine störende Bewegungseinschränkung oder einfach der Wunsch des Patienten. Ob bei jungen Patienten generell eine Metallentfernung empfohlen werden soll ist umstritten. Eine Metallentfernung ist bei guter knöcherner Konsolidierung nach 6-9 Monate postoperativ möglich. (Breyer et al., 2008; Rikli et al., 2003)

Dorsale Plattenosteosynthese

Wegen der bereits im Kapitel 1.6.3.4 beschriebenen hohen Komplikationsraten wird die Indikation für eine dorsale Plattenosteosynthese nur noch selten gestellt. Diese ist gegeben wenn das radiokarpale Gelenk ebenfalls rekonstruiert werden muss, im Bereich der proximalen Karpalknochen eine relevante Bandverletzung vorliegt oder Korrekturosteotomien wegen eines nach dorsal dislozierten Fragments durchgeführt werden müssen. Der Operationsschnitt erfolgt dorsal über der Radiusmitte, das Retinaculum extensorum muss gespalten und die Strecksehnen seitlich abgeschoben werden. Das weitere Vorgehen ähnelt der volaren Plattenosteosynthese. Auch dorsal setzt man heute fast nur noch winkelstabile Systeme ein. (Matschke et al., 2004; Jupiter et al., 2010) Wegen der höheren Komplikationsraten ist bei dorsaler Plattenlage häufiger eine Metallentfernung nötig und wird vor allem bei jungen Menschen auch empfohlen. Weitere sehr instabilen und komplexen Frakturformen vorbehaltende Therapiekonzepte sind

die dorsale Doppelplattenosteosynthese und die kombinierte palmare und dorsale Plattenosteosynthese. Eine anatomische Rekonstruktion ist dann nur mit diesen sehr aufwendigen Methoden mit größerem zusätzlichen Weichteilschaden und längerer Operationszeit möglich. (Can et al., 2008)

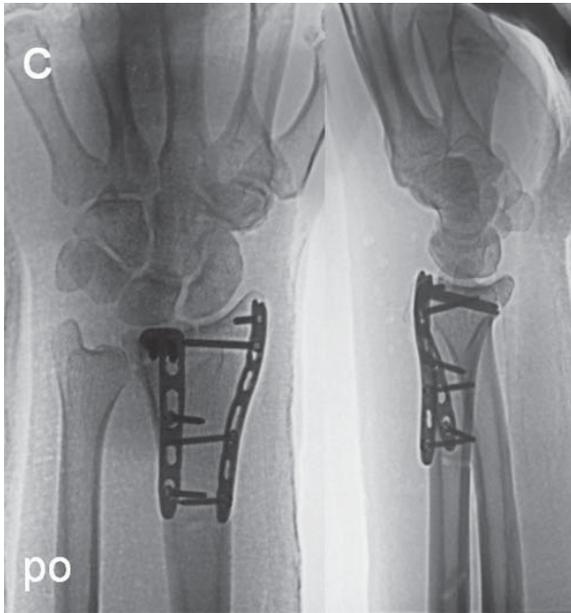


Abb 21: Beispiel für eine dorsale Doppelplattenosteosynthese am distalen Radius (Rikli et al., 2005)

1.7 Funktionsweise und Errungenschaften durch das winkelstabile System

Die winkelstabile Plattenosteosynthese hat sich erst in den letzten 5-10 Jahren etabliert. Es handelt sich dabei um einen Fixateur interne bei dem die Schrauben durch ein separates Gewinde im Kopf fest mit einem Gewinde im Plattenloch verankert sind. Durch diesen zusätzlichen Verriegelungsmechanismus der Schraube in der Platte kann die Winkel- und axiale Stabilität des Systems erreicht werden. Für eine stabile Verankerung und Reposition muss man zwischen Implantat und Knochen durch die Schrauben keine Kompressionskräfte mehr erzeugen, wie das mit den konventionellen Plattensystemen der Fall war, sondern es reicht aus, wenn die Platte im „epiperiostalen Spalt“ platziert wird und somit dem Knochen locker anliegt oder von diesem leicht absteht. Dadurch können Durchblutungsstörungen des Periostes und von Frakturfragmenten, wie sie bei starker Kompression entstehen, vermieden werden, was zu einer schnelleren Konsolidierung führt. Außerdem kann die Entwicklung von Sollbruchstellen unter der Platte, die bei konventionellen Plattenosteosynthesen durch die Devaskularisierung des Knochens vorkamen, verhindert werden. Der mögliche Verzicht auf die Kompression bringt noch einen weiteren Vorteil. Die Platten müssen dem gebrochenen Knochen nicht mehr so präzise angepasst werden, wodurch der primäre Repositionsverlust verringert wird. Auch der sekundäre Repositionsverlust, worunter man das Auslockern der Schrauben im Knochen mit nachfolgender Veränderung des Winkels der reponierten Fragmente versteht, wird durch das winkelstabile System minimiert. Dies ist vor allem beim osteoporotischen Knochen von entscheidender Bedeutung, wo es oft durch Sinterung und Lockerung der Schrauben eben zu oben beschriebenen Veränderungen kommt. Weitere Vorteile bei vermindertem Kalksalzgehalt ergeben sich bei diesem System sowohl durch das Vermeiden der Überdrehung der Schraube, wodurch eine Zerstörung des Knochengewindes verhindert wird, als auch durch den verbesserten Widerstand gegen Biegekräfte. Somit werden seit der Einführung der winkelstabilen Osteosynthese auch bei älteren Patienten mit schlechter Knochenstruktur gute postoperative Ergebnisse erreicht. (Wagner, 2010; Klaue, 2010; Köstler et al., 2005) Ein weiterer Vorteil ist, dass die Fraktur nicht mehr nur, wie durch die konventionelle Platten, gestützt bzw. überbrückt wird und somit die Plattenlage auf Seite der Dislokation sein muss sondern, dass das winkelstabile System einen gewissen Zug auf die Fragmente ausübt, wodurch die Platte auch auf der anderen Seite der dislozierten Fragmente angebracht werden kann. Dadurch kann man, wie in Kapitel 1.6.3.4 beschrieben, bei den dislozierten Radiusextensionsfrakturen mit dorsaler Abkipfung die Platte trotzdem von volar anbringen. Während früher bei sehr vielen Frakturen eine Spongiosaplastik nötig war, beschränkt sich deren Anwendung heute auf komplexe intraartikuläre Frakturen mit

imprimierten Gelenkflächen. (Siebert et al., 2005) Allgemein kann man zwei winkelstabile Systeme unterscheiden, nämlich ein unidirektionales, bei welchem der Winkel zwischen Schrauben und Platte mit 80-90° durch korrespondierende Gewinde vorgegeben ist, und ein multidirektionales, bei dem die Schrauben durch spezielle Verblockungssysteme in beliebigen Winkel zur Platte eingebracht werden können. (Krimmer et al., 2004) Allerdings gibt es auch ein paar Nachteile, die man bei der Anwendung winkelstabiler Systemen bedenken sollte. Der Chirurg verliert nach dem Einrasten des Schraubenkopfgewindes in der Platte die Kontrolle über die Knochenqualität und den Halt der Schraube im Knochen. Bei Systemen mit festgelegtem Schraubenwinkel kommt es außerdem leichter zum Einbrechen der Schraube ins Gelenk. Wenn die Distraction der Fragmente zu weit ist, kann es zu einer verzögerten Knochenheilung oder zur Ausbildung einer Pseudoarthrose kommen. Zu erwähnen ist auch noch, dass das winkelstabile System, durch zu starkes Einwachsen der Implantate, falsche unexakte Verriegelungstechniken und abgenutzte Kopfverriegelungsschrauben zum Teil Probleme bei der Metallentfernung mit sich bringen kann. Außerdem ist die ganze Frakturposition von der Steifheit und Stabilität des internen Fixateurs abhängig, weswegen sehr hohe Ansprüche an das osteosynthetische Material bestehen. (Wagner, 2010)



Abb. 22: Winkelstabile Plattensysteme (Winsta-R) für den distalen Radius von der Firma Marquardt, welche in meiner Studie verwendet wurden (Walz, 2006)

1.8 Ziele und Fragestellungen meiner Arbeit

Die distale Radiusfraktur ist nicht nur eine der häufigsten Frakturen überhaupt, sondern sie führt bei falscher Therapie mit nachfolgender Fehlstellung oder durch, bei der Therapie entstandenen Komplikationen, wie das komplexe regionale Schmerzsyndrom oder Einsteifung bei mangelnde Bewegung, bei den Patienten häufig zu einer eingeschränkten Funktionsfähigkeit der Hand. Diese kann sowohl im privaten, wie auch im beruflichen Bereich zu erheblichen Problemen führen und hohe Kosten für das Gesundheitssystem hervorrufen. Aufgrund Frakturheilungsstörungen oder Implantatkomplikationen sind in einem gewissen Prozentsatz Reosteosynthesen erforderlich. Manche Patienten müssen sogar beruflich umgeschult oder frühpensioniert werden, da sie ihre ursprüngliche Arbeit nicht mehr ausführen können.

Heute werden im Krankenhaus Traunstein bei intra- wie auch bei extraartikulären instabilen distalen Radiusfrakturen vorwiegend volar gelegene winkelstabile Platten in der operativen Therapie eingesetzt. Deshalb gilt es kritisch zu hinterfragen ob, diese Therapieform ihren Erwartungen gerecht wird. Die hier vorgestellte Arbeit beschäftigt sich mit folgenden Fragen.

- Objektiv und subjektiv messbare Ergebnisse und deren Korrelation
- Postoperative Unterschiede und deren Ursachen trotz gleicher Therapie
- Notwendigkeit einer Spongiosaplastik bei volarer winkelstabiler Plattenosteosynthese
- Komplikationen und deren Häufigkeit bei diesem Therapieverfahren
- Postoperative Nachsorge und deren Bedeutung für das funktionelle Outcome

2. Material und Methoden

2.1 Patientendaten

2.1.1 Aufteilung operativ versus konservativ

Der Anteil operativ behandelter distaler Radiusfrakturen im Vergleich zu einem konservativen Therapieversuch nahm im Klinikum Traunstein in den letzten Jahrzehnten deutlich zu. (siehe Diagramm 1)

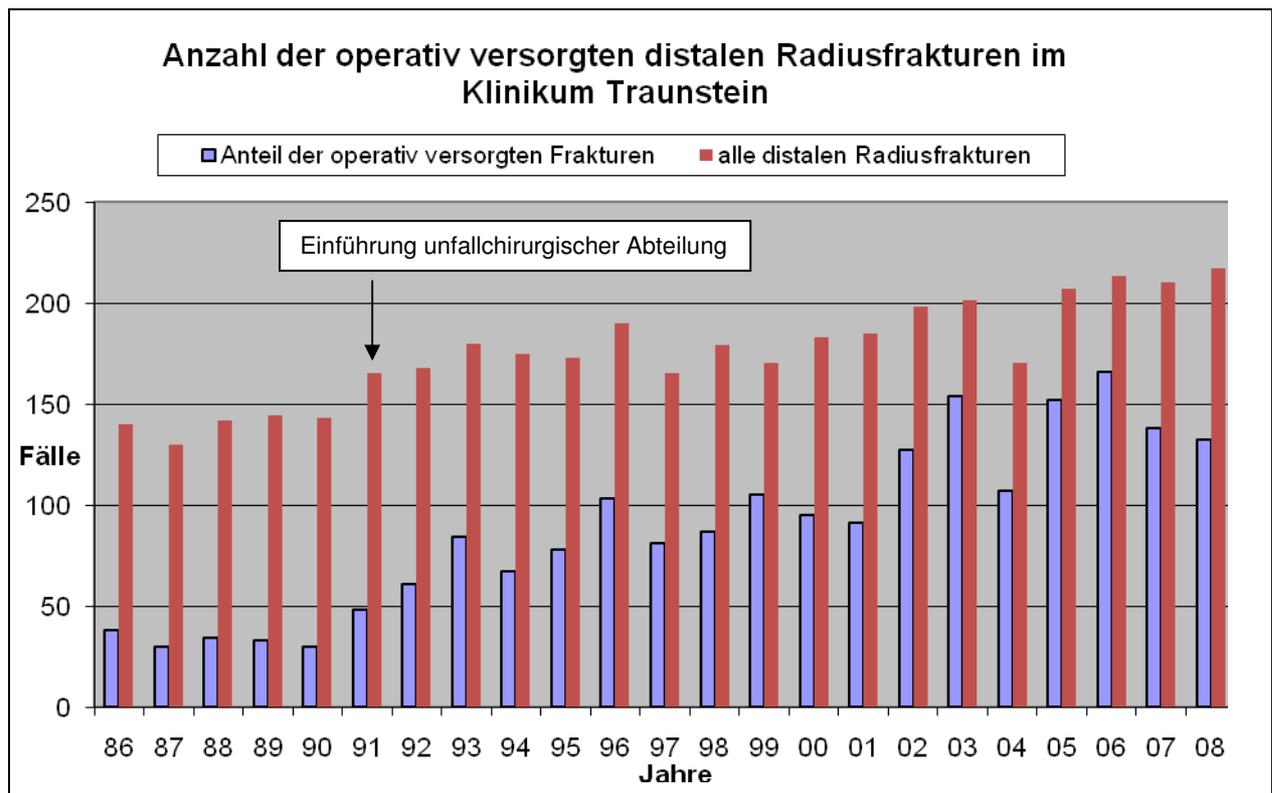


Diagramm 1: Anzahl der operativ versorgten distalen Radiusfrakturen im direkten Vergleich mit der Menge aller therapierten Radiusfrakturen im Klinikum Traunstein.

2.1.2 Anteil der verschiedenen Operationsverfahren

Den Wandel der operativen Therapie der distalen Radiusfrakturen, wie er in Kapitel 1.5 beschrieben ist, zeigt sich auch im Krankenhaus Traunstein. Während 1986 distale Radiusfrakturen hauptsächlich mit einer K-Draht-Osteosynthese versorgt wurden, erfolgt heute in fast 80% der Fälle eine winkelstabile volare Plattenosteosynthese. (siehe Diagramme 2)

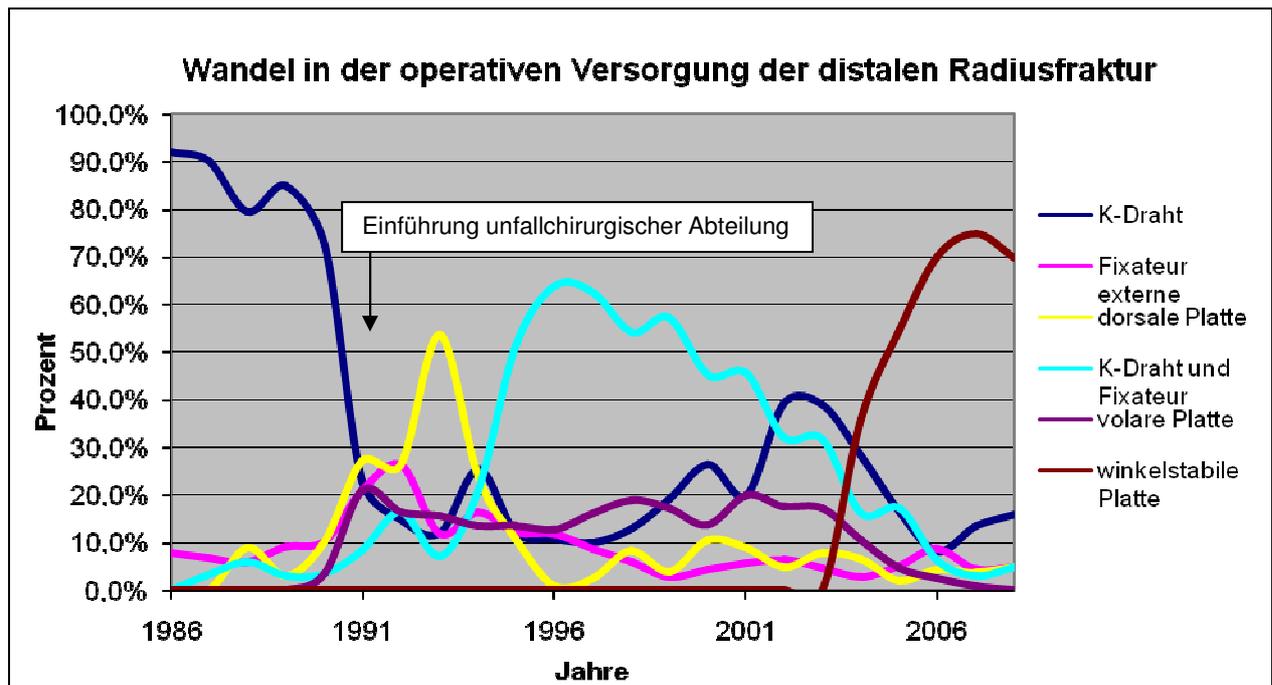


Diagramm 2: Veränderungen in der operativen Therapie der distalen Radiusfrakturen.

2.2 Beschreibung und Durchführung der Nachuntersuchung

In die von mir durchgeführte retrospektive Studie bezog ich alle Patienten ein, die in dem Zeitraum von 1.1.2007 bis 31.12.2008 im Klinikum Traunstein nach distaler Radiusfraktur mit einer winkelstabilen Platte operativ versorgt wurden. Es wurde dabei das winkelstabile Radiusplattensystem WINSTA-R der Firma Marquardt verwendet. Insgesamt wurden in dem Zeitraum 191 Patienten im Alter zwischen 17-93 Jahren mit diesem Verfahren operiert. Recherchiert wurde zunächst in den Patientenakten nach allen über die Patienten verfügbaren Informationen. Von besonderem Interesse waren dabei die Unfallursache, die Klinik bei Aufnahme, bestehende Begleit – oder Mehrfachverletzungen, der Operationsverlauf, die Röntgenbilder und wenn vorhanden die längerfristige postoperative Nachbetreuung mit Dokumentation des Verlaufs und den ggf. aufgetretenen Komplikationen. Anschließend erfolgte bei diesen Patienten eine Einladung zur Nachuntersuchung und die Zusendung eines Fragebogens. Bei dem Fragebogen handelte es sich um den Dash-Score und einige von mir zusammengestellte Fragen um die Informationen aus der Aktenrecherche zu komplettieren. In die Studie schlossen wir 191 Patienten ein. 115 Personen schickten die Fragebögen beantwortet zurück. Von ihnen konnten wir 85 Personen persönlich nachuntersuchen. Die 30 anderen hatten die Fragebögen ausgefüllt und standen bei Fragen für ein telefonisches Gespräch zur Verfügung, da sie von weit her kamen oder aus persönlichen Gründen nicht kommen konnten. Von den anderen Patienten konnten bei 10 Personen die Fragebögen nicht

zugestellt werden, da diese verzogen waren, 35 konnten oder wollten wegen des Alters von über 82 Jahren oder Krankheit nicht teilnehmen und 31 laut Aktenauswertung an sich gesunde Patienten meldeten sich nicht auf mein Schreiben.

Die Nachuntersuchung fand 2,5- 0,5 Jahre (durchschnittlich 1,5 Jahre) nach der Operation im August 2009 in der Ambulanz des Krankenhauses Traunsteins statt. Sie beinhaltete eine ärztliches Gespräch, eine körperliche Untersuchung und eine Röntgenkontrolluntersuchung. In dem ärztlichen Gespräch machte ich nochmals eine ausführliche Anamnese vom Sturzhergang bis zum heutigen Zustand und fragte vor allem momentane Beschwerden wie Schmerzen, Sensibilitätsstörungen und Funktionseinschränkungen im Alltag ab. Ich stellte auch Fragen zu dem postoperativen Behandlungsschema mit Nachsorge, Physio- oder Ergotherapie. Auch wurde dokumentiert, ob eine Metallentfernung erfolgt ist und wenn ja aus welchen Gründen. Außerdem wurde nach Problemen bei der Bearbeitung des Fragebogens gefragt und mit dem Patienten die noch bestehenden Lücken ausgefüllt. Die körperliche Untersuchung erfolgte an beiden Handgelenken um eine direkte Vergleichsmöglichkeit zu bekommen. Zunächst wurde die Narbe und das Handgelenk inspiziert und palpiert. Dabei achteten wir auf Entzündungszeichen, verstärkte Keloidbildung, subkutane Verhärtungen, die Verschieblichkeit der Narbe auf der Unterlage und die Konturen des Handgelenks. Außerdem wurde die Druckschmerzhaftigkeit über der Tabatière, dem Radioulnargelenk, dem Processus styloideus ulnae und dem N.medianus getestet. Durch das Bestreichen der drei autonomen Versorgungsgebiete der Hautnerven beider Hände und der Frage nach Hyper-, Hyp-, und Parästhesien konnten Sensibilitätsstörungen erkannt werden. Die Vaskularisation der Hände untersuchte ich durch den Allen-Test und dokumentierte gleichzeitig die Venenzeichnung. Zur Stabilitätsprüfung des Handgelenks wurden die Verschiebetests für das Radiokarpal- und das distale Radioulnargelenk verwendet. Für die Vermessung und Funktionsprüfung des Arms und der Hand konnte das Dokument, welches im Traunsteiner Krankenhaus zur Nachuntersuchung bei Verletzungen an der oberen Extremität standardisiert verwendet wird, hergenommen werden. (siehe Anhang 6.4.) Die Maße wurden bei allen Patienten an den gleichen Stellen und bei gleicher Haltung an beiden Armen genommen. Die Umfangmessung erfolgte am Oberarm, am Ellenbogengelenk, am Unterarm, am Handgelenk und an der Mittelhand. Außerdem bestimmte ich die maximale Handspanne zwischen Daumen und Kleinfingerkuppe. Die Beweglichkeit der Gelenke wurde mit einem Winkelmesser bestimmt. Gleichzeitig sollten die Patienten eine auftretende Schmerzentwicklung in einer bestimmten Position angeben. Beim Handgelenk wurde die Pro- und Supination, die Palmarflexion und –extension und die Ulna- und Radialabduktion untersucht. Außerdem wurde der

Bewegungsumfang des Ellenbogengelenks (Extension/Flexion) und des Daumens vermessen. Die Fingerfunktion überprüfte ich durch den Faustschluss, das Ankreuzen der Langfingerkuppen mit dem Daumen und der maximalen Extensionsfähigkeit der Finger. Zuletzt erfolgte noch eine Kraftmessung beider Hände mit einem Vigorimeter.

Von den meisten nachuntersuchten Patienten stand ein aktuelles Röntgenbild zur Verfügung. Entweder konnte dieses im Rahmen der Nachuntersuchung gemacht werden oder wurde vom nachbehandelnden Arzt angefordert. Ich prüfte den Kalksalzgehalt und schaute abhängig vom jeweiligen Alter des Patienten nach überdurchschnittlich starken degenerativen Veränderungen im Radioulnar- und Radiokarpalgelenk. Anhaltspunkte dafür sind eine zu starke Sklerose der Gelenksenden, ein sehr enger Gelenkspalt, Verschleißerscheinungen oder Verkalkungen des Discus ulnaris oder vorliegende Gelenkstufen. Außerdem wurden weitere arthrotischen Veränderungen der Finger-, Handwurzel- und Daumengelenke beurteilt. Ein weiteres Augenmerk legte ich auf ehemalige Begleitverletzungen, wie zum Beispiel einen zu großen SL-Spalt (über 2 cm), der den Verdacht auf eine mögliche Verletzung des skapholunären Bandes gibt oder einen disloziert oder pseudoarthrotisch angewachsenen Ellengriffel nach Abrissfrakturen des Processus styloideus ulnae. Außerdem wurde die Implantatlage überprüft und Lockerungszeichen dokumentiert. Eine gute objektive Aussage über das langfristige anatomische Repositionsergebnis konnte durch, wie in Kapitel 1.1.8 angegeben, die Bestimmung des Radiusbasiswinkels, den palmaren Neigungswinkel und den Ulnavorschub herausgearbeitet werden.

2.3 Erläuterung der angewandten Tests

2.3.1 Selbst erstellter Fragebogen

Der von mir entwickelte Fragebogen (siehe Anhang 6.2) sollte die, zum Teil unvollständigen, Informationen aus den Patientenakten komplettieren. Neben näheren Angaben zum Gewicht und der Größe um den Body-Mass-Index zu bestimmen, zielten die Fragen auf mehr Informationen zu der Selbstständigkeit zu Hause, zur Sturzanamnese und ggf. benötigten Gehhilfen, zu Begleiterkrankungen des Patienten, die in irgendeiner Weise mit der Radiusfraktur bzw. dem Untersuchungsergebnis korrelieren (z.B. Osteoporose, Rheuma) und nach früheren Verletzungen und Beschwerden an der Hand ab. Außerdem fragte ich nach der Dauer der Arbeitsunfähigkeit, nach subjektiven Empfindungen wie Schmerz, Bewegungseinschränkung, Kraftmangel, Taubheitsgefühl und nach Informationen zur postoperativen Nachuntersuchung und Metallentfernung. Ein weiterer Punkt gibt die eigene Zufriedenheit des Patienten über das postoperative Ergebnis an.

Um die Ergebnisse dieser Arbeit mit denen anderer Autoren vergleichen zu können, wurden noch zwei international standardisierte Punktesysteme, nämlich der Dash-Score und der Score nach Castaing angewandt.

2.3.2 Dash-Score

In der vorliegenden Arbeit wurde die deutsche Version 2.0 des „Disability of Arm, Shoulder and Hand Fragebogens“ verwendet. (siehe Anhang 6.1) Dabei handelt es sich um einen „Self-Report“ Fragebogen, welcher das momentane subjektive Befinden des Patienten erfasst. Er wurde 1994 in Amerika entwickelt und seit 1999 wird er durch die Übersetzung ins Deutsche mit kultureller Adaption auch in Deutschland verwendet. Seitdem wurde er weltweit in vielen Studien angewandt und zeigte eine gute Korrelation mit der tatsächlichen Einschränkung der Patienten im Alltag.

Insgesamt besteht der Dash-Score aus 38 Fragen, auf die es immer 5 abgestufte Antwortmöglichkeiten gibt. Die Fragen bilden vier verschiedene Module, welche die Bereiche Funktion, Symptome, Musik/Sport und Beruf abdecken. Die subjektive Einschränkung wird dann für mehrere oder jedes einzelne Modul mit folgender Formel berechnet:

$$\text{Dash} = (\text{Rohwert} - \text{niedrigst möglicher Rohwert}) / (\text{mögliche Spanne des Rohwerts} / 100)$$

Unter dem Rohwert versteht man die Summe aus den Antwortmöglichkeiten. Der Dash-Wert ergibt dann eine Prozentzahl zwischen 1 und 100. Je näher der Wert bei der 1 ist desto besser

ist das Ergebnis je näher er bei der 100 liegt umso schlechter ist dieses. Die Punktwerte kann man dann mit denen von anderen Autoren vergleichen und überprüfen wie gut das postoperative Ergebnis im eigenen Krankenhaus verglichen mit der Literatur ist. In meiner Studie berücksichtigte ich nur die 30 Fragen zu den Modulen „Funktion“ und „Symptome“. Wir erhofften uns eine bessere Compliance bei der Beantwortung der Fragen, wenn der Fragebogen nicht zu lang ist und sich ähnliche Fragen nicht zu häufig wiederholen. Bei dem Modul „Funktion“ werden nach Schwierigkeiten in alltäglichen Situationen, wie beim Anziehen, bei der Hausarbeit, bei der Freizeitgestaltung und bei sozialen Aktivitäten gefragt. Das Modul „Symptome“ umfasst 7 Fragen zu körperlichen und psychischen Einschränkungen. Es enthält Fragen nach Schmerzen, Sensibilitätsstörungen, Schwächegefühl und Steifheit der oberen Extremität und daraus resultierenden Schlafstörungen oder vermindertem Selbstbewusstsein. (Germann et al., 2003; Westphal et al., 2007; Jester et al., 2008; Jester et al., 2003; Jester et al., 2005)

2.3.3 Score nach Castaing

Als weiteres Punktesystem wurde noch der Score nach Castaing in meine Arbeit einbezogen. (siehe Anhang 6.3) Dabei handelt es sich um ein postoperatives Evaluationssystem, welches subjektive Angaben des Patienten und objektive Parameter, wie Bewegungsumfang des Handgelenks und radiologische Kriterien mit einbezieht. Abhängig von den Ergebnissen gibt man dem Patient bestimmte Punktwerte, die am Ende addiert werden und, je nach Zahlenwert, in 6 unterschiedliche Kategorien eingeteilt werden. (z. B. 0 Punkte: perfekt und bei über 25 Punkte: sehr schlecht) Der Score ermöglicht ebenfalls eine Aussage darüber in wie weit die subjektiv und objektiv gemessenen Ergebnisse miteinander korrelieren. In der Literatur findet man vor allem bei älteren Menschen immer wieder Angaben dazu, dass eine anatomisch korrekte Reposition nicht automatisch mit einem guten funktionellen Ergebnis gekoppelt ist und umgekehrt. (Schneiders et al., 2006; Wagener et al., 1985)

3. Ergebnisse

3.1 Aktenauswertung

3.1.1 Aktenauswertung des Gesamtkollektivs

Insgesamt wurden im Krankenhaus Traunstein vom 1.12.2006 bis zum 31.11.2007 191 distale Radiusfrakturen mit dem volaren winkelstabilen Plattensystem WINSTA-R der Firma Marquardt versorgt. Ich möchte zunächst die Ergebnisse vorstellen, welche ich bei der Bearbeitung der Akten dieser 191 Patienten erhalten habe.

Zunächst fiel auf, dass der Frauenanteil mit mehr als zwei Drittel aller Patienten deutlich überwog. (siehe Diagramm 3)

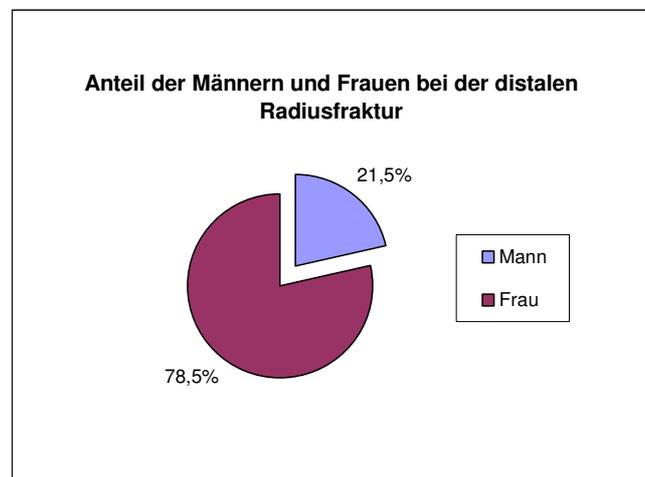


Diagramm 3: Geschlechterverhältnis bei distaler Radiusfraktur.

Der durchschnittliche Altersgipfel des Patientengutes lag bei 70 Jahren. Dabei fiel auf, dass bei den Männern das Maximum um das 50. und bei den Frauen um das 75. Lebensjahr verteilt war. Dieses Ergebnis mit Häufung der Frakturen bei jüngeren Männern einerseits und älteren Frauen andererseits findet sich typischerweise also auch in unserer Studie.

(siehe Diagramm 4)

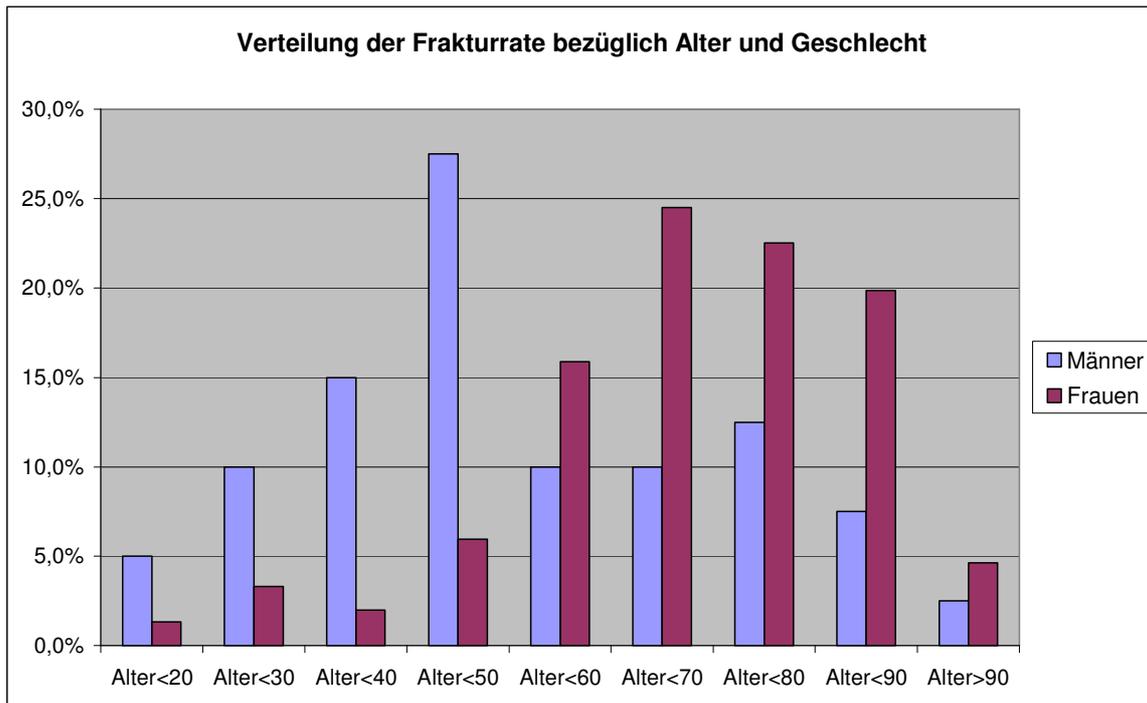


Diagramm 4: Verteilung der Frakturrate bezüglich Alter und Geschlecht.

Der Body-Mass-Index (BMI) der Patienten betrug im Schnitt 24,3. In die einzelnen BMI-Gruppen aufgesplittet waren 2,3% untergewichtig, 54,9% Normalgewichtig; 32,4% übergewichtig und 10,4% adipös. Ungefähr 40% der Patienten waren noch berufstätig. Bei dem Rest handelte es sich vor allem um Rentner oder Hausfrauen und einige wenige Schüler. Dies zeigt, dass die Verletzung vor allem auch die noch berufstätige Generation betrifft, weshalb eine schnelle Rehabilitation und Wiederaufnahme der Arbeit auch volkswirtschaftlich eine hohe Relevanz hat.

Die Frakturen waren relativ gleichmäßig über das ganze Jahr verteilt, mit einem Gipfel im Januar und August. Die häufigste Sturzursache war mit 65% ein einfaches Sturzereignis wie stolpern oder ausrutschen beim Gehen. Diese traten etwas häufiger im Freien als in Innenräumen auf. Die anderen Unfälle ereigneten sich in 18% beim Sport, in 7% beim Treppensteigen, in 6% bei einem Sturz aus großer Höhe (Bsp. vom Dach) und in 5% bei einem Verkehrsunfall. Im Allgemeinen korrelieren diese Daten stark mit den Ergebnissen anderer Autoren wie z.B. Pechlaner et al. (Pechlaner et al., 2007). Siehe dazu auch Kapitel 1.4 und Diagramm 5.

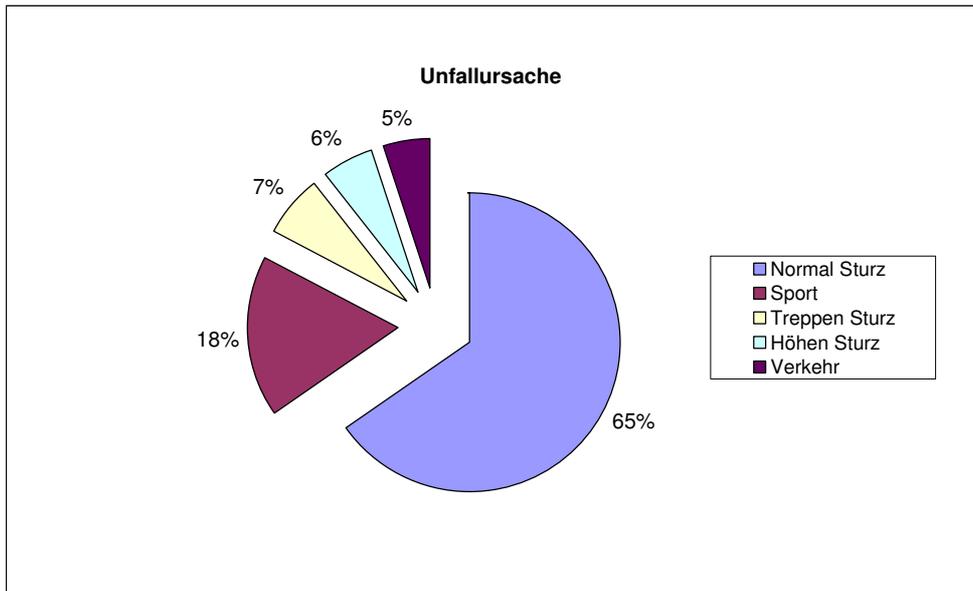


Diagramm 5: Darstellung der häufigsten Unfallursachen für distale Radiusfrakturen.

Bei 136 Patienten lag eine isolierte Fraktur des distalen Radius vor, bei 47 eine Mehrfachverletzung und 8 Patienten erlitten eine Radiusfraktur im Rahmen eines Polytraumas. Insgesamt handelte es sich in 82% um typische Extensionsfrakturen und in 10% um klassische Flexionsfrakturen. Offene Frakturen waren mit 2,6% sehr selten. In 54% war die linke, in 43% die rechte und in 3% waren beide Speichen frakturiert. Die Frakturen wurden nach der AO-Klassifikation eingeteilt. In meinem Patientengut fanden sich am häufigsten A3- (43,5%), C2- (23,6%) und C3-Frakturen (15,2%). Die weiteren Einzelheiten zu diesem Sachverhalt findet man in Diagramm 6.

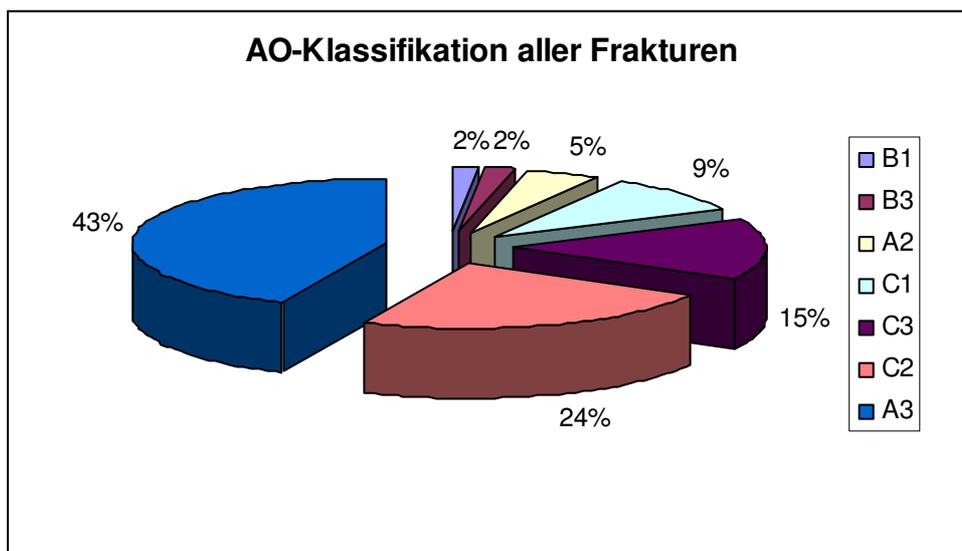


Diagramm 6: Häufigkeit der einzelnen AO-Frakturtypen in meinem Patientenkollektiv.

Nur 45% der Patienten hatten Frakturen ohne radiologisch sichtbare Begleitverletzungen. Mit 47,6% war die Abrissfraktur des Processus styloideus ulnae die häufigste assoziierte Verletzung. Des Weiteren konnten bei manchen Patienten Verletzungen des Processus radii, der skapholunären Bänder, der Ulna, der Handwurzelknochen und des Ellenbogens festgestellt werden. (siehe Kapitel 1.2)

Bei Aufnahme waren bei 84% der Patienten keine Auffälligkeiten der Durchblutung, Motorik und Sensibilität (DMS) festzustellen. Normalerweise reichten normale Röntgenbilder im a.p.- und seitlichen Strahlengang für die Diagnosestellung und Therapieeinleitung aus. Bei einem Fünftel der Patienten erfolgte wegen der Komplexität der Fraktur zusätzlich eine CT-Untersuchung. Der primäre Therapieansatz bestand bei 162 Patienten von Anfang an in der Anlage einer winkelstabilen volaren Platte. 14 Patienten bekamen zuerst einen Fixateur externe und 15 Patienten wollte man primär konservativ behandeln.

Die endgültige Versorgung erfolgte in 79% der Fälle mit der, wie in Kapitel 1.6.3.4 beschriebenen, volaren winkelstabilen Plattenosteosynthese. In 11% wurde zusätzlich ein Fixateur extern angelegt und in 3% wurde die T-Platte mit einer K-Draht-Osteosynthese kombiniert. Eine Neurolyse, Karpaltunnelspaltung, oder Spaltung des Retinaculum flexorum erfolgte bei ca. 20 Patienten. Eine Spongiosaplastik bzw. das Einbringen von Knochenersatzmaterial war lediglich bei 9 Patienten erforderlich. Die endgültige operative Versorgung erfolgte in ungefähr der Hälfte der Fälle 3-5 Tage nach dem Frakturereignis. 15% der Patienten wurden noch am Unfalltag operiert während nur 3 Patienten erst nach mehr als 16 Tagen operiert wurden. (siehe Diagramm 7)

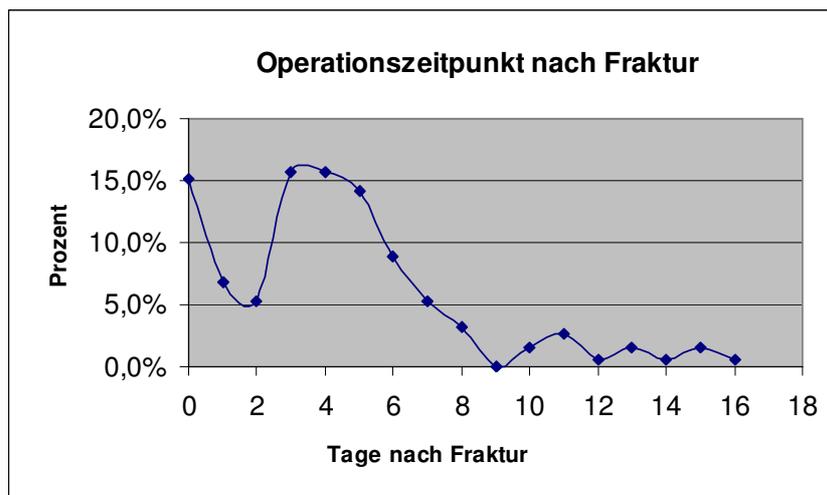


Diagramm 7: Dauer zwischen Frakturereignis und operativer Versorgung.

Zur Narkose wurde in 52% eine Armplexusnarkose, in 33% eine Larynxmaske und in 15% ein Endotrachealtubus verwendet. Die Operation dauerte vorwiegend zwischen 40-70 Minuten (siehe Diagramm 8) und wurde in etwas über 50% der Fälle von einem Assistenzarzt, in 43% von einem Oberarzt und in 5% vom Chefarzt durchgeführt.

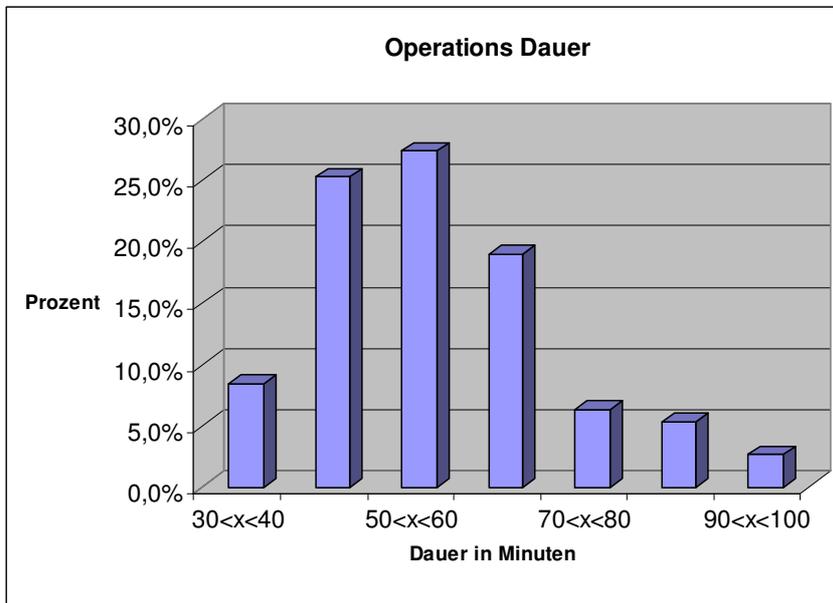


Diagramm 8: Schnitt-Naht-Zeit.

27,5% der Operationen wurden ambulant über die Tagesklinik durchgeführt. Die stationäre Liegezeit variierte stark nach Begleiterkrankungen und dem Allgemeinzustand. Meistens blieben die Patienten bei einfacheren Unfällen maximal 4 Nächte im Krankenhaus. In den Entlassbriefen wurde den Patienten das in Diagramm 9 aufgeführte postoperative Prozedere empfohlen: In 56% sollte eine Schiene zwischen 4 und 14 Tagen postoperativ getragen werden, in 21% wurde keine Schienung empfohlen, in 18% sollte die Schiene über 14 Tage getragen werden und in 5% wurde die Hand durch einen Fixateur externe bis zu dessen Entfernung nach ca. 4 Wochen fixiert.

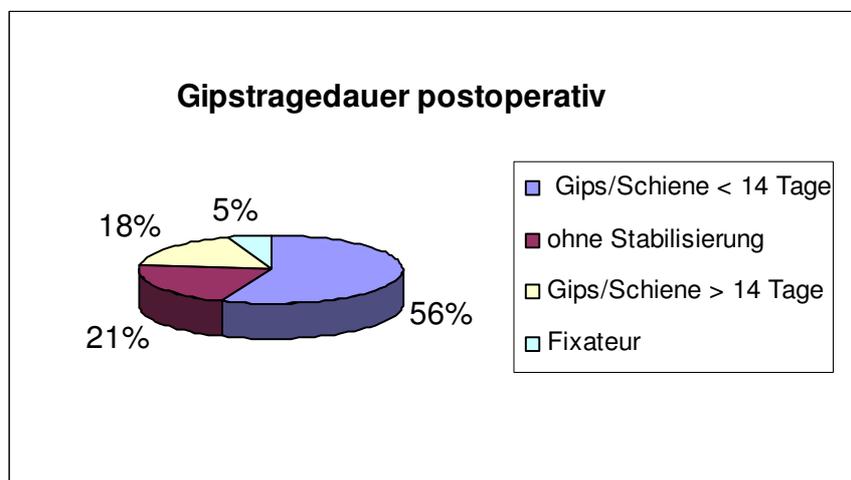


Diagramm 9: Darstellung des postoperativ empfohlenen Prozederes.

3.1.2 Aktenauswertung der nachuntersuchten Patienten

Es hat sich rein zufällig für die nachuntersuchten Patienten eine relativ gute Spontanselektion aus dem gesamten Patientengut ergeben. Ein leichter Unterschied findet sich in der Geschlechterverteilung, da bei den nachuntersuchten Patienten der Männeranteil 29,4% statt 21,5% betrug. Das erklärt vermutlich auch, weshalb das nachuntersuchte Patientenkollektiv mit 59,2 statt 63,1 Jahren geringfügig jünger ist. Die geschlechterabhängige Altersverteilung ist dagegen gleich geblieben. Außerdem fällt auf, dass die untersuchten Patienten aktiver sind, da 54,1 % berufstätig sind, wohingegen in dem Patientengesamtkollektiv nur 40,3% arbeiteten. Die Unfallursache war bei den nachuntersuchten Patienten prozentual etwas häufiger durch Sport verursacht. Ein konservativer Therapieversuch wurde bei dem nachuntersuchten Kollektiv nur in 4,7%, bei dem Allgemeinkollektiv in 7,9% versucht. Eine zusätzliche primäre Stabilisation mit Fixateur oder K-Draht wurde bei der Nachuntersuchungsgruppe dagegen häufiger unternommen. Dies ist wohl auch darauf zurückzuführen, dass die nachuntersuchten Patienten etwas jünger waren und somit häufiger Traumata mit hoher Energie erlitten hatten, sich grundsätzlich in einem besseren Allgemeinzustand befanden und postoperativ bestmögliche funktionelle Ergebnisse erreicht werden wollten, damit die Patienten schnell wieder ins Arbeitsleben zurück konnten. Des Weiteren fällt auf, dass die Krankenhausliegezeiten bei den nachuntersuchten Patienten durchwegs kürzer waren und die Operationen bei ihnen häufiger durch einen Assistenzarzt durchgeführt wurden. Letzteres erklärt sich dadurch, dass die von den Assistenzärzten operierten Patienten über die gesetzliche Krankenversicherung versichert waren und deshalb postoperativ nicht zur Nachsorge ins Krankenhaus Traunstein kommen konnten. Für sie stellte die Nachuntersuchung im Rahmen der Doktorarbeit die Möglichkeit dar, nochmals eine objektive Bewertung des Therapieergebnisses zu bekommen. Die Privatpatienten konnten dagegen auch so postoperativ regelmäßig zur ambulanten Nachsorge ins Krankenhaus kommen. Außerdem war bei den nachuntersuchten Patienten die postoperative Gipstragezeit kürzer und sie konnten häufiger nur mit einem elastischen Verband entlassen werden. Ich möchte aber noch einmal betonen, dass die Abweichung zwischen den beiden Kollektiven auch bei den in diesem Absatz aufgeführten Punkten sehr gering ist und nicht von einer Selektionsbias auszugehen ist.

Keine Unterschiede ergaben sich beim Vergleich der Verteilung der Frakturtypen, der Begleitverletzungen, der Klinik bei Einweisung und allen anderen in Kapitel 3.1.1 aufgeführten Parametern.

3.2 Auswertung des selbstentworfenen Fragebogens

Zusätzlich zum Dash-Score habe ich den Patienten einen selbstzusammengestellten Fragebogen (siehe Anhang 6.2) zugeschickt, um weitere interessante Aspekte bezüglich Begleiterkrankungen, früheren Handgelenksverletzungen, Wiedereingliederung ins Arbeitsleben und ähnliches zu erfragen. Dieser wurde mir wie der Dash-Score auch 115-mal beantwortet zurückgeschickt. Darin gaben 77,4% der Patienten an, dass sie zu Hause absolut selbstständig sind, 17,4% nannten eine leichte Einschränkung im Alltag und ca. 5% sind auf tägliche Hilfestellung oder betreutes Wohnen angewiesen. Von den 50 berufstätigen Patienten konnten 75% ihre Arbeit ohne Probleme wieder aufnehmen, 20% waren sehr lange oder sind immer noch eingeschränkt und die restlichen 5% mussten wegen ihres Unfalls entweder ihren Arbeitsplatz wechseln oder sind immer noch krankgeschrieben. (siehe Diagramm 10)

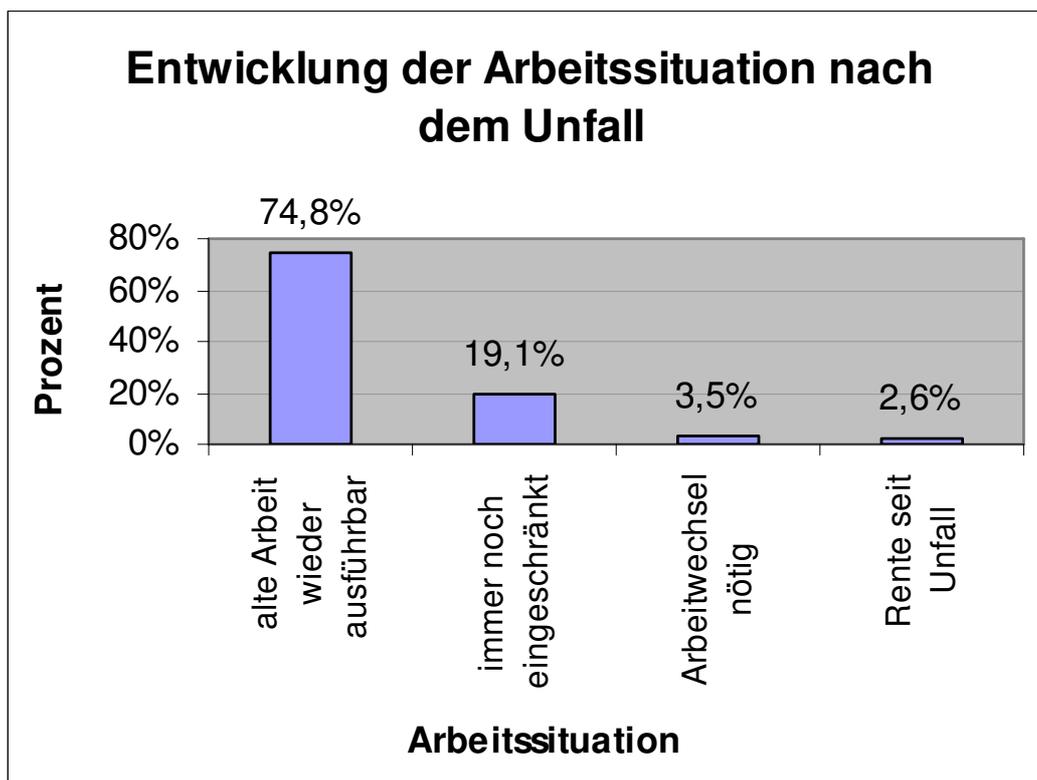


Diagramm 10 : Entwicklung der Arbeitssituation nach dem Unfall.

Die Dauer der Krankschreibung betrug im Mittel ungefähr 10 Wochen. Die genauere Verteilung kann man Diagramm 11 entnehmen.

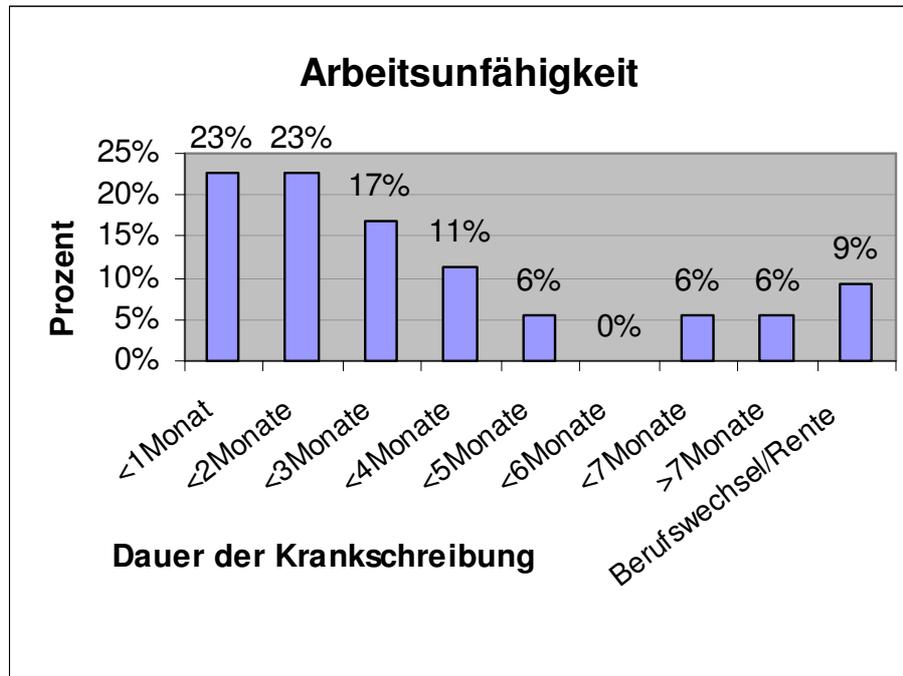


Diagramm 11: Darstellung der Dauer der Arbeitsunfähigkeit.

Bei den bereits berenteten Personen fragte ich ebenfalls nach der Dauer ihrer Einschränkung im Alltag nach der Fraktur. Im Mittel belief sich diese ebenfalls auf ca. 10 Wochen.

Eine erhöhte Sturzneigung gaben ein Zehntel der Patienten an, wobei nur die Hälfte davon zur Sturzprophylaxe auch Gehhilfen verwendete.

Verletzungen des Arms auf der frakturierten Seite in der Vergangenheit gaben 16% an, wobei es sich am häufigsten um konservativ behandelte Speichenbrüche aus der Kindheit handelte. 11% der Patienten gaben zudem an, bereits vor der Radiusfraktur Probleme am Handgelenk gehabt zu haben. Diese waren am häufigsten auf arthrotisch oder rheumatisch bedingte Schmerzen zurückzuführen. Auf einer Schmerzskala sollten die Patienten Angaben zur Häufigkeit und Stärke ihrer, im Moment noch bestehenden und auf die Fraktur zurückführbaren, Schmerzen im Handgelenk machen. Das Ergebnis wird in Diagramm 12 sichtbar.

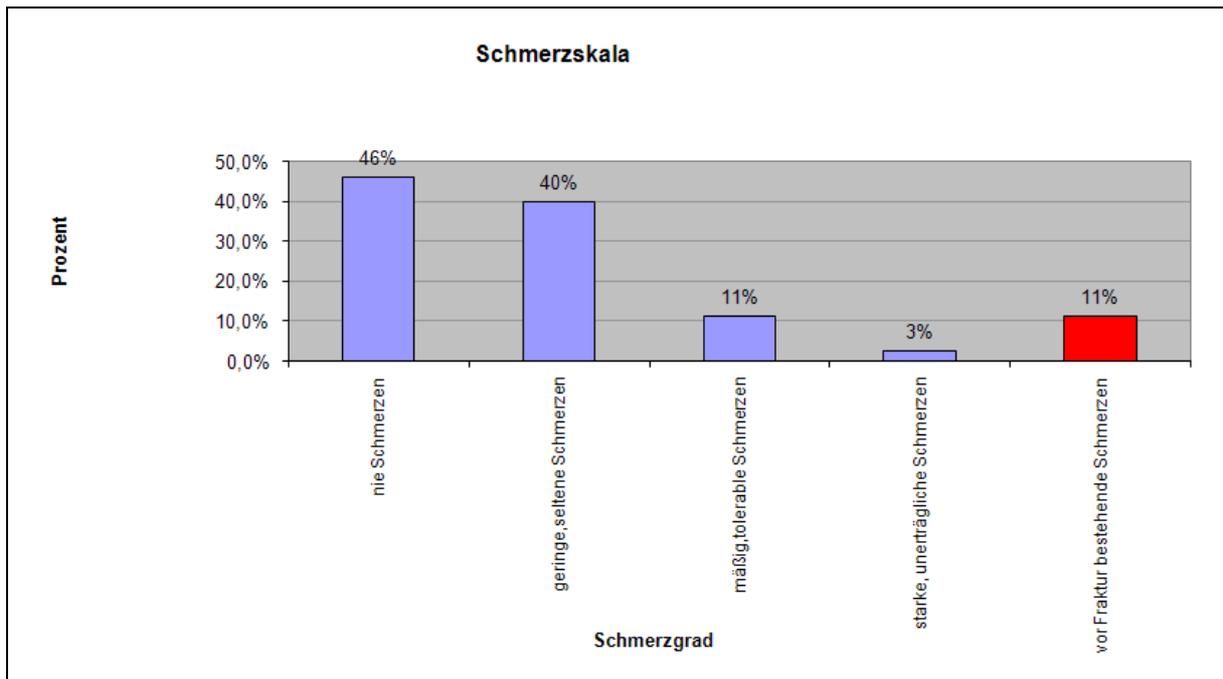


Diagramm 12: Darstellung des Schmerzgrades mit Hilfe einer Schmerzskala.

Ungefähr ein Drittel gab dabei zusätzlich eine auffallende Wetterfühligkeit an. Neben der Schmerzskala wurde auch nach den subjektiven Hauptbeschwerden gefragt. Die Patienten konnten dabei mehrere Antworten ankreuzen. Man sieht dabei, dass für die meisten Patienten nicht der Schmerz, sondern eher der Kraftmangel, die Sensibilitätsstörung und die Bewegungseinschränkung im Vordergrund standen.

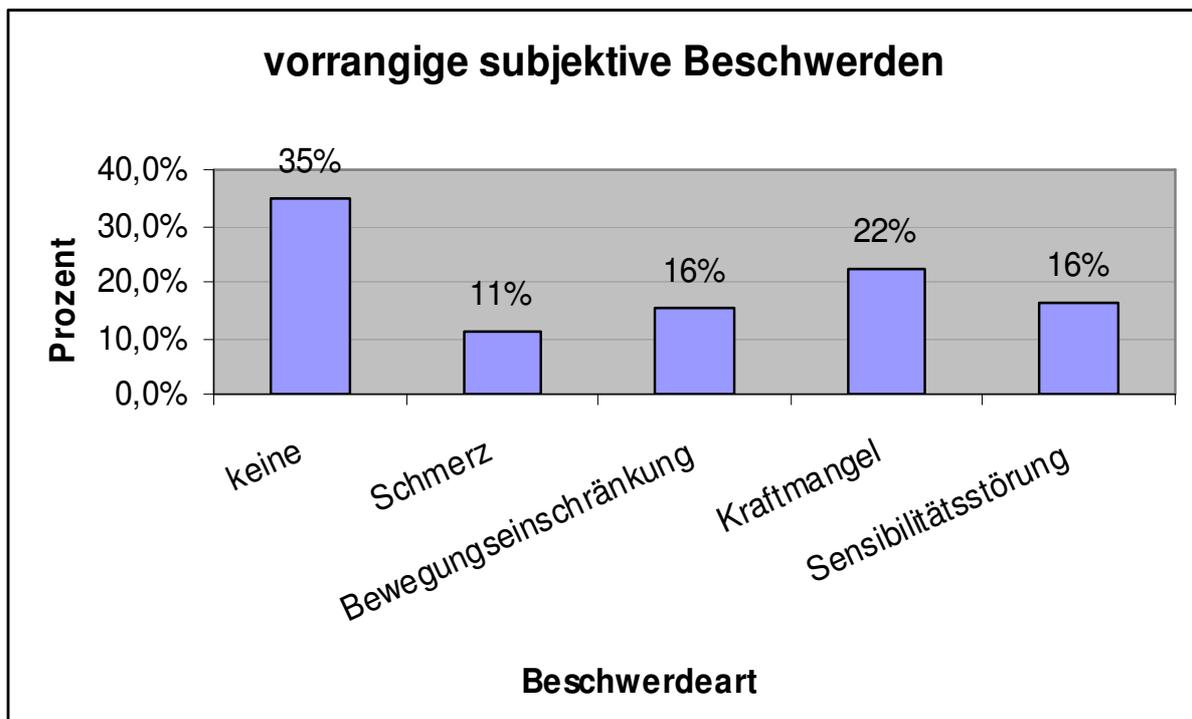


Diagramm 13: Prozentualer Anteil der vorrangig subjektiven Beschwerden der Patienten.

Immerhin 40% der Patienten gaben an, im Rahmen der Fraktur, irgendwann einmal Sensibilitätsstörungen gehabt zu haben. Die meisten davon beklagten diese nur in den ersten Wochen nach der Operation, bei einem kleineren Teil waren diese Sensibilitätsstörungen bereits vor der Operation nur durch die Fraktur aufgetreten. Über immer noch, wenn auch meist nur selten und intermittierend auftretende Gefühlsstörungen klagen ungefähr ein Viertel der Patienten. Dabei muss man aber sagen, dass bei ca. 7% diese Sensibilitätsprobleme erst nach der Metallentfernung entstanden sind. Eine Metallentfernung war bei 30% erfolgt, wobei diese in zwei Drittel der Fälle auf Grund des dringenden Wunsches des Patienten durchgeführt wurde. Die subjektive Zufriedenheit der Patienten war sehr gut. Immerhin gaben 90% an mit dem Ergebnis „sehr zufrieden“ oder „zufrieden“ zu sein. Auch Patienten mit objektiv eher schlechtem Ergebnis nach einem schweren Unfall waren, trotz manchmal noch erheblichen Einschränkungen, erstaunlicherweise mit dem Ergebnis recht zufrieden.

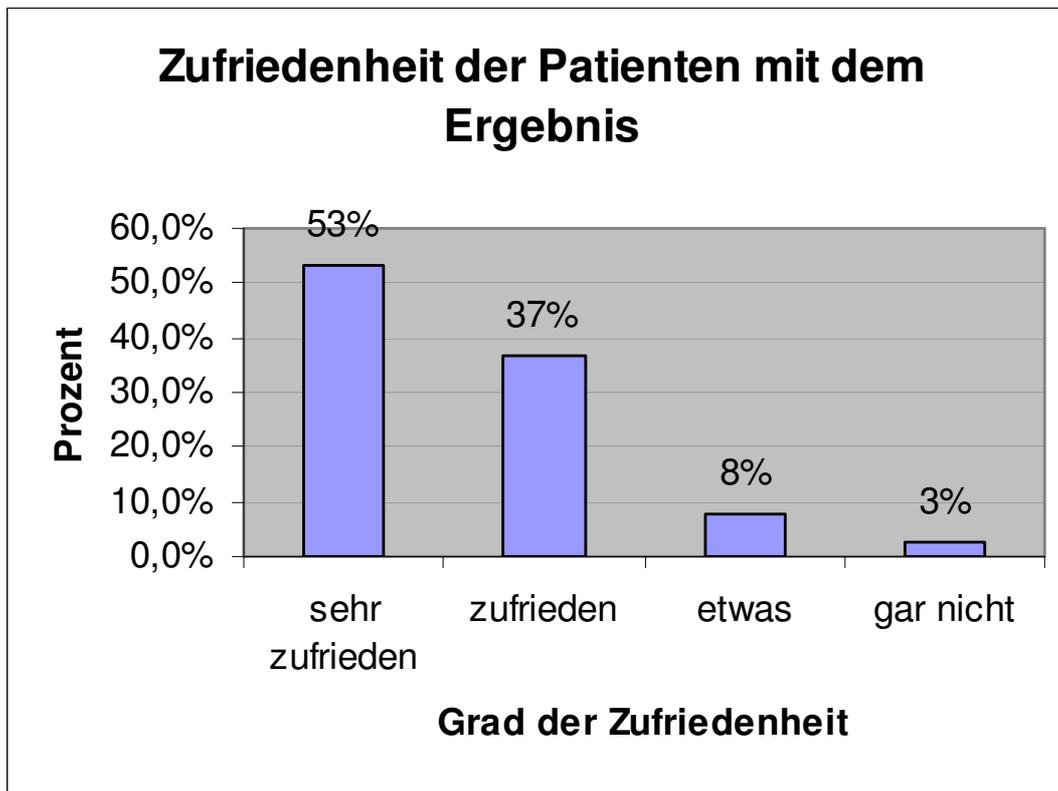


Diagramm 14: Darstellung der Zufriedenheit der Patienten mit dem postoperativen Ergebnis.

3.3 Auswertung der Nachuntersuchung:

Als Erstes möchte ich meine Ergebnisse zur Inspektion und Palpation aufführen. Bei den nachuntersuchten Patienten war in 37 % der Fälle die Schreibhand gebrochen. Die Narbe war fast bei allen reizlos. Ein Viertel der Patienten hatten eine stärkere Keloidbildung, wobei ein hoher Anteil dieser Leute eine Metallentfernung gehabt hatte und die Narbe sich vor allem nach dieser zweiten Operation so verändert hat. Die Verschieblichkeit der Narbe auf der Unterlage war in über 80% gut. Probleme hierbei traten ebenfalls meistens erst nach der Metallentfernung auf. Das Handgelenk zeigte bei keinem akute Entzündungszeichen. Es war aber bei einem Drittel der Patienten formverändert bzw. verplumpt (siehe Foto 1) und bei 16% konnte man leichte Verhärtungen über dem Handgelenk tasten.



Abb. 23: Verplumptes linkes Handgelenk

Ein Druckschmerz in dieser Region wurde von 28% angegeben. Die Verteilung des Druckschmerzes kann man Diagramm 15 entnehmen.

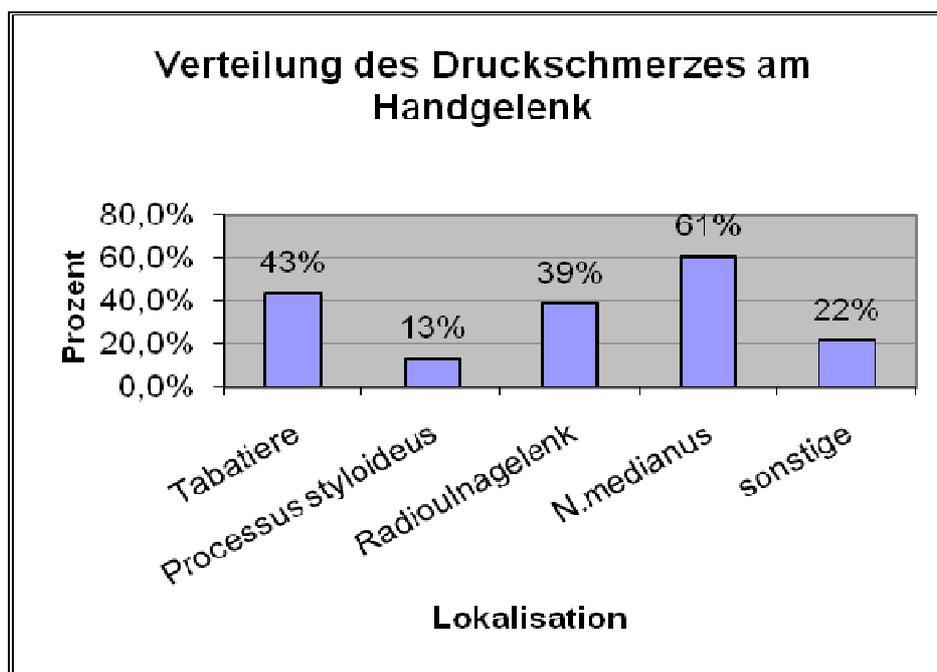


Diagramm 15: Die Verteilung der Druckschmerzhaftigkeit am Handgelenk.

In 29% lag weiterhin eine intermittierend oder ständig bestehende Sensibilitätsstörung im Bereich der Hand vor. Die Vaskularisation, welche ich mit dem Allen Test prüfte, die Venenzeichnung und die Stabilität waren bei fast allen Patienten unauffällig.

Nun möchte ich meine Ergebnisse zur Umfangmessung und Kraftprüfung vorstellen. Um eine valide Aussage treffen zu können habe ich bei allen Parametern die gebrochene Hand in Bezug zur gesunden Hand gesetzt.

Bei der Umfangmessung von Oberarm und Ellenbogen fielen überhaupt keine Unterschiede auf. Die größte Varianz ergab sich bei der Umfangmessung des Handgelenks, wo das gebrochene Handgelenk im Mittel um 4% dicker war als die gesunde Seite. Außerdem zeigte sich, dass auf der gebrochenen Seite der Unterarmumfang, die Handballenbreite und die Daumen-Kleinfingerspanne geringfügig kleiner waren.

Größere Unterschiede als bei der Umfangmessung ergaben sich bei der Messung des Bewegungsausmaßes am Handgelenk. Mit nur 86% des Bewegungsumfanges der Gegenseite war die Dorsalextension am stärksten eingeschränkt. Aber auch bei der Supination, Palmarflexion, Ulna- und Radialabduktion konnte wie in Diagramm 16 dargestellt eine gewisse Bewegungseinschränkung dokumentiert werden. Auch die Kraft war auf der gebrochenen Seite um 13% schlechter als auf der gesunden Seite.

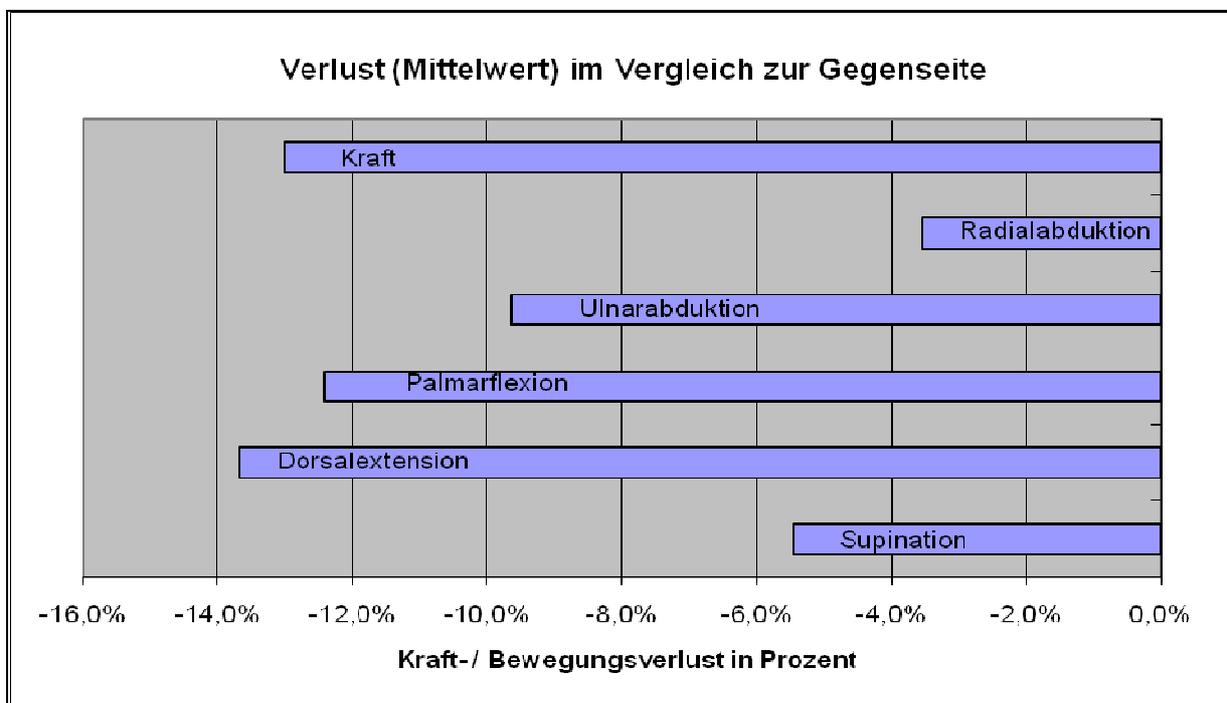


Diagramm 16: Mittlerer Bewegungs- und Kraftverlust der operierten Hand verglichen mit der Gegenseite.

Um den prozentualen Verlust zur Gegenseite bei diesen Parametern noch genauer zu bestimmen, habe ich außerdem den Median berechnet, bei welchem Extremwerte weniger stark ins Gewicht fallen. Bei Bestimmung des Medians zeigten Supination und Radialabduktion keinen Unterschied mehr und die Kraft verschlechterte sich statt 13,7% nur um 7,4%. (siehe Diagramm 17)

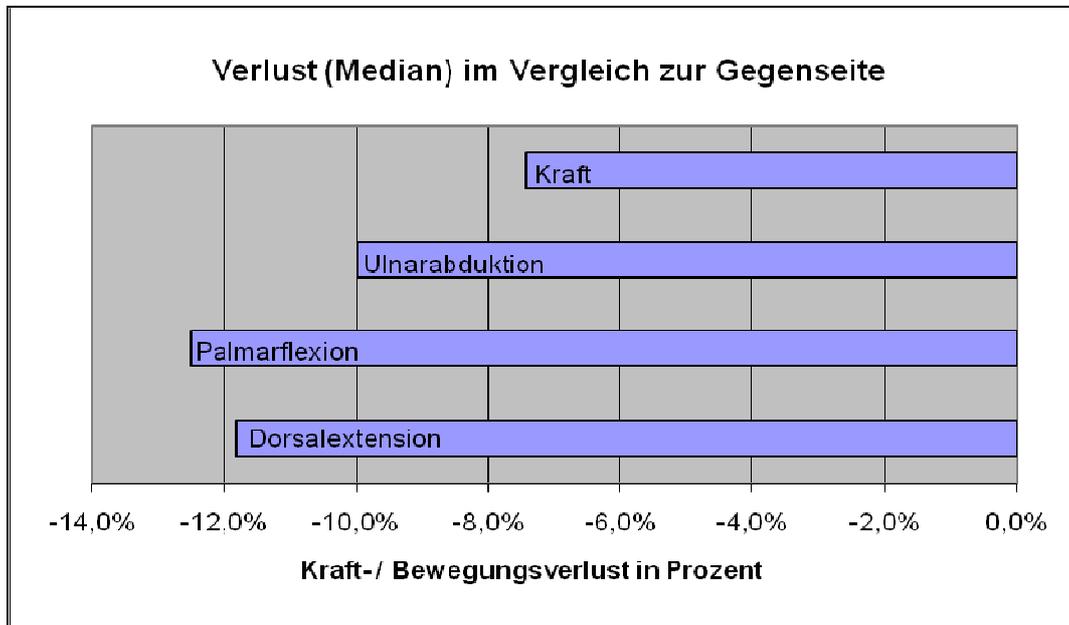


Diagramm 17: Bewegungs- und Kraftverlust der operierten Hand verglichen mit der Gegenseite bei Betrachtung des Medians.

Um sich die Bewegungseinschränkung mancher Patienten besser zu verdeutlichen, habe ich während der Nachuntersuchung folgende Fotos gemacht: (Foto 2-5)



Abb. 24: Supination rechts eingeschränkt



Abb. 25: Ulnarabduktion links reduziert



Abb. 26: Palmerflexion links reduziert



Abb. 27: Einschränkungen bei der Dorsalextension

Die anderen gemessenen Parameter wie die Beweglichkeit der Daumengelenke, die Beweglichkeit der Fingergelenke und das Ankreuzen der Langfingerkuppen mit der Daumenspitze zeigten nur sehr selten eine Auffälligkeit, welche dann meist durch eine andere Erkrankung oder einen anderen Unfall erklärt werden konnten. Man kann bei den einzelnen Parametern des Bewegungsumfangs eine Korrelation mit der AO-Klassifikation finden. Patienten mit C3-Frakturen hatten z.B. bei der Dorsalextension eine eingeschränktere Beweglichkeit als Patienten mit A2 Frakturen. (siehe Diagramm 18)

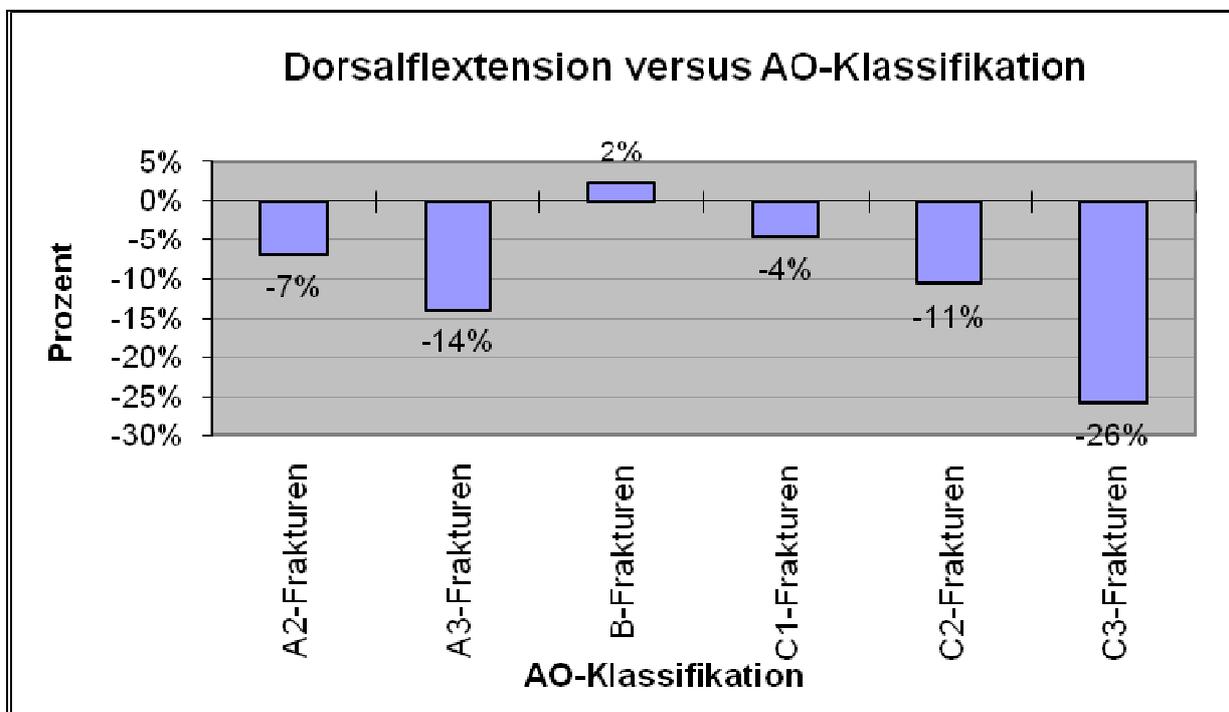


Diagramm 18: Darstellung der Abhängigkeit des Dorsalextensionsverlustes von der AO-Klassifikation.

Je nach Frakturtyp waren bestimmte Bewegungen mehr eingeschränkt als andere. Während die C3-Frakturen bei allen Bewegungen zu einer gewissen Beeinträchtigung führten, war bei den B-Frakturen nur die Radialabduktion eingeschränkt und die Kraft reduziert. Zu bedenken gilt allerdings, dass in den einzelnen Fraktur-Kategorien zum Teil eine sehr unterschiedliche Anzahl von Fällen berücksichtigt wurde.

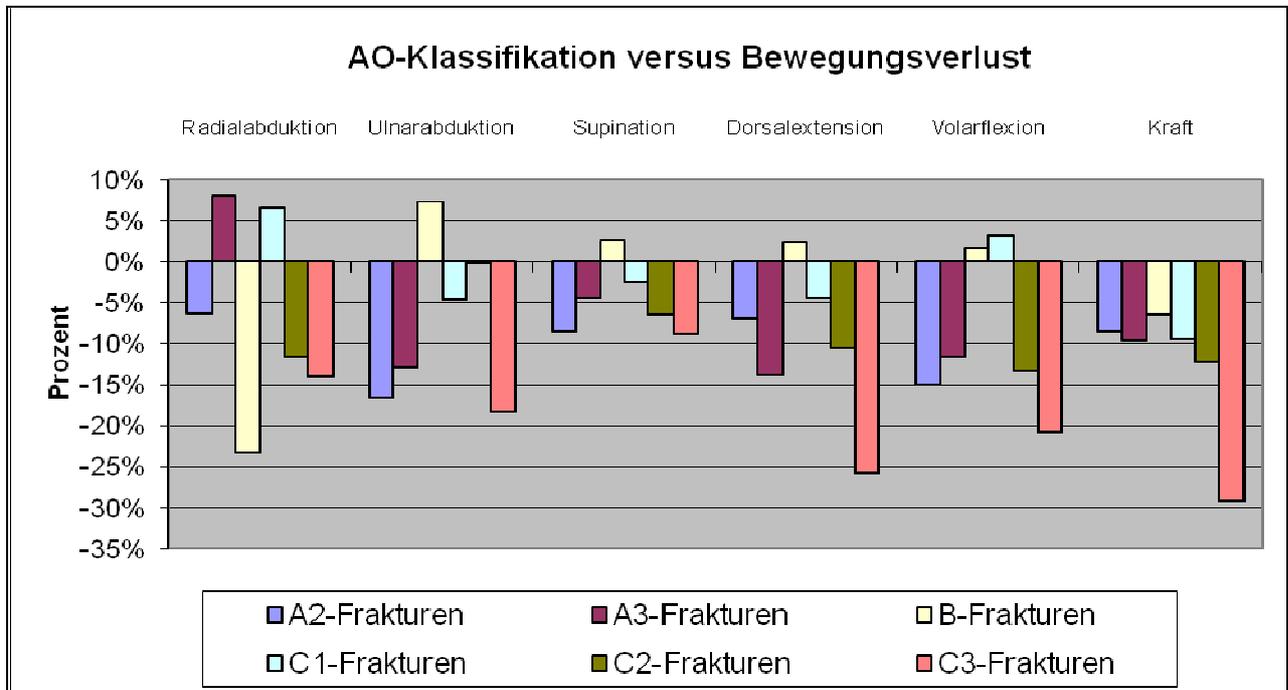


Diagramm 19: Darstellung des Bewegungsumfangsverlustes in Abhängigkeit zur AO-Klassifikation.

Vergleicht man dagegen das Alter mit dem erzielten Bewegungsumfang und der Kraft, fiel auf, dass jüngere Menschen an der operierten Hand verglichen mit der gesunden Hand weniger Kraft und ein geringeres Bewegungsausmaß hatten als Ältere. Dies ist vermutlich darauf zurückzuführen, dass alte Menschen ohnehin auf Grund früherer Verletzungen, arthrotischer Veränderungen oder ossären Erkrankungen wie z.B. Rheuma einen geringeren Bewegungsumfang auch auf der nicht gebrochenen Seite haben.

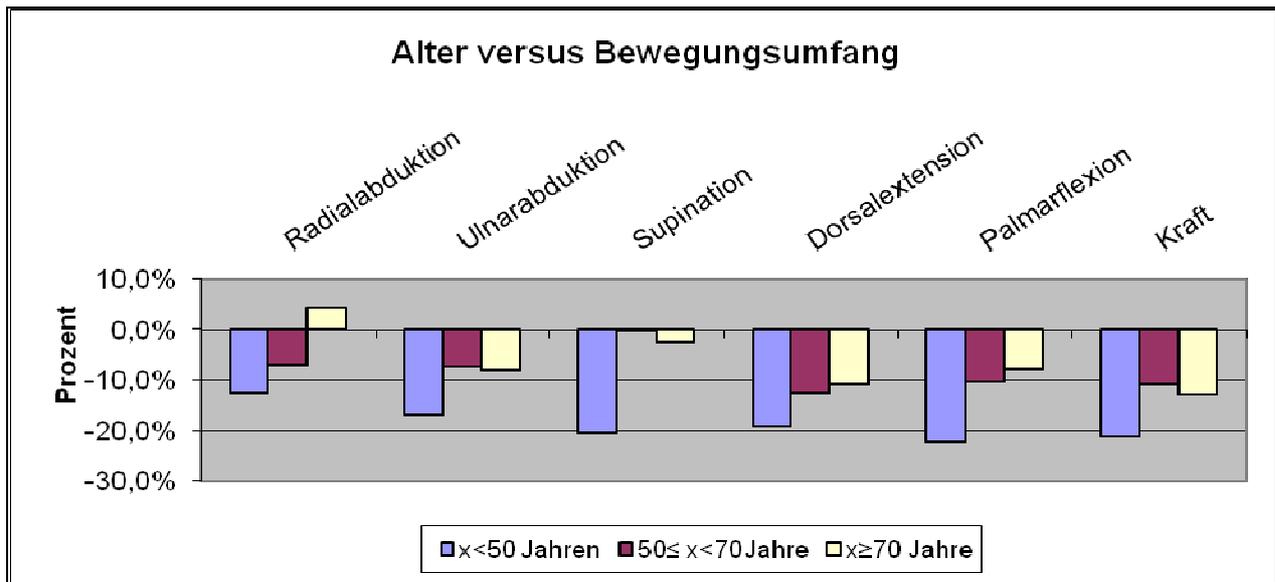


Diagramm 20: Zusammenhang zwischen Alter und Größe des Bewegungsumfangs.

Als letzten Teil der Nachuntersuchung will ich nun noch die Ergebnisse der Röntgenbilder beschreiben. Bei knapp einem Drittel fiel eine gewisse Minderung des Kalksalzgehaltes auf. Unklar dabei ist allerdings ob die osteoporotische Knochenstruktur durch Minderbelastung oder eine altersbedingte Knochenstoffwechselstörung die Ursache war. Außerdem war in 15% eine leichte Stufenbildung und in 26% eine Pseudoarthrosenbildung erkennbar. In zwei Drittel der Fälle war das Radioulnargelenk unauffällig. Schwere Verschleißerscheinungen in diesem Gelenk sah man nur auf 3,5% der Röntgenbilder. Bei 5% der Patienten wirkte dieses Gelenk sehr weit, was ein Hinweis auf eine Discus- oder Bandverletzung in diesem Bereich sein kann. Der Discus ulnaris zeigte ebenfalls in 41% Auffälligkeiten. Darunter fallen Verkalkungen oder Verschleißerscheinungen wie zum Beispiel eine Verengung des Gelenkspaltes zwischen Ulna und Carpus. Das Radiokarpalgelenk war in 42% der Fälle unauffällig. Leichte Verschleißerscheinungen im Sinne einer Verschmälerung oder leichten Sklerosierung fanden sich bei 40% der Handgelenke. Fortgeschrittene arthrotische Veränderungen konnte man bei ca. 18% der Patienten erkennen. Eine genaue Aussagen in wie weit die Fraktur zur Arthrose geführt hatte ist nicht eindeutig zu sagen, da zum Vergleich die Gegenseite nicht geröntgt wurde und man somit nicht weiß, ob gewisse Veränderungen nur altersbedingt vorhanden waren. Unterschiedliche Grade arthrotischer Abnutzungen in Daumen und Fingergelenken fanden sich bei ungefähr einem Viertel der Patienten. Die radioulnaren Winkel im seitlichen und die palmaren Neigungswinkel im a.p.-Strahlengang waren, wie in den Diagrammen 21 und 22 dargestellt, mit einigen Ausnahmen vorwiegend im Normbereich.

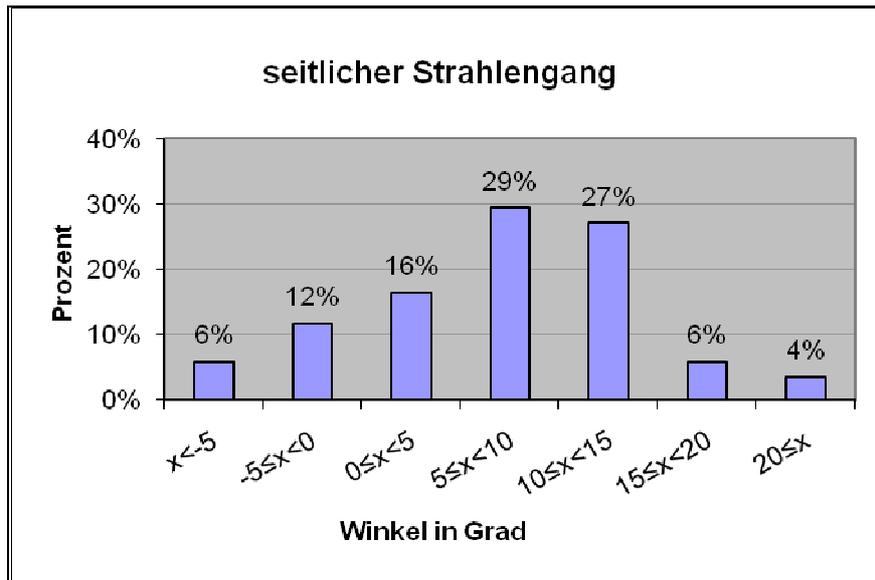


Diagramm 21: Häufigkeitsverteilung des palmaren Neigungswinkels im seitlichen Strahlengang.

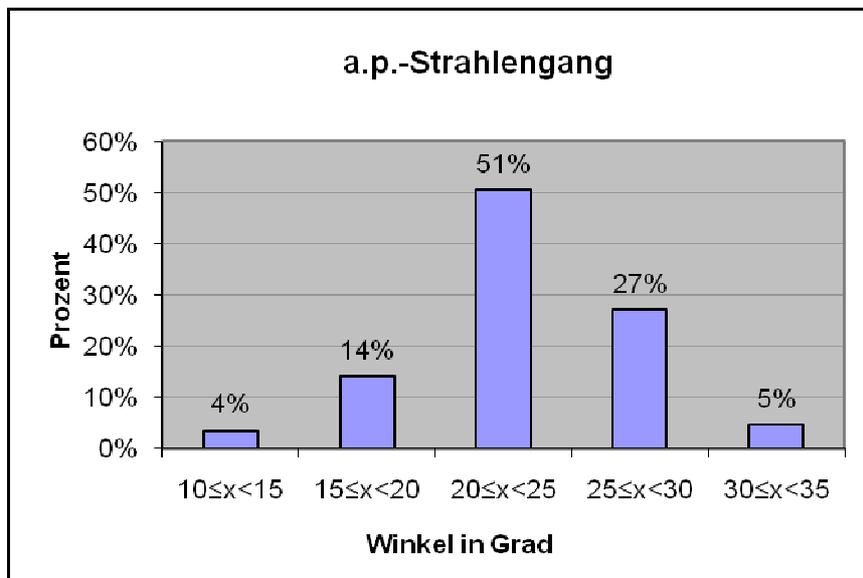


Diagramm 22: Verteilung des radioulnaren Winkels im a.p.-Strahlengang.

In über der Hälfte der Fälle waren Ulna und Speiche auf einer Höhe. Ulnaminusvarianten lagen in 14% vor und Ulnaplusvarianten oder ein Ulnavorschub fanden sich bei 27% der Patienten.



Abb. 28:
In Fehlstellung verheilte distale Radiusfraktur, a.p.-Strahlengang (rot = relativer Ulnavorschub, gelb = abgeflachter Radiokarpalwinkel) (Strassmair, 2001)



Abb. 29: In Fehlstellung verheilte distale Radiusfraktur, seitlicher Strahlengang (gelb = abgekippter Radiokarpalwinkel) (Strassmair, 2001)

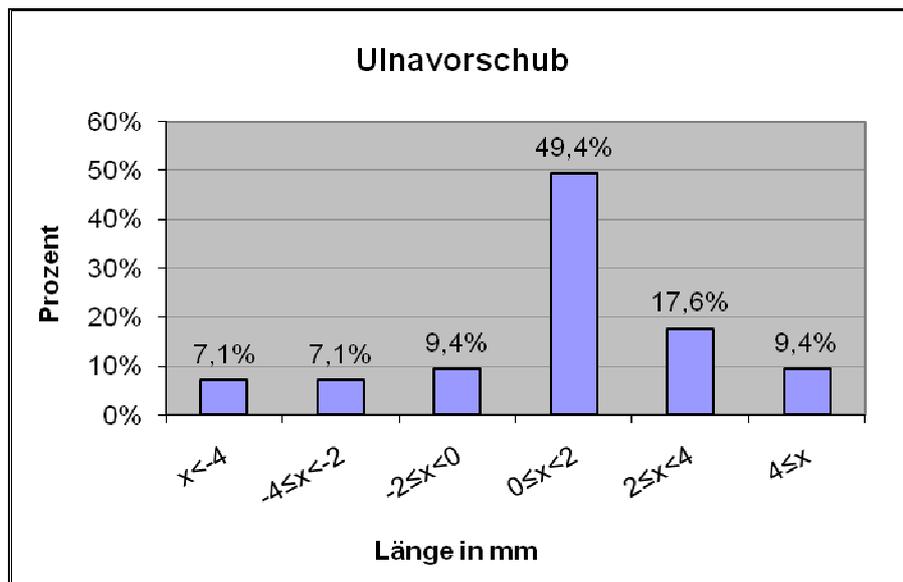


Diagramm 23 : Darstellung der Stellungsverhältnisse zwischen Radius und Ulna.

Pathologische Veränderungen an den Handwurzelknochen, wie ältere Frakturen, Arthrosen, und v.a. Bandverletzungen fanden sich in ungefähr 16% der Röntgenbilder.

Relativ häufig waren auch fehlverheilte Abrissfrakturen des Processus styloideus ulnae.

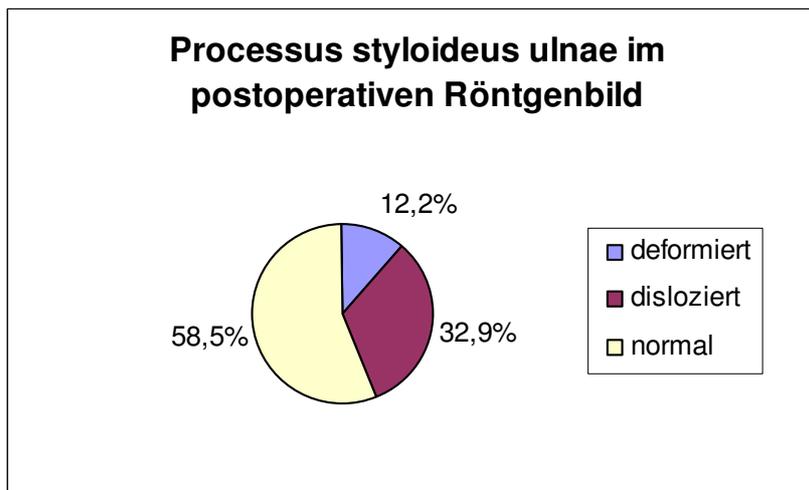


Diagramm 24: Darstellung des Processus styloideus ulnae im postoperativen Röntgenbild.

Auch die Röntgenbilder habe ich mit der AO-Klassifikation und der Nachuntersuchung verglichen. Die interessantesten Ergebnisse werde ich hier erläutern.

Die Radiokarpalarthrose war bei C3- und B-Frakturen am häufigsten. Die beste Reposition im seitlichen Strahlengang gelang bei C2-/ C3- und A2-Frakturen. (siehe Diagramm 25)

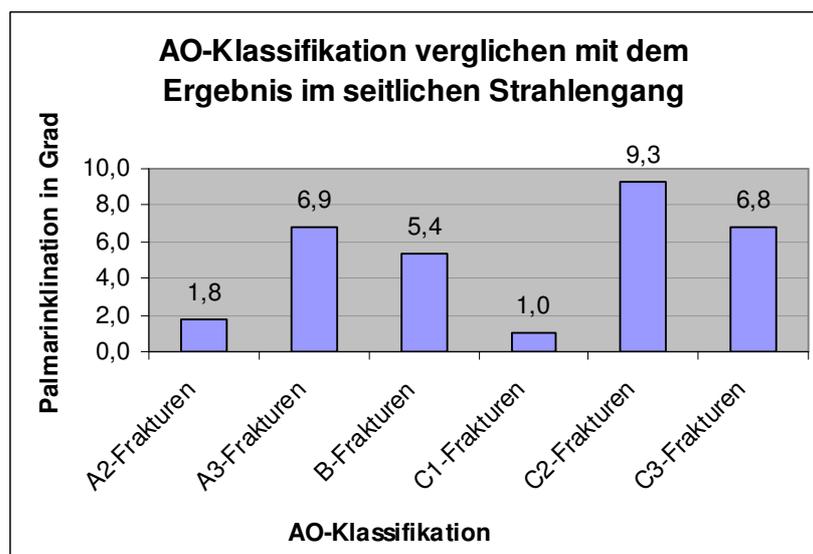


Diagramm 25: Zusammenhang zwischen den Winkeln im seitlichen Strahlengang und der AO-Klassifikation.

Bei der Auswertung des a.p.-Strahlengangs verglichen mit der AO-Klassifikation fiel auf, dass der durchschnittliche Winkel in allen Subgruppen im Idealbereich zwischen 20-24° lag. Eine Kalksalzminderung trat häufiger bei A- und B- auf als bei C-Frakturen auf. Eine signifikante Häufung eines Ulnavorschubs, einer skapholunären Bandläsion oder einer Stufenbildung in einer der AO-Subgruppe konnte man nicht finden.

Vergleicht man die Ergebnisse der Nachuntersuchung mit den Röntgenbildern fällt auf, dass der Grad der Radiokarpalarthrose stark mit dem Bewegungsumfang und der Kraft korreliert. (siehe Diagramm 26)

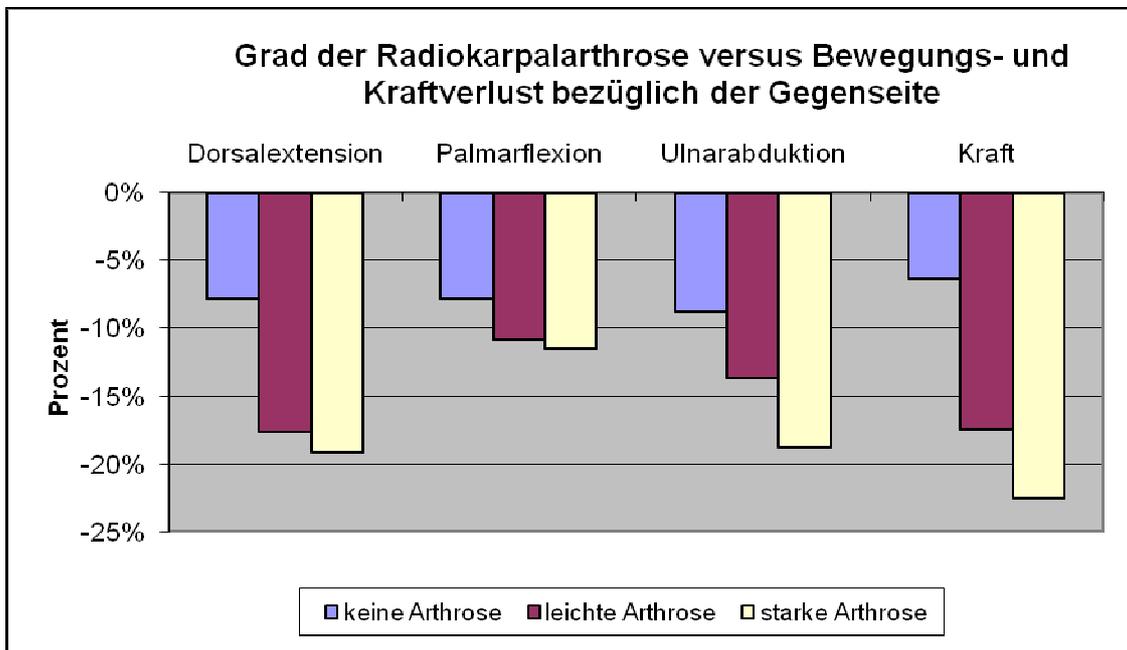


Diagramm 26: Darstellung der Korrelation des Grades der Radiokarpalarthrose mit dem Bewegungs- und Kraftverlust im Vergleich mit der Gegenseite.

Es fällt aber kein deutlicher Zusammenhang zwischen den Winkeln im a.p.- und seitlichen Strahlengang, dem Ulnavorschub und einer veränderten Form des Processus styloideus ulnae nach Abrissfraktur und der Beweglichkeit und Kraft auf.

3.4 Auswertung des Dash-Scores

Insgesamt wurden mir 115 Dash-Scores zurückgeschickt. Ausgewertet wurde nach der in Kapitel 2.3.2 beschriebenen, Methode. Jeder Patient erhält einen Punktwert zwischen 0 und 100 wobei das Ergebnis umso besser ist, je näher der Wert bei 0 liegt und desto schlechter je größer er wird. Der Mittelwert des Dash-Scores meiner Patienten lag bei 12,5 Punkten. Differenziert betrachtet, hatten 24 Patienten (21%) einen Dash-Score von Null was bedeutet, dass sie subjektiv im Vergleich zum Zustand vor der Fraktur überhaupt keine Einschränkung empfanden. 43% der Patienten hatten einen Score unter 10 und 14% einen Score zwischen 10 und 20. Die weitere Verteilung der Punktwerte zeigt Diagramm 27.

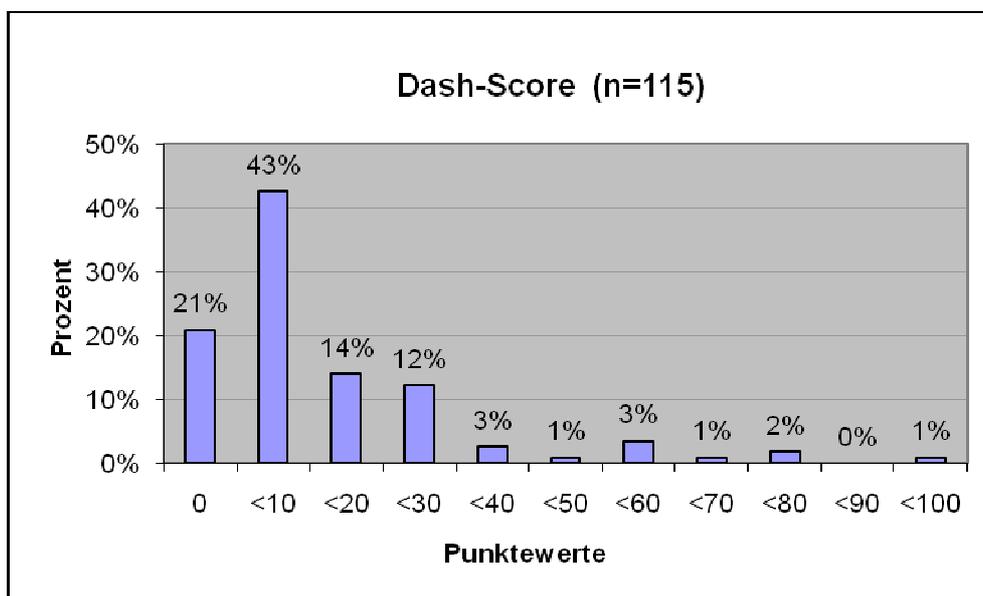


Diagramm 27: Verteilung der Dash-Score Punktwerte bei 115 Patienten.

Bei der Bewertung der 30 Einzelfragen zeigten sich deutliche Unterschiede. Manche der alltäglichen Aktivitäten machten fast keinem der Patienten Beschwerden, wobei andere Handlungen häufig Probleme bereiteten. Am meisten Schwierigkeiten hatten die Patienten beim Öffnen fest verschlossener Gläser, bei sportlichen Aktivitäten mit Druck auf das Handgelenk und beim Tragen von mehr als 5kg. Kaum Probleme wurden dagegen bei sexueller Aktivität, beim Kochen, beim Anziehen oder während des Schlafens angegeben.

Nun interessiert aber auch noch in wie weit der Dash-Score mit den anderen bereits zuvor aufgeführten Parametern, wie den Ergebnissen der Aktenauswertung und Nachuntersuchung korreliert. Zunächst habe ich untersucht, ob eine Korrelation der Dash-Score Ergebnisse mit dem Alter besteht. Dabei fiel auf, dass jüngere Patienten durchschnittlich einen niedrigeren und somit besseren Dash-Score als ältere Menschen hatten. So lag der Dash-Score Mittelwert unter 50 Jahren bei 8,4 und über 70 Jahren bei 13,2 Punkten. Die Männer schnitten im

Vergleich zu den Frauen im Durchschnitt um 3 Punkte besser ab. Dies mag zum einen daran liegen, dass die Männer im Schnitt etwas jünger waren und zum anderen, dass Männern seltener funktionelle Beschwerden angeben. Die Statistik zeigt, dass die psychosomatische Komponente bei Frauen offensichtlich stärker ausgeprägt ist.

Außerdem zeigte der BMI eine signifikante Assoziation mit dem Dash-Score. Die Durchschnittswerte stiegen von 11,0 Punkten beim Normalgewichtigen auf 12,7 Punkte bei Übergewichtigen und auf 21,1 beim Adipösen. Kein Unterschied zeigten die Dash-Werte in Abhängigkeit von der gebrochenen Seite.

Auch in der AO-Klassifikation zeigte sich ein Zusammenhang mit dem Dash-Score. Je Komplexer die Fraktur war, desto höher waren die Punktwerte. Bei den A2-Frakturen war der mittlere Punktwert 7,9 wohingegen er bei den C3- Frakturen 20,4 betrug. Das Ergebnis der B-Frakturen ist kritisch zu werten, da bei meinem Patientenkollektiv dieser Frakturtyp nur fünfmal vorkam. Die differenzierte Darstellung dieses Sachverhaltes ist in Diagramm 28 zu finden.

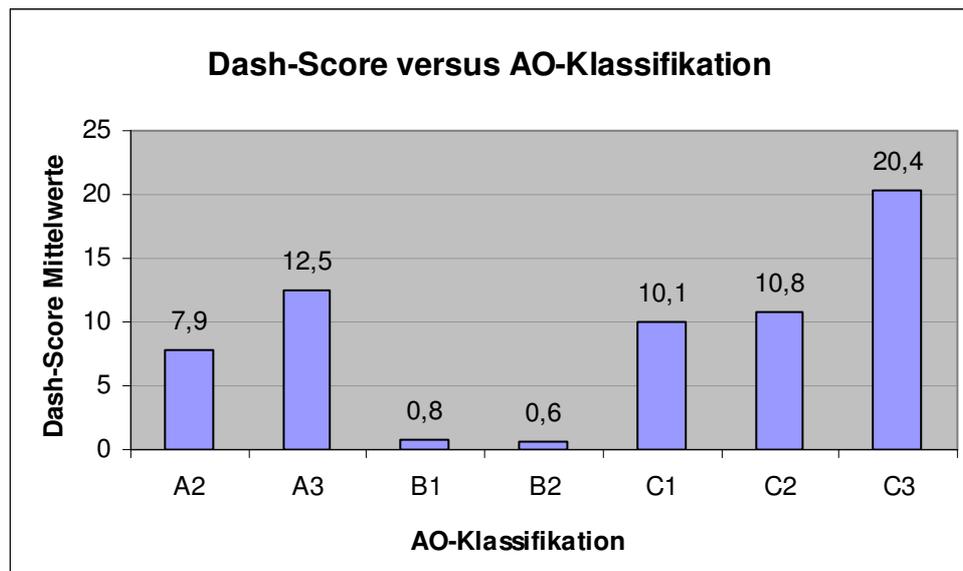


Diagramm 28: Darstellung des Zusammenhangs zwischen Dash-Score und AO-Klassifikation.

Es zeigte sich auch eine positive Korrelation des Dash-Scores mit der Art des Traumas. So war der Dash-Score bei isolierten Handverletzungen in der Regel besser als bei Mehrfachverletzungen oder Polytraumata. Bei Patienten mit Radiusfrakturen im Rahmen von Verkehrsunfällen war ein Mittelwert von 30,6 zu ermitteln. Überraschenderweise hatten Patienten mit Sportunfällen mit 5,9 Punkten die besten Ergebnisse und lagen mit mehr als 7 Punkten weit vor den Patienten die nur einen einfachen Sturz als Unfallursache angaben. Radiologisch nachgewiesene Begleitverletzungen an der Hand führten ebenfalls zu einem

höheren Dash-Punktwert. Eine alleinige Abrissfraktur des Processus styloideus ulnae erhöhte den Durchschnittswert nur um 2,1 Punkte wohingegen eine andere Begleitverletzung am Ellenbogen, an der Ulna oder an den Handwurzelknochen bzw. -Bändern, zu einer mittleren Verschlechterung um 9,3 Punkte führte.

Interessant ist auch, dass der Dash-Scores höher war, wenn mehr Zeit zwischen dem Frakturereignis und der Operation vergangen ist. (siehe Diagramm 29)

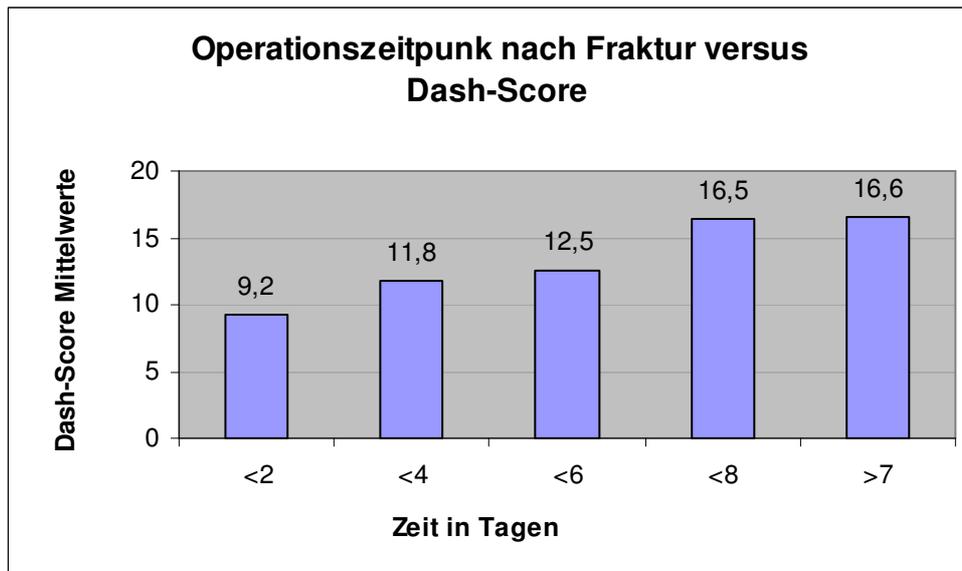


Diagramm 29: Abhängigkeit zwischen Operationszeitpunkt nach der Fraktur und dem Dash-Score.

Der Vergleich der Schnitt-Naht-Zeit mit den Dash-Werten zeigte, dass eine Operation zwischen 50 und 80 Minuten die besten Ergebnisse bringt. (siehe Diagramm 30)

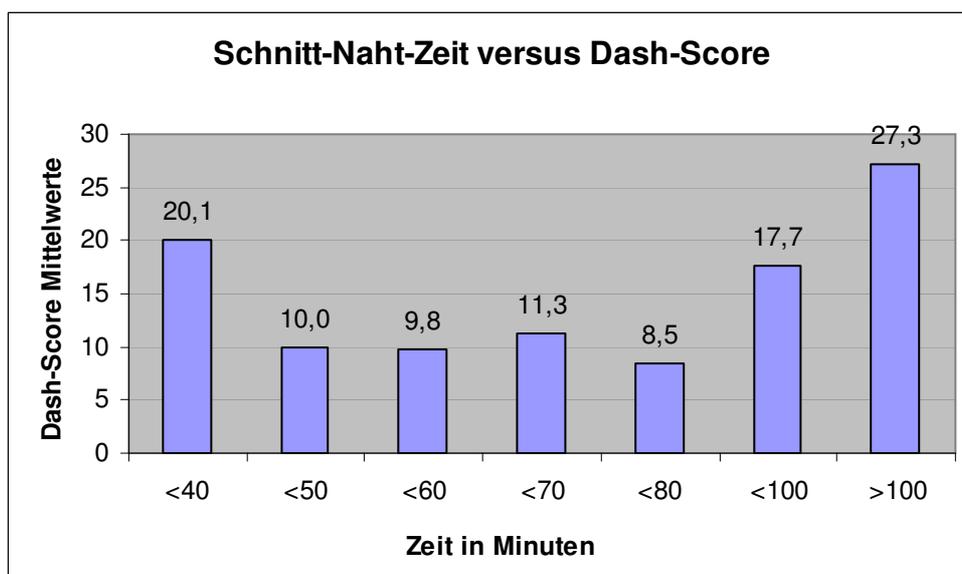


Diagramm 30: Zusammenhang von Schnitt-Naht-Zeit und Dash-Score.

Nach den Ergebnissen des Dash-Scores ist es egal ob man von einem Assistenzarzt oder von einem Oberarzt operiert wurde, da beide Operatorsubgruppen auf fast gleiche Punktwerte kamen. Hier ist jedoch zu berücksichtigen, dass die komplexeren Frakturen von den erfahreneren Operateuren versorgt wurden.

Auch das, von den Patienten postoperativ, während des stationären Verlaufs, angefertigte Röntgenbild korrelierte gut mit den, in meiner Studie erreichten, Dash-Werten. Lag ein gutes postoperatives radiologisches Ergebnis vor, so ergab sich ein Dash-Score von 11,1. Fanden sich in diesem aber Auffälligkeiten, wie eine leichte Stufenbildung oder eine Dislokation verschob sich der Dash-Score auf Werte um 14,6.

Geht man davon aus, dass alle Patienten die Nachbehandlung befolgten, welche auf ihrem Entlassungsbrief vermerkt war, schnitten diejenigen, welche postoperativ keine Schiene oder diese maximal für 7 Tage benötigten am Besten ab. Auffällig war vor allem, dass Patienten mit zusätzlicher Fixateur externer Behandlung schlechtere Dash-Werte um 36,1 hatten.

Bei den nachuntersuchten Patienten habe ich die Ergebnisse des, während der Nachuntersuchung gemachten, Röntgenbildes mit den Dash-Werten verglichen.

Dabei war aufgefallen, dass der Winkel im AP-Strahlengang und der Dash-Score gut korrelierten, wohingegen sich kein Zusammenhang zwischen dem Röntgenbild im seitlichem Strahlengang und dem Dash-Score zeigten. Die besten Punktwerte ergaben sich bei einem AP-Winkel von 20-29°. (siehe Diagramm 31)

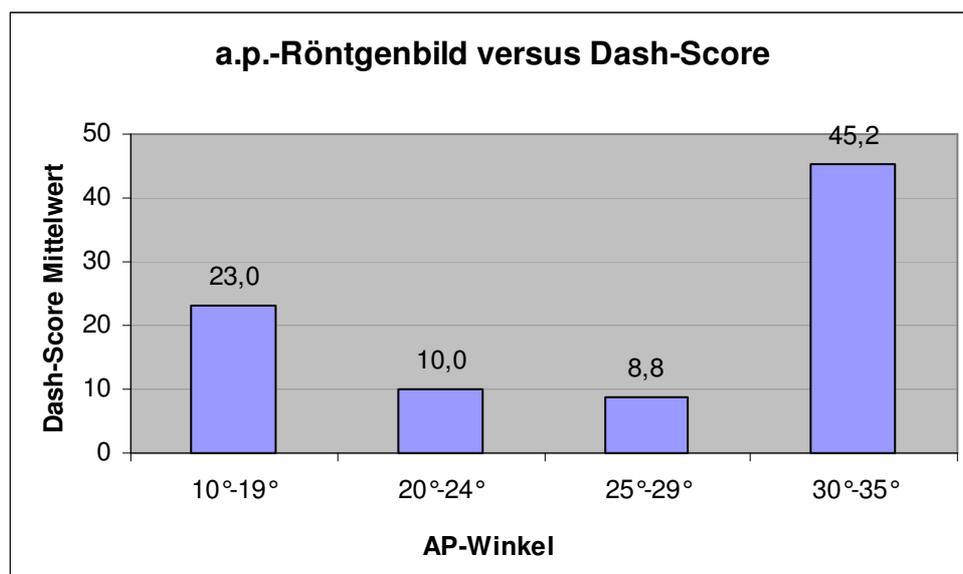


Diagramm 31: Korrelation des radioulnaren Winkels mit dem Dash-Score.

Auch beim Vergleich des Dash-Scores mit der Größe des Ulnavorschubes zeigte sich eine positive Korrelation. Eine Ulnaminusvariante führt nur zu leichtgradig höheren Dash-Werten. Bei einem Ulnavorschub von mehr als 1,9 mm stiegen die Dash-Werte dagegen stark an und man erhielt Dash-Mittelwerte um 17,7 Punkte (Dash-Mittelwert-Normbereich 11,8)

Patienten mit arthrotischen Veränderungen im Radioulnar- und Radiokarpalgelenk zeigten ebenfalls schlechtere Punktwerte (siehe Diagramm 32)

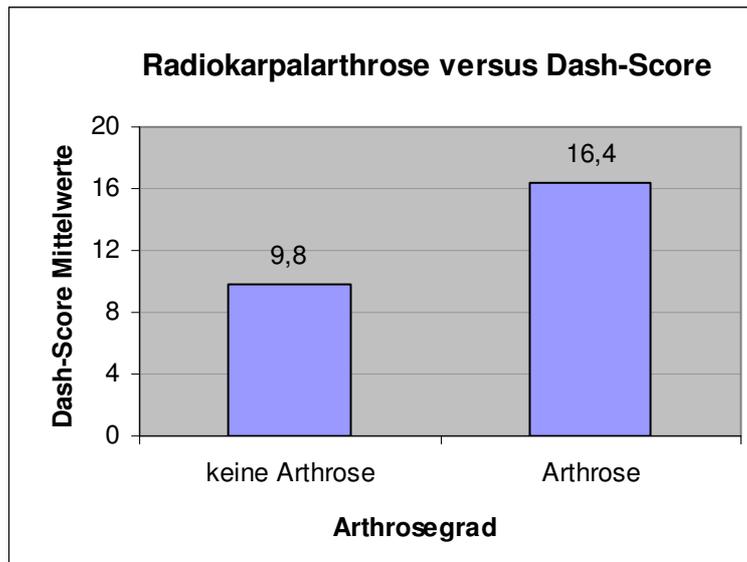


Diagramm 32: Bedeutung der Radiokarpalarthrose für den Dash-Score.

Eine starke Korrelation des Dash-Scores zeigte sich auch zu radiologisch sichtbaren pathologischen Veränderungen des Discus ulnaris. (z.B. Verschleiß oder Verkalkungen) So führte ein normaler Diskus zu einem Dash-Mittelwert von 10,4, während Patienten mit einem pathologisch veränderten Diskus 18,0 Punkte erzielten. Dies verdeutlicht nochmals die bereits in Kapitel 1.1.2 beschriebene Bedeutung des Diskus für die Funktion des Handgelenks.

Auffallend ist auch, dass Patienten nach der Metallentfernung einen um 5 Punkte niedrigeren und somit besseren Dash-Score zeigten. Des Weiteren führte ein verminderter Kalksalzgehalt zu deutlich schlechteren Dash-Werten.

Keine auffälligen Zusammenhänge ergaben sich dagegen zwischen dem Dash-Score und einem radiologisch veränderten skapholunärem Spalt, einer leichten Stufenbildung und einer Pseudoarthrosenbildung des Proc. styloideus ulnae. Veränderungen am Processus styloideus ulnae führten nur zu höheren Dash-Scores, wenn dieser gleichzeitig disloziert und deformiert angewachsen war.

Die Nachuntersuchungsergebnisse korrelierten durchwegs positiv mit den Ergebnissen des Dash-Scores. So zeigte sich zum Beispiel bei druckschmerzhaften Handgelenken ein Dash-Score Mittelwert um 26,4 und bei fehlendem Druckschmerz ein Wert von 8,6. Auch die Dorsalextensionsfähigkeit zeigte einen Zusammenhang mit dem Dash-Score. Wenn diese um mehr als 25% zur Gegenseite eingeschränkt war, ergaben sich Dash-Werte um 23,6, bei geringfügiger Einschränkung zwischen 25%-0% 12,1 Punkte und bei besseren Leistungen der ehemals gebrochenen Hand bezüglich der Gegenseite 3,6 Punkte. Eine ähnliche Korrelation fand sich zwischen Dash-Score und Kraft, welche man Diagramm 33 entnehmen kann.

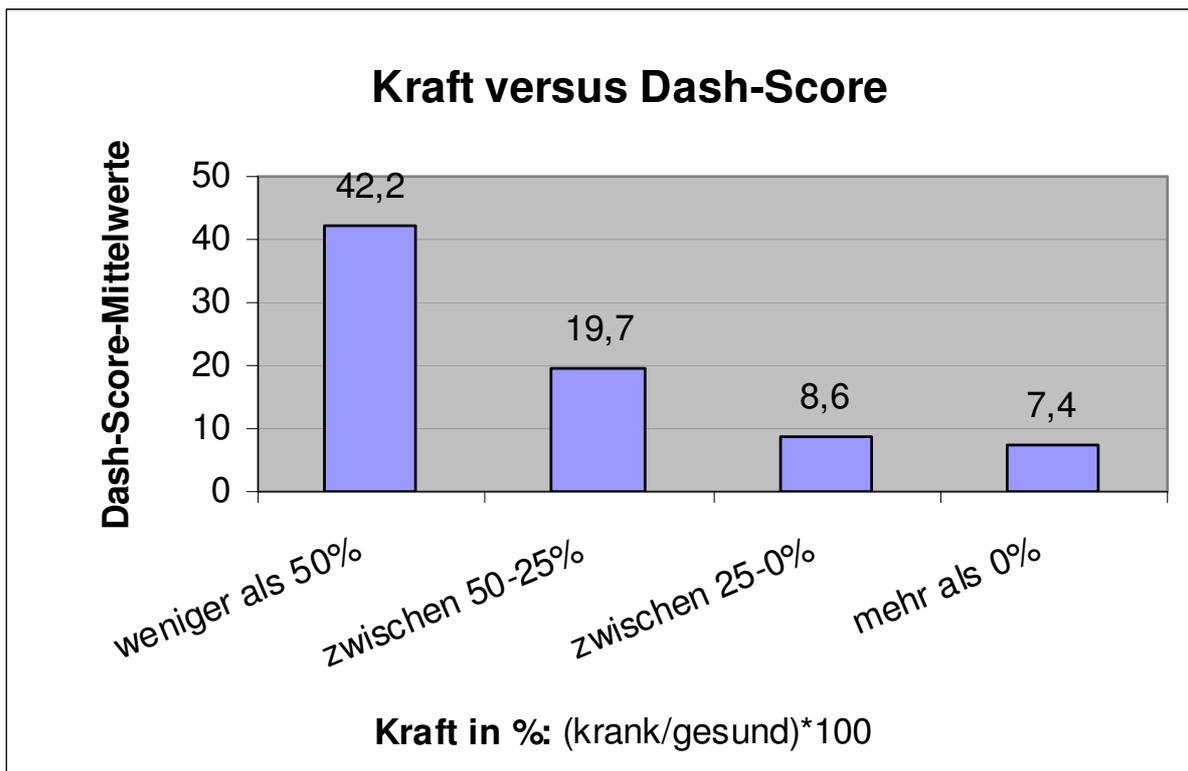


Diagramm 33: Zusammenhang zwischen Dash-Score und Kraft.

Es zeigt sich also ganz deutlich, dass der subjektive Dash-Score auch sehr gut mit objektivierbaren Parametern aus dem Röntgenbild oder der Nachuntersuchung in Relation zu setzen ist.

3.5 Auswertung des Scores nach Castaing

Die Ergebnisse der Nachuntersuchung und die subjektiven Angaben der Patienten verarbeitet ich außerdem noch in dem Score nach Castaing. Hier waren überwiegend gute Ergebnisse zu ermitteln.

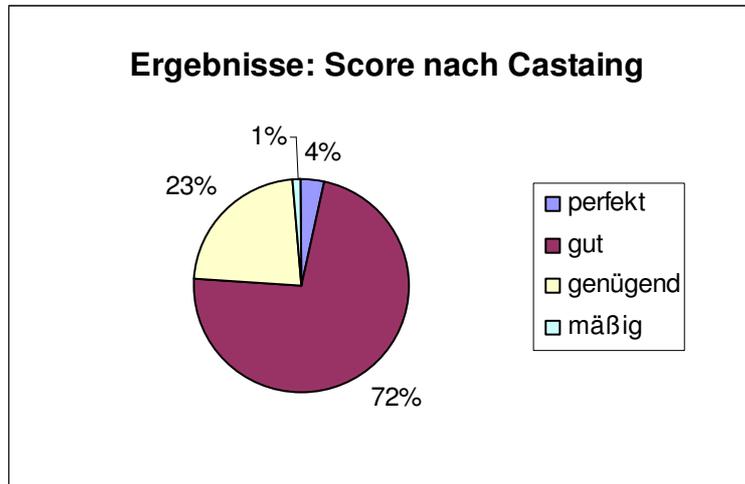


Diagramm 34: Ergebnisse bei der Auswertung des Scores nach Castaing.

Im Durchschnitt war die subjektive Bewertung etwas schlechter als der funktionelle und radiologische Befund. Außerdem waren bei ungefähr 10 Frauen die starke subjektive Beeinträchtigung nicht durch die im Score nach Castaing objektiv gemessenen Parameter erklärbar. Bei diesen Patienten ist zu überlegen, ob die noch bestehenden Beschwerden nicht auch psychosomatisch überlagert waren.

Vergleicht man den Score nach Castaing mit den Ergebnissen des Dash-Scores zeigte sich im Allgemeinen eine gute Korrelation. Auffallend war aber, dass sieben Patienten mit einem Score nach Castaing von genügend einen Dash-Score unter 10 hatten. Umgekehrt gab es aber auch 2 Patienten mit einem Dash-Score über 30 die im Score nach Castaing ein gutes Ergebnis erreichten.

Das zeigt also das objektiv gemessene Parameter und subjektive Angaben der Patienten nicht immer übereinstimmen müssen.

3.6 Postoperativ aufgetretene Komplikationen:

Wie bereits in Kapitel 1.6 beschrieben sind gewisse postoperative Komplikationen bei distalen Radiusfrakturen relativ häufig. In Abhängigkeit der verwendeten Operationsmethode variiert das Risiko zur Entwicklung von Komplikationen. Zu diesen postoperativen Problemen zählen die Ausbildung eines komplexen regionalen Schmerzsyndroms (CRPS), regionale Bandverletzungen, Nervenläsionen, Infektionen und Implantatlockerung bzw. – versagen, welche zu sekundären Dislokationen führen und manchmal Korrekturosteosynthesen erfordern.

Laut einiger Studien konnte durch Einführung der volaren Plattenosteosynthese das Risiko für diese Komplikationen gesenkt werden. In meiner Studie war die Komplikationsrate bei ca. 23% und es traten bei den 85 von mir nachuntersuchten Patienten folgende postoperativen Probleme auf. Ein CRPS fand sich bei 4 Personen (4,7%), ein länger andauerndes Schmerzsyndrom bei 5 Personen (5,9%) eine Bandverletzung bei 3 Personen (3,5%), eine Metalllockerung bei 5 Personen (5,9%) und eine postoperativ aufgetretene, reversible Nervenreizung bei 20 Personen (23,5%). Die meisten Nervenirritationen bildeten sich nach einiger Zeit von alleine zurück oder traten nur noch intermittierend in gewissen Situationen auf. Eine Operation zur Entlastung des Nervs war in keinem der Fälle nötig. Am häufigsten war das Innervationsgebiet des N. Medianus betroffen, was am ehesten für ein vorübergehendes leichtes postoperatives Karpaltunnelsyndrom spricht. Teilweise wurden aber auch Kribbelparästhesien in Daumen und kleinen Finger angegeben. Zwei weitere Patienten gaben an, erst seit der Metallentfernung eine Medianussymptomatik entwickelt zu haben. Bei den Bandläsionen handelte es sich um zwei Strecksehnenabrissse und einer Läsion der Beugesehnen der Finger. Bei einer Patientin war postoperativ eine Korrekturosteotomie nötig. Eine Infektion war bei einer anderen Patientin aufgetreten, nachdem ihr bei Implantatversagen durch Schaftschraubenausrisss sekundär einen Fixateur externe angelegt wurde, bei welchem sich dann die Pin-Löcher infizierten und sich eine Handgelenksphlegmone entwickelte. Da die Komplikationsrate mit der Schwere der Fraktur korrelierte entwickelten manche Patienten gleich mehrere Komplikationen gleichzeitig.

Vergleicht man die Akten der Patienten mit und ohne Komplikationen, lassen sich gewisse Risikofaktoren für das Auftreten dieser Probleme eruieren. Die Patienten mit Komplikationen hatten um 10 % häufiger C3- Frakturen und dafür seltener C1- und A3-Frakturen. Auch die Traumastärke war mit etwas mehr Autounfällen und Sportunfällen erhöht. Deshalb waren bei diesem Patienten Kollektiv auch die Zahl an Begleitverletzungen höher. Mit einem

Durchschnitts-Dash-Score von 23,7 Punkten zeigte sich, dass die Patienten mit postoperativen Komplikationen, langfristig ein deutlich schlechteres Outcome hatten. Am schlechtesten schnitten die Patienten ab, welche ein CRPS entwickelten (Dash-Mittelwert: 37,4).

postoperative Komplikationsraten (n=85)

	N	%
CRPS	4	4,7%
Infektion	1	1,2%
Sehnenverletzung	3	3,5%
Metalllockerung	5	5,9%
Korrekturosteosynthese	1	1,2%
sekundäre Dislokation	1	1,2%
CTS	0	0,0%
passagere Nervenirritation	20	23,5%
längeres Schmerzsyndrom	5	5,9%

Tabelle 1

4. Diskussion

Die Ergebnisse meiner Studie zeigen, dass die volare winkelstabile Plattenosteosynthese eine geeignete Therapieform zur Behandlung der distalen Radiusfraktur ist. Dies zeigt zum einen der Dash-Score mit einem Mittelwert von 12,5 Punkten. Vergleicht man diesen Wert beispielsweise mit der Studie von Arora et al. in welcher 112 Personen mit derselben Operationsmethode versorgt und im Durchschnitt 15 Monate nach der Operation nachuntersucht wurden, zeigt sich in meiner Arbeit ein um 2,3 Punkte besserer Dash – Score. (Arora et al., 2007)

Aber auch im Score nach Castaing, einem Punktesystem in welchem objektivierbare und subjektive Parameter berücksichtigt werden zeigten sich mit 76% „guten“ oder „sehr guten“ Ergebnissen die positiven Resultate meiner Studie. Auch die radiologische Auswertung und die funktionelle Prüfung des Handgelenks (Bewegungsumfang und Kraft), in welcher im Mittel 92,3% der Gegenseite erreicht wurde, ergaben gute Resultate.

Im Folgenden möchte ich kurz die wichtigsten Ergebnisse vorstellen und diskutieren. Außerdem werde ich meine Ergebnisse mit denen anderer Studien vergleichen um aufzuzeigen, welche Parameter im Krankenhaus Traunstein bereits gute Resultate zeigen und welche eventuell noch verbessert werden können. Allerdings muss berücksichtigt werden, dass keine direkt vergleichbaren Studien zu finden sind. Es sind verschiedene Variable wie Patientenkollektiv, Untersuchungsparameter, Operateur und Nachbehandlung zu beachten.

Mein Patientengut entsprach größtenteils dem Kollektiv anderer Studien und ist mit diesen somit durchaus vergleichbar. Am auffälligsten war der stark überwiegende Frauenanteil (78,5%), die unterschiedliche Altersverteilung, welche bei den Frauen ihren Gipfel im fortgeschritteneren Alter verglichen mit den Männern hatte und dass allgemein die häufigste Ursache zwar der einfache Sturz war, sich das Verhältnis aber bei den jüngeren Patienten und vor allem bei den Männern zu Unfällen mit höherer Rasananz wie Verkehrsunfälle, Sportunfälle und Stürze aus größerer Höhe verschob. Ansonsten überwogen bei weitem die geschlossenen Extensionsfrakturen (82%), welche nach der AO-Klassifikation vor allem den A und C-Frakturen zugeordnet werden konnten. Eine starke Ähnlichkeit diese Ergebnisse zeigt sich z.B. in der Studie von Pechlaner et al. 2007.

Isolierte Radiusfrakturen ohne Begleitverletzungen waren mit 45% selten. Die häufigste Begleitverletzung war die Abrissfraktur des Processus styloideus ulnae. Allerdings zeigte diese, bei den von mir Untersuchten Patienten wie in Kapitel 1.2.1 beschrieben keine signifikante Outcome-Verschlechterung. In der Mehrheit der Fälle reichte die alleinige

Plattenosteosynthese zur Therapie aus. Nur in komplizierten Fällen waren zusätzliche Methoden wie K-Draht Osteosynthese oder Fixateur externe nötig. Patienten mit komplexeren Therapieformen zeigten in der Arbeit verständlicherweise schlechtere postoperative Ergebnisse. Das aufwendige Verfahren der Spongiosaplastik oder das Einbringen von Knochenersatzmaterialien um einen Repositionsverlust bei instabilen Frakturen zu vermeiden ist stark in den Hintergrund getreten. Von den 191 Patienten benötigten nur 9 Patienten diese Verfahren, trotz der teilweisen sehr instabilen Frakturformen. Wie man an den Ergebnissen aus der Nachuntersuchung (z.B. Dash-Score) sieht wurden dennoch gute Ergebnisse erzielt. Dies zeigt, dass durch die interne Fixation mittels volarer winkelstabiler Platten auch bei komplexen Frakturen eine dauerhafte zufriedenstellende Reposition und knöcherne Fusion ohne zusätzliche Spongiosaplastik erreicht werden kann. Eine relativ einfache Operationsmethode mit geringem Zugangstrauma leistet heute das, wofür früher eine lange oder zum Teil sogar mehrere Operationen nötig gewesen wären. Die Entnahme von Knochenmaterial (Spongiosa) aus dem Beckenkamm entfällt zusätzlich.

4.1 Bewertung der Scores

Bei der Auswertung der Ergebnisse der Scores und der Nachuntersuchung ergaben sich im Allgemeinen die erwarteten Ergebnisse. Diese waren mit geringen Variationen mit anderen ähnlich konstruierten Studien vergleichbar (Schupp et al., 2003; Sakhaii et al., 2003; Thielke et al., 2003; Aora et al., 2007; Windolf et al., 2008; Grandl et al., 2008;) Je komplexer die Fraktur bzw. die Verletzung war desto schlechter waren die erzielten Scores. C3- Frakturen zeigten also das schlechteste Outcome. Vergleicht man diese Ergebnisse mit anderen Operationsmethoden, ist die winkelstabile volare Plattenosteosynthese diesen oder der konservativen Therapie aber immer noch überlegen. Nicht nur das funktionelle Outcome ist besser (siehe Tabelle 3), sondern auch die Komplikationsraten verglichen mit der Therapie mit Fixateur externe konnten verringert werden. Dies zeigt die folgende Metaanalyse (Tabelle 2), welche in der Studie von Ochman et al. (2006) abgebildet ist.

Tab. 2 Komplikationsraten beim Einsatz von palmaren Platten und Fixateur externe			
Palmare Platte	Komplikation [%]	Fixateur externe	Komplikation [%]
Drobetz et al. 2003 [10]	32	Grewal et al. 2005 [14]	24,2
Krimmer et al. 2004 [21]	5	Hegemann et al. 2005 [16]	19
Musgrave u. Idler 2005 [26]	28	Joosten et al. 1999 [17]	10,3
Orbay et al. 2004 [27]	4	Roumen et al. 1991 [28]	19
Sakhii et al. 2003 [29]	10	Westphal et al. 2005 [36]	15,6
Schupp et al. 2003 [30]	9		
Uzdil et al. 2001 [33]	7		
Meffert et al. 2006 [24]	18		
Gesamt	14,25		17,6

Tabelle 2

In der Arbeit zeigte sich zudem, dass Patienten unter 50 Jahren im Dash-Score im Mittel ein um 5 Punkte besseres Ergebnis hatten. Dies führe ich darauf zurück, dass die älteren Menschen häufiger noch andere Probleme an der Hand, Arm und Schulter wie rheumatische Arthritis, frühere Verletzungen und degenerative Veränderungen hatten. Oft hatten sie auch einfach einen schlechteren Allgemeinzustand und somit klagten sie bei spezifischer Belastung, wie zum Beispiel dem Tragen einer 5kg schweren Tasche oder der Zubereitung einer Mahlzeit, auch aus anderen Gründen über vorbestehende Einschränkungen. Die Männer erzielten einen um 3 Punkte besseren Score. Dies ist meiner Meinung nach darauf zurück zu führen, dass sie im Durchschnitt jünger waren als die Frauen und zum anderen bei Frauen häufiger psychosomatisch überlagerte Ergebnisse herauskamen, bei denen eine schlechte subjektive Einschätzung überhaupt nicht mit den objektivierbaren Parametern übereinstimmte. Auffallend war auch, dass das Outcome signifikant mit dem Körperumfang korrelierte. Dieses Ergebnis ist ebenfalls teilweise auf einen schlechteren Allgemeinzustand, mangelnde Aktivität und eine depressive Verstimmtheit zurück zu führen. Bezüglich der Operation gilt es festzuhalten, dass der früheste mögliche Operationszeitpunkt und eine mittlere Operationsdauer (50-70 min) die besten funktionellen Ergebnisse brachten. Es überrascht, dass bei Operationszeiten unter 40 min das Outcome deutlich schlechter war. Dies ist darauf zurückzuführen, dass diese Operationen häufig unter Zeitnot erfolgten und sich der Operateur weniger Zeit für die exakte Reposition genommen hat. Dass lange Operationszeiten von mehr als 1,5 Stunden zu schlechteren Ergebnissen führten ist verständlich, da es sich in diesen Fällen um komplexe Frakturen mit mehrmaligen Repositionsversuchen, starker manueller oder instrumenteller Manipulation und kombinierten Osteosynteseverfahren wie z.B. mit Fixateur externe handelte.

4.2 Ergebnisse der Nachuntersuchung

Die Nachuntersuchung lieferte gute Behandlungsergebnisse. Die Inspektion und Palpation waren meist ohne auffälligen Befund. Am häufigsten wurden Druckschmerzen über der Narbe und der Tabatiere angegeben. Als vorrangiges Problem gaben die Patienten subjektiv einen Kraftmangel im Vergleich zu vorher an. Dieser konnte auch objektiv durch die Kraftmessung mit dem Vigorimeter bestätigt werden. Es ergab sich eine Kraftreduktion im Vergleich zur gesunden Seite um ca. 8,6%. Ein weiteres subjektiv beschriebenes und objektiv messbares Problem, welches vor allem von dem jüngeren Patientenkollektiv beklagt wurde, war eine Bewegungseinschränkung im Vergleich zur Gegenseite. Dass diese vor allem den jüngeren noch sehr aktiven Menschen auffiel, liegt daran, dass diese häufiger Bewegungen in Endstellungen ausführen und somit auch nur geringe Einschränkung zur Gegenseite wahrnehmen. Mit nur 86% der Dorsalextensionskapazität bezüglich der Gegenseite war diese Bewegung am meisten eingeschränkt, gefolgt von der Palmarflexion, der Ulnarabduktion, der Supination und der Radialabduktion. Die anderen Bewegungen waren nicht höhergradig im Vergleich zur Gegenseite verändert. Natürlich war das Ausmaß der Einschränkung der Beweglichkeit auch vom Frakturtyp nach der AO-Klassifikation und vom Unfalltyp abhängig. Vergleicht man die funktionellen Ergebnisse wie Kraft und Bewegungsumfang meiner Studie mit anderen Studien ergibt sich folgende Tabelle:

Kraft und Bewegungsumfang: Ergebnisvergleich mehrerer Studien

Publikation	Schupp et al. (2003)	Gradl et al. 2008	meine Arbeit	Ochman et al. 2006
Fallzahl	33	24	85	76
Operationsmethode	volare winkelstabile Platte	volare winkelstabile Platte	volare winkelstabile Platte	Fixateur externe
Extension *	86,2	83	86,3	72,5
Flexion *	84,1	86	87,6	87,9
Pronation *	97,7	100	99,5	95,5
Supination *	95,5	97	94,5	100
Radialabduktion *	88,7	95	96,5	92,3

Ulnarabduktion *	91,6	91	90,3	80,6
Kraft *	69,5	82	87	/

* in % zur Gegenseite

Tabelle 3

Man sieht, dass das funktionelle Outcome im Traunsteiner Krankenhaus verglichen mit anderen Studien ähnliche Ergebnisse liefert und somit zufriedenstellend ist. Außerdem habe ich in einer Zeilenspalte, den Bewegungsumfang nach Fixateur externe Behandlung angegeben. Vergleicht man diese Werte mit denen nach palmarer Plattenosteosynthese wird deutlich, dass mit der palmaren Plattenosteosynthese bessere funktionelle Ergebnisse erreicht werden können.

Die Schmerzen standen verglichen mit den Einschränkungen in der Beweglichkeit und dem Kraftmangel dagegen nicht im Vordergrund. Dennoch gaben ca. 40% an manchmal geringe Schmerzen im operierten Handgelenk zu verspüren und immerhin 11% der Patienten fühlten sich durch eine Schmerzsymptomatik am Handgelenk noch stärker beeinträchtigt. Meistens gaben die Patienten an, bei gewissen Bewegungen, bei welchen ein stärkerer Druck unter Extremstellungen auf das Handgelenk wirkte, noch Probleme zu haben. 11% aller Patienten gaben allerdings an bereits vor dem Unfall teilweise Probleme am frakturierten Handgelenk gehabt zu haben. Ein ähnliches Ergebnis zeigt sich in der Studie von Schupp et al., in welcher 33 Patienten im Mittel 11 Monate nach der Operation nachuntersucht wurden und 16 Patienten keine Schmerzen, 11 leichte, 4 mäßige und 2 starke Schmerzen angaben. (Schupp et al., 2003)

4.3 Radiologische Auswertung

Bei der radiologischen Auswertung zeigte sich mit einer durchschnittlichen Palmarinklination von $6,7^\circ$ und $22,6^\circ$ im A.P –Strahlengang ein gutes Resultat. Die Winkel entsprachen mit einem Mittel von $5-15^\circ$ im seitlichen Strahlengang und einem Gipfel zwischen $19-25^\circ$ im a.p.-Strahlengang den Vorgaben der Literatur und ähnelten somit gleichartigen Studien. Auffallend war, dass es verglichen mit anderen Studien mit 20% relativ häufig zu einem relativen Ulnavorschub von $> 2\text{mm}$ gekommen ist. Ein wirkliches Abrutschen der Ulna im Vergleich zum Vorbefund war aber nur in 3 Fällen sichtbar. Es ist anzumerken, dass sich im Millimeterbereich messtechnisch zwischen verschiedenen Untersuchern gewisse Variationen ergeben, weshalb dieser Parameter nur eingeschränkt verwertbar ist. Je nachdem wie dieser Wert angegeben wird ergeben sich selbst innerhalb der gleichen Studie erheblich Schwankungen. In unserer Arbeit ist der Mittelwert des Ulnavorschubes aller Patienten $0,49\text{mm}$. Dieser Wert ist sehr gut. Betrachtet man dagegen die Einzelwerte fällt auf, dass in 23 Röntgenbildern ein, wenn zum Teil auch nur sehr geringer, Ulnavorschub von über 2mm besteht. Dennoch fiel in meiner Studie 8-mal ein deutlicher Ulnavorschub auf, weshalb ich hier sicherlich eine Verbesserungsmöglichkeit sehe. Diese Radiologischen Parameter habe ich in Tabelle 4 noch einmal zusammengefasst und mit anderen Studien direkt verglichen.

Radiologische Resultate im Vergleich

Publikation	Schupp et al., 2003	Sakhaii et al., 2003	meine Arbeit
Fallzahl	33	124	85
Palmarinklination	$4,2^\circ (-15^\circ-20^\circ)$	$4,6^\circ$	$6,7^\circ(-9-32)$
Radioulnarer Winkel	$23,6^\circ(14^\circ-32^\circ)$	$23,3^\circ$	$22,6^\circ(10^\circ-33^\circ)$
Ulnavorschub $> 2\text{mm}$	1 (fall)	0,8 (Mittelwert)	23 (Fälle) ; $0,49$ (Mittelwert)

Tabelle 4

In fast einem Drittel der Fälle fiel ein verminderter Kalksalzgehalt auf. Dieser Anteil ist durch unser Patientengute mit einem hohen Prozentsatz an älteren Frauen zu erklären. Schließlich leiden in der Normalbevölkerung abhängig vom Alter und vom Geschlecht bis zu 19% an Osteoporose. Studien haben gezeigt, dass bei älteren Menschen, insbesondere bei postmenopausalen Frauen, welche eine Knochenfraktur erlitten haben, die Knochendichtewerte in 30% einen pathologischen T-Wert von $< 2,0$ zeigen. Daraus stellt sich natürlich die Frage ob diese Frakturen als Zeichen für eine sich manifestierende Osteoporose

angesehen werden müssen. Wir führen daher bei dieser Patientengruppe routinemäßig eine Knochendichtebestimmung durch. Bei pathologischen Ergebnissen erfolgt die Einleitung einer medikamentösen Therapie gemäß der Leitlinien der AWMF. (AWMF Leitlinien Osteologie/ Oyen et al., 2009)

Auffallend waren radiologische Veränderungen (Verkalkungen, Verschmälerung) im Discus ulnaris, welche bei ca. 40% der Patienten zu finden waren. Einige dieser Veränderungen waren bestimmt auch auf angeborene Formvarianten oder auf das Alter zurück zu führen. Dies konnte aber nicht geprüft werden, da keine Röntgenaufnahme der nicht gebrochenen Hand gemacht wurde. Dennoch zeigte sich bei vielen Patienten mit diesen Veränderungen im DRUG auch ein schlechterer Dash-Score. Diese Beobachtung spiegelt die bereits in Kapitel 1.1.2 beschriebene Bedeutung der Unversehrtheit des ulnokarpalen Gelenkkomplexes für die Funktionalität des Handgelenks wieder. Außerdem konnte man in ebenfalls 40% eine leichte Sklerosierung im Handgelenk und in 18% fortgeschrittenere arthrothische Veränderungen sehen. Eine genaue Aussage in wie weit die Fraktur zur Arthrose geführt hat ist auch hier nicht eindeutig zu sagen, da zum Vergleich die Gegenseite nicht geröntgt wurde. Ich habe in meiner Studie Patienten nicht grundsätzlich ausgeschlossen, wenn sie in der Vergangenheit bereits eine Verletzung an der Hand gehabt haben oder rheumatisch veränderte Gelenke an den Hände hatten. Dies erklärt, weshalb meine Ergebnisse im Vergleich zu manchen anderen Studien manchmal etwas schlechter erscheinen, da in vielen Studien obengenannte Patienten von vorneherein ausgeschlossen wurden. Es ist wichtig auch diese Patienten in der Studie zu berücksichtigen, da es sich bei dem Patientengut bei distalen Radiusfrakturen meistens um ältere Menschen handelt die schon einmal eine Verletzung an einer der Hände hatten oder auf Grund jahrelanger harter Arbeit arthrotische Veränderungen haben. Es ist auch wichtig herauszufinden, wie bei diesen Menschen die postoperativen Ergebnisse sind. Außerdem kann diese Patientengruppe subjektiv meistens sehr gut sagen in wie fern sich die Symptomatik nach der Fraktur zu dem Vorbefund verändert hat. Bei der Auswertung der Nachuntersuchung und des Röntgenbildes sind diese Begleitveränderungen als altersmäßiger Befund mitberücksichtigt worden.

Pseudoarthrosen des Processus styloideus ulnae fanden sich bei einem Viertel der Fälle. Diese sind häufig leicht disloziert über Bindegewebe wieder mit der Elle verbunden. Überraschenderweise führen isolierte Pseudoarthrosen, wie es auch in der Literatur beschrieben ist (Luther et al., 2007), bei meinem Patientenkollektiv kaum zu funktionellen Einschränkungen. Bei stark deformierten und dislozierten, pseudoarthrotisch angewachsenen

Processus styloideus ulnae, die meist mit Veränderungen im DRUG vergesellschaftet sind, steigen dagegen die Dash-Werte deutlich an.

4.4 Korrelation objektiv und subjektiv messbarer Parameter

Bei der Auswertung des Scores nach Castaing zeigte sich generell eine gute Korrelation der objektiv und subjektiv messbaren Parameter. Gelegentlich fanden sich aber auch überraschende Ergebnisse: ein sehr gutes Röntgenbild, gute Beweglichkeit aber subjektiv eine starke Einschränkung oder umgekehrt ein pathologisches Röntgenbild und eine reduzierte Beweglichkeit aber gleichzeitig eine große subjektive Zufriedenheit. Zum einen kann man diese paradoxen Befunde teilweise mit der persönlichen Erwartungshaltung erklären. Ältere Damen mit stark arthrotisch veränderten Händen waren oft zufriedener mit dem Ergebnis als seit kurzem berentete ansonsten gesunde Patientinnen. Letztere konzentrieren sich häufig stark auf das Handgelenk und suchten nach dort eventuell noch bestehenden Problemen und nahmen diese somit stärker wahr. Ein weiterer Grund für oben beschriebene Diskrepanz ist bei manchen Patienten sicherlich auch auf eine psychosomatische Überlagerung des primären Schmerzes zurück zu führen. Zum anderen weisen aber auch einige Autoren wie Anzarut et al. und Young et al. darauf hin, dass die Korrelation zwischen objektiven und subjektiven Parametern vor allem bei älteren Menschen nicht immer gegeben ist. (Schneiders et al., 2006)

4.5 Bedeutung der postoperative Nachsorge und deren Korrelation mit dem funktionellen Outcome

Wie wichtig es ist postoperativ gute Ergebnisse zu bekommen zeigt die Tatsache, dass fast 50% meines Patientenkollektivs noch berufstätig war. Die distale Radiusfraktur ist also nicht nur eine Verletzung des hohen Lebensalters sondern trifft in unserer sehr aktiven Gesellschaft auch immer wieder junge mitten im Leben stehende Personen. Durch eine geeignete Therapie muss gewährleistet werden, dass diese Menschen ohne lange Krankschreibung ihre Arbeit und ihre täglichen Aktivitäten wieder aufnehmen können. Die Operationsmethode der winkelstabile Plattenosteosynthese ermöglicht eine frühe postoperative Mobilisation und Übungsbehandlung mit Physiotherapie und Ergotherapie, da die Gipstragedauer, durch die interne Fixation, je nach Knochenstruktur nicht nötig ist oder auf ein bis zwei Wochen reduziert werden kann. Die Krankschreibungszeit (ausgenommen derer die immer noch krankgeschrieben sind) betrug in meiner Studie im Mittel 10 Wochen und immerhin 5% der Patienten mussten den Beruf wechseln bzw. sind nach wie vor berufsunfähig. Dies ist zum einem verglichen mit früheren Ergebnissen zufriedenstellend, es stellt sich jedoch die Frage ob man die postoperative Arbeitsfähigkeit nicht noch verbessern könnte. Dass sich meine Ergebnisse mit der Literatur decken, zeigt sich in der Arbeit von Woltmann et al. (2004). Er gibt an, dass sich durch die modernen Operationsmethoden, die Arbeitsunfähigkeit zwar seit 1935 von damals 177 auf heute 67 Tage reduziert hat aber der Anteil der Rentenfälle mit 15-70% je nach Frakturtyp nach wie vor sehr hoch ist. (Woltmann et al., 2004) Ich glaube, dass der postoperativen Frühmobilisation häufig nicht die nötige Bedeutung gegeben wird. Zum Teil hatten meine Patienten überhaupt keine Krankengymnastik, und wenn sie eine physiotherapeutische Betreuung hatten, dann nur wenige Übungsbehandlungen. Es gibt Studien, wie die von Lohsträter et al., welche belegen, dass eine intensive funktionelle Frühbehandlung mit Physiotherapie, Ergotherapie und persönlichen Übungsprogrammen das Outcome stark verbessern, die Krankschreibungsdauer senken und letzten Endes trotz primär höherer Kosten langfristig aber durch eine verkürzte Arbeitsunfähigkeit, niedrigere Rentenquoten, weniger Arztbesuche und eine kürzere krankengymnastischen Behandlung die Kosten in Wirklichkeit reduziert werden. (Lohsträter et al., 2008)

Bei einer meiner nachuntersuchten Patientinnen zeigte sich genau dieses Problem. Sie war nach der ambulanten Operation in der Tagesklinik wieder entlassen worden. Ihr war nicht klar, wie der postoperative Behandlungsablauf ist und stellte sich bei ihrem Hausarzt vor. Anstatt die frühfunktionelle Beübung, welche mit dem elastischen Verband möglich gewesen

wäre durch Physiotherapie zu unterstützen, wurde der Patientin ein Gips, angelegt den sie für 8 Wochen trug. Seit Gips Abnahme hat die Patientin ein komplett funktionsloses schmerzendes Handgelenk, welches eingesteift und verdickt ist. Der Operationsverlauf und das Röntgenbild können diese Symptome nicht erklären. Vermutlich liegt bei ihr ein chronisch regionales Schmerzsyndrom vor. Die Patientin hat nun bereits seit 1,5 Jahren Krankengymnastik, ist frühberentet und in ihrer Lebensqualität stark eingeschränkt. Verkomplizierend kam in ihrem Fall allerdings eine zusätzliche Olecranon Fraktur auf der ipsilateralen Seite hinzu. Um sich selber ein Bild der Bewegungseinschränkungen des linken Handgelenkes dieser Patientin zu machen siehe Fotos 6-9.



Abb 30: Ulnarabduktion



Abb. 31: Radialabduktion



Abb. 32: Palmarflexion



Abb. 33: Faustschluss

Dies verdeutlicht nochmals die Wichtigkeit der postoperativen Betreuung, welche praktisch genauso wichtig ist wie eine gute primäre Therapie. Leider wird auf diese oft nicht genug Wert gelegt oder kann durch den Hausarzt nicht sachgerecht gewährleistet werden.

4.6 Komplikationshäufigkeit nach distaler Radiusfraktur

Wie hoch die Komplikationsrate in einer Studie ausfällt ist abhängig von der Bewertung der Parameter. Dies ist auch der Grund für die starken Schwankungen bei der Angabe bestimmter Komplikationsraten in der Literatur.

4.6.1 Postoperatives Karpaltunnelsyndrom

Ein operationsbedürftiges postoperatives Nervenirritationssyndrom ist bei meinen Patienten nicht aufgetreten. Dennoch gaben 23% eine Nervenirritation mit Kribbelparästhesien im Bereich der Hand an. Diese treten aber laut der Patienten meistens nur sehr selten und in ganz speziellen Positionen auf. In der Mehrzahl der Fälle ist das Medianusgebiet betroffen, zum Teil breiten sich die Parästhesien aber auch auf alle fünf Finger aus. Ob es sich bei diesen Patienten nun nur um eine Nervirritation oder doch um ein Karpaltunnelsyndrom handelte wurde neurologisch nicht untersucht. Die Inzidenz an postoperativen CTS kann damit in meiner Arbeit nicht exakt angegeben werden. In einer vergleichbaren Studie von Zettel et al. (2009) traten bei volarer Plattenosteosynthese zum Beispiel in 10% der Fälle nach der Operation, ein operativ zu dekomprimierendes Karpaltunnelsyndrom auf. Es ist auch schwierig sicher zu differenzieren ob die Nervenschädigung durch die Fraktur an sich oder durch die Operation entstanden ist.

4.6.2 Komplexes regionales Schmerzsyndrom

Neun Patienten meiner Studie klagten postoperativ über ein länger anhaltendes Schmerzsyndrom. Vier dieser Patienten hatten vermutlich ein komplexes regionales Schmerzsyndrom mit radiologisch nachgewiesener Kalksalzminderung. Davon behielten allerdings nur zwei Patienten bleibende Schäden zurück. Auffallend war die Komplexität der Verletzung bei diesen vier Patienten. Einer hatte eine Maximalverletzung der Hand nach Motorradunfall mit multiplen Frakturen in diesem Bereich. Bei einer anderen Patientin lag eine offene Fraktur vor mit ebenfalls weiteren Brüchen am selben Arm. Diese beiden Patienten bekamen zusätzlich zur volaren Platte einen Fixateur externe für 4-6 Wochen, wodurch bei ihnen eine frühfunktionelle Nachbehandlung nicht möglich war. Bei einer anderen Patientin mit Symptomen eines CRPS war zusätzlich eine scapholunäre Dislokation aufgefallen, welche den Heilungsprozess vermutlich erschwert hatte. Die letzte Patientin mit CRPS war die oben beschriebene Patientin, welche vom Hausarzt postoperativ selbständig für 8 Wochen einen Gips angelegt bekommen hatte. Bei den anderen fünf Patientinnen mit länger anhaltendem Schmerzsyndrom waren die Schmerzen und die Schwellungen ohne

radiologische Veränderungen unter Krankengymnastik zügig rückläufig. Die stark variierenden Angaben für die Sudecksche Erkrankung, welche in Abhängigkeit von Autor, Unfallmechanismus und Therapieform laut Burg et al. bei 0,3-90% aller distalen Radiusfrakturen auftritt spiegelt das Problem der Vergleichbarkeit dieser Komplikation wieder. Die recht vage Definition der Erkrankung erschwert die sichere Zuordnung zu diesem Krankheitsbild. (Burg et al., 2000, Windolf et al., 2008) Auffallend ist, dass bei den Patienten mit länger anhaltenden Schmersyndrom und manifestem CRPS Frauen mit einem Verhältnis von 8:1 deutlich überwiegen. Diese Feststellung passt dazu, dass Brug et al. in seinem Paper über eine „Sudeckpersönlichkeit“ schreibt, eine ältere sehr ängstliche Frau die „Nahe am Wasser“ gebaut ist. (Burg et al., 2000) Diese Beschreibung passt auch auf die in meiner Studie an einem Schmerzsyndrom erkrankten Patienten sehr gut.

Zusammenfassend sind die verschiedenen Komplikationen nochmals in Tabelle 5 dargestellt.

Komplikationsraten nach distaler Radiusfraktur

Publikation	Thielke et al.2003	Aora et al.2007	Windolf et al.2009	meine Arbeit	Kuner et al 2002
Fallzahl	49	114	99	85	76
Operationsmethode	Volare winkelstabile Platte	volare winkelstabile Platte	volare winkelstabile Platte	volare winkelstabile Platte	Fixateur externe
Wundheilungsstörung	1	0	2	1	4
Sehnenaffektion	0	5	/	3	1
Karpaltunnelsyndrom	0	3	4	0	3
Implantatversagen	/	4	2	5	1
Reflexdystrophie	4	4	/	4	8
Frakturheilungsstörung	/	3	/	0	1
Sonstige	7	8	1	7	14
gesamt in%	24,50%	23,70%	9%	23,5%	42%

Tabelle 5

5. Zusammenfassung

Selbst wenn die distale Radiusfraktur im Vergleich mit anderen Verletzungen vielleicht primär eine kleine, nicht lebensgefährdende ist, darf sie keines Falls unterschätzt werden. Schließlich ist es die häufigste Fraktur überhaupt, welche dadurch auch oft berufstätige Personen betrifft. Deshalb verursacht sie bei einer unzureichenden Therapie mit langer Berufsunfähigkeit oder sogar Frühberentung wirtschaftliche Ausfälle und hohe soziale Kosten. Zum anderen ist die Hand der Schlüssel des Menschen um Handlungen zu vollziehen und um zu Interagieren. Daraus lässt sich ableiten, dass eine Beeinträchtigung der Funktionalität des Handgelenks langfristig eine große Einschränkung der Lebensqualität für die betroffene Person ist. Umso wichtiger ist es eine geeignete Behandlungsmöglichkeit für diese Verletzung zu finden. Über Jahrzehnte wurden immer wieder neue Therapiemethoden etabliert: von der konservativen Therapie mit Unterarm-Gips zum K-Draht, von diesem zum Fixateur Externe, anschließend kam die konventionelle Plattenosteosynthese, bis hin zu den heute verwendeten winkelstabilen Plattenosteosynthesen. Seitdem seit 2006 durch die winkelstabilen Systeme nun auch die viel häufiger vorkommenden dislozierten Extensionsfrakturen mit einer von volar eingebrachten und palmar liegenden Platte suffizient therapiert werden können, kann man von einer wahren Trendwende in der Therapie der distalen Radiusfraktur sprechen. Der volare Zugang ist risikoärmer und die palmare Plattenlage mit interner Fixation, leistet auch bei komplexen Frakturen eine gute und dauerhafte Retention. Eine der wichtigsten Errungenschaft ist aber die Möglichkeit der frühfunktionellen Übungsbehandlung direkt nach der Operation, wodurch einer Einsteifung des Handgelenks vorgebeugt und eine schnellere Wiederaufnahme der täglichen Aufgaben ermöglicht wird. In den letzten Jahren wurde die volare winkelstabile Plattenosteosynthese somit immer mehr zur Therapie der 1. Wahl bei operationsbedürftigen distalen Radiusfrakturen.

Auch im Klinikum Traunstein stellt im Moment die volare winkelstabile Plattenosteosynthese die häufigste Therapieform dar. In dieser Arbeit wurden die postoperativen funktionellen und radiologischen Ergebnisse nach distaler Radiusfraktur, welche mit den winkelstabilen volaren Radiusplattensystemen WINSTAR-R der Firma Marquadt von Anfang 2006 bis Ende 2007 im Krankenhaus Traunstein versorgt wurden analysiert. Mit Hilfe der Patientenakte, dem Dash-Score, dem Score nach Castaing, einem neu angefertigtem Röntgenbild und einer ausführlichen Nachuntersuchung versuchte ich allgemeine Trends und Auffälligkeiten herauszuarbeiten und habe diese mit der für dieses Thema allgemein gültigen Literatur

verglichen. Die Ergebnisse meiner Arbeit waren zufriedenstellend und korrelierten in vielen Bereichen mit den Ergebnissen anderer Studien. In dem Patientenkollektiv überwogen Frauen um das 75. Lebensjahr, welche sich die Fraktur meist durch einfache Stürze zugezogen hatten. Die Männer waren dagegen jünger und die Verletzung war öfter durch höhere Gewalteinwirkung bedingt. In über 90% der Fälle handelte es sich bei den Frakturen um A3 oder C1-3 Frakturen. Der Dash-Mittelwert des Patientenkollektives lag bei 12,5, im Score nach Castaing erreichten 76% ein perfektes oder gutes Ergebnis und die subjektive Patientenzufriedenheit war mit 90% sehr hoch. Mit einer durchschnittlichen Kraft- und Bewegungseinschränkung im Vergleich zur Gegenseite um ca. 8% ist bei den meisten Patienten mit keiner wirklichen Einschränkung im täglichen Leben zu rechnen. Die Dorsalextension war mit einem durchschnittlichen Bewegungsverlust von 13,5% im Vergleich mit der gesunden Seite am meisten eingeschränkt. Hohes Alter, komplexe Verletzungen, Hochrasanztraumata und schlechte postoperative Nachsorge korrelierten positiv mit der Komplikationsrate und höheren Dash-Score-Werten. Mit einem durchschnittlichen palmaren Neigungswinkel von 7°, einem radioulnaren Winkel von 23° und einem Ulnavorschub von 0,49mm wurden gute radiologische Ergebnisse erreicht. Es zeigte sich ebenfalls eine positive Korrelation zwischen Kraft-/ Bewegungsverlust und pathologischen radiologischen Kriterien wie Arthrose, Fehlstellung oder Kalksalzminderung.

Natürlich können auch unter dieser Therapieform noch Komplikationen wie das chronische regionale Schmerzsyndrom, Medianusreizungen, Implantatversagen, Sehnenläsionen oder Fehlstellungen auftreten. Im Traunsteiner Krankenhaus ergibt sich bei dem nachuntersuchten Patientengut eine Komplikationsrate um die 23%. Diese ist verglichen mit ähnlicher Literatur ein gutes Ergebnis. Statistisch zeigt sich, dass eine schnelle operative Versorgung, eine mittlere Operationszeit und eine frühfunktionelle krankengymnastische Nachbehandlung ohne lange Ruhigstellung im Gips zu besseren postoperativen Ergebnissen führen.

Fasst man die Ergebnisse dieser Studie mit gleichwertigen Arbeiten zusammen und vergleicht sie mit früheren Therapieverfahren und ihren Komplikationsraten, zeigt sich, dass die volare winkelstabile Plattenosteosynthese eine wirkliche Alternative zu den bisherigen Therapieoptionen bei distaler Radiusfraktur ist und die Erwartungen, welche in diese Behandlungsform gesteckt werden sich auch weitgehend erfüllt haben.

6. Anhang

6.1. Dash-Score

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

Freizeitaktivitäten, die wenig körperliche Anstrengung verlangen	1	2	3	4	5
Freizeitaktivitäten, bei denen auf Ihre 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
	Keine Schwierigkeiten	Geringe Schwierigkeiten	Mäßige Schwierigkeiten	Erhebliche Schwierigkeiten	Nicht möglich
Mit Fortbewegungsmitteln zurecht kommen (um von einem Platz zum anderen zu gelangen)	1	2	3	4	5
Sexuelle Aktivität	1	2	3	4	5
<u>In welchem Ausmaß haben Ihre 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)</u>	Überhaupt nicht	Ein wenig	Mäßig	Ziemlich	Sehr
	1	2	3	4	5
<u>Waren Sie in der vergangenen Woche durch Ihre Arm- oder Handprobleme in Ihrer Arbeit oder anderen alltäglichen Aktivitäten eingeschränkt? (Bitte kreuzen Sie die entsprechende Zahl an)</u>	Überhaupt nicht eingeschränkt	Ein wenig eingeschränkt	Mäßig eingeschränkt	Sehr eingeschränkt	Nicht möglich
	1	2	3	4	5
<u>Bitte schätzen Sie die Schwere der folgenden Beschwerden während der letzten Woche ein. (Bitte kreuzen Sie in jeder Zeile die entsprechende Zahl an)</u>	Keine	Leichte	Mäßige	Starke	Sehr starke

Schmerzen in der Hand	1	2	3	4	5
Schmerzen in der Hand während der Ausführung einer bestimmten Tätigkeit	1	2	3	4	5
Kribbeln (Nadelstiche) in der Hand	1	2	3	4	5
Schwächegefühl der Hand	1	2	3	4	5
Steifheit in der Hand	1	2	3	4	5
<u>Wie groß waren Ihre Schlafstörungen in der letzten Woche aufgrund von Schmerzen Handbereich? (Bitte kreuzen Sie die entsprechende Zahl an)</u>	Keine Schwierigkeiten	Geringe Schwierigkeiten	Mäßige Schwierigkeiten	Erhebliche Schwierigkeiten	Nicht möglich
	1	2	3	4	5
<u>Aufgrund meiner Probleme im Handbereich empfinde ich meine Fähigkeiten als eingeschränkt, ich habe weniger Selbstvertrauen oder ich fühle, dass ich mich weniger nützlich machen kann.</u>	Stimme überhaupt nicht zu	Stimme nicht zu	Weder Zustimmung noch Ablehnung	Stimme zu	Stimme sehr zu
	1	2	3	4	5

6.2. Selbstertellter Fragebogen zum Unterarmbruch

Bitte NUR EINE ANTWORT ankreuzen

1. Fragen zu Ihrer Person:

- **Wie groß sind Sie?**

- **Wie schwer sind Sie?**

- **Wie selbstständig sind Sie?**

Ich bin zu Hause absolut selbstständig.

Ich habe eine leichte Einschränkung im Alltag.

Ich bekomme Hilfestellung von meiner Familie oder dem ambulanten Pflegedienst.

Ich lebe in einem Pflegeheim oder betreutem Wohnen.

2. Haben Sie als Sie sich den Unterarm gebrochen haben noch gearbeitet?

Berufstätig

Beruf

Rente

Hausfrau

- **Wenn ja wie lange waren Sie krankgeschrieben:** ca. Monate

Zeitraum

- **Wie hat sich ihre Arbeitssituation wegen der Unterarmfraktur entwickelt?**

Sie konnten Ihre alte Arbeit wieder ausführen?

- Sie waren lange Zeit / sind immer noch in Ihrer Arbeit eingeschränkt.
- Sie mussten Ihre Arbeit wechseln.
- Sie können wegen Schmerzen / Funktionseinschränkung immer noch nicht arbeiten.

3. Trifft auf Sie eines der folgenden Dinge zu? (mehrere Antworten möglich)

- haben Sie häufig Knochenbrüche (Osteoporose)
- neues Hüft-/ Kniegelenk
- Rheuma
- Parkinson
- Zuckerkrank
- Schlaganfall
- Schwindel

4. Stürzen Sie häufiger?

Nein Ja **wenn ja wie oft im letzten Jahr? : ca. : Mal**

Benötigen Sie zum Gehen Hilfe? (Gehwagen, Krücken, Stock, eine andere Person)

Nein Ja

5. Hatten Sie sich vor dem Unfall schon einmal eine Verletzung des Unterarms oder Handgelenks auf derselben Seite zugezogen an der Sie operiert wurden?

z.B. Unterarmbruch, Stauchung u.a.

Ja

Nein

6. Hatten sie vor dem Unfall schon eine Funktionseinschränkung / Schmerzen in diesem Handgelenk? (Arthrose, Rheuma, etc.)

Nein

Ja

wenn ja was?

7. Haben Sie im Handgelenk Schmerzen?

Nein

Wenig, manchmal

Mäßig, tolerabel

Stark, unerträglich

Sind sie wetterfühlig?

Ja

Nein

8. Wie fühlen Sie sich jetzt längere Zeit nach der Operation am Handgelenk?

(mehrere Antworten möglich)

- Beschwerdefrei
- Schmerzen
- Bewegungseinschränkung
- Kraftmangel
- Taubheitsgefühl oder Kribbeln der Hand

9. Hatten Sie zu irgendeinem Zeitpunkt seit dem Bruch Gefühlsstörungen (z.B. Kribbeln, pelziges Gefühl, Taubheit) in der Hand?

Nein Ja

Wenn ja: vor der Operation

Wie lange insgesamt

nach der Operation

Zeitraum

vor und nach der Operation

10. Sind Sie zur Nachsorge ins Traunsteiner Krankenhaus gegangen?

Ja

Nein

11. Wurde Ihr Implantat entfernt?

Nein

Ja

Wenn Ja weshalb?

wegen Komplikationen (Schmerzen, Bewegungseinschränkung, Metalllockerung,etc.)

war es Ihr Wunsch

12. Sind Sie mit dem Ergebnis zufrieden?

Sehr

in Ordnung

etwas

gar nicht

6.3. Score nach Castaing

1. Subjektive

Angaben

Perfekt	keine Beschwerden	0
Befriedigend	Beschwerden alle Kraftgriffe möglich, selten Beschwerden	1
Genügend	alle Kraftgriffe möglich, oft Beschwerden bei Belastung	2
Ordentlich	gewisse Kraftgriffe unmöglich	4
Ungenügend	mehrere Kraftgriffe unmöglich, manuelle Tätigkeit eingeschränkt	6
Schlecht	mehrere Kraftgriffe unmöglich manuelle Tätigkeit sehr reduziert	8
Sehr schlecht	unbrauchbare Hand	9

2. Funktion

Normal		0
Dorsalextension	von 45 - 25°	1
	von 25- 15°	2
	von 15- 10°	3
Palmarflexion	weniger als 45°	1
Ulnarabduktion	von 30 -15°	1
	von 15-0°	2
Radialabduktion	eingeschränkt	1

	Pronation- Supination	zwischen 130-90° unter 90°	1 2
<u>3. Röntgenbild</u> [1]	Normal		0
	Dorsalkippung	von 5 -10° von 10-20° über 20°	1 2 3
	Radialkippung	von 10-20° über 20°	1 2
	Arthrosezeichen	+ ++	1 2
	Ulnavorschub	von 2-4 mm über 4 mm	1 2

<u>Resultat</u>	0	perfekt
	1-5	gut
	6-11	genügend
	12-15	mäßig
	16-25	schlecht
	>25	sehr schlecht

6.Kraftmessung:

operierte Hand

gesunde Hand

7.Stabilität:

operierte Hand

gesunde Hand

Auffälligkeiten und Verdachtsbefunde:

- Arthrose einseitig beidseitig
- v.a. Sudeck
- v.a. Capaltunnelsyndrom
- Psychosomatisch überlagerte Schmerzen
- weiter Anmerkungen:

Name:

Aktenzeichen:

Untersuchungstag:

Rechtshänder Linkshänder

Messblatt für obere Gliedmaßen (nach der Neutral - 0 - Methode)

Schultergelenke:

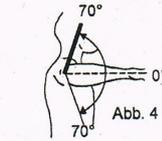
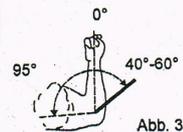
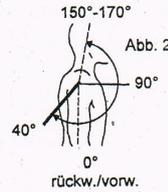
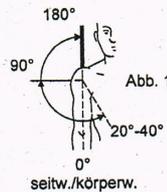
Arm seitw. / körperw. (Abb. 1)

Arm rückw. / vorw. (Abb. 2)

Arm ausw. / einw. drehen (Oberarm anliegend) (Abb. 3)

Arm ausw. / einw. (Oberarm 90° seitw. abgeh.) (Abb. 4)

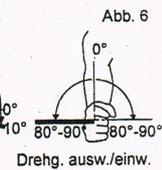
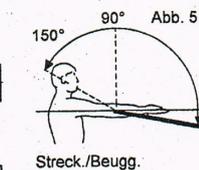
Rechts					Links				



Ellenbogengelenke:

Streckung / Beugung (Abb. 5)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--



Unterarmdrehung:

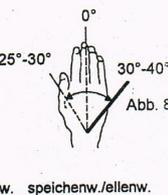
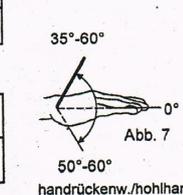
ausw. / einw. (Abb. 6)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Handgelenke:

handrückew. / hohlhandw. (Abb. 7)

speichenw. / ellenw. (Abb. 8)



Fingergelenke:

Abstände in cm:

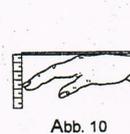
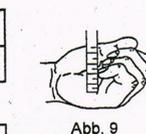
Nagelrand

/ quere Hohlhandfalte (Abb. 9)

Nagelrand

/ verl. Handrückenebene (Abb. 10)

II	III	IV	V	II	III	IV	V



Daumengelenke:

Streckung/Beugung:

Grundgelenk

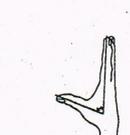
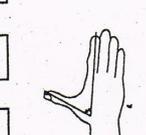
Endgelenk

Abspreizung (Winkel zwischen 1. und 2. Mittelhandknochen)

In der Handebene (Abb. 11)

Rechtwinklig zur Handebene (Abb. 12)

0				0			
0				0			



Ankreuzen, welche Langfingerkuppen mit der Daumenspitze erreicht werden können

II	III	IV	V	II	III	IV	V

Handspanne:

Größter Abstand in cm zwischen Daumen- und Kleinfingerkuppe

--	--	--	--	--	--	--	--

Umfangmaße in cm:

(Hängender Arm)

15 cm ob. äußerem Oberarmknorren

Ellenbogengelenk

10 cm unt. äußerem Oberarmknorren

Handgelenk

Mittelhand (ohne Daumen)

Armlänge in cm:

Schulterhöhe / Speichenende

Stumpflängen in cm:

Schulterhöhe / Stumpfende

Äuß. Oberarmknorren / Stumpfende

Abb. 11

Abb. 12

7. Literaturverzeichnis

1. Arora, A., Lutz, M., Zimmermann, R., Krappinger, D., Gabl, M., Pechlaner, S. Limits of Palmar Locking-Plate Osteosynthesis of Unstable Distal Radius Fractures. Handchir. Microchir. Plast. Chir. 39 (2007): 34-41
2. AWMF-Leitlinien Register, Nr.034/003, Entwicklungsstufe3; Leitlinien Osteologie: Prophylaxe, Diagnostik und Therapie der Osteoporose bei Erwachsenen. Prävalenz und Inzidenz der Osteoporose und ihre Folgen. (von 5/2003; letzte Aktualisierung 10/2009)
3. Beck, E., Gabl, M. Konservative Behandlung distaler Radiusfrakturen – Indikation, Technik, Ergebnisse; Acta Chir. Austriaca Heft 4 (1997): 194-1997
4. Brauer R.B., Stöckle,U., Vorlesungs- Manuskript TU-München, IVL2: Radiusfraktur (2008/09)
5. Breyer, H.-G. Indikation zur Entfernung winkelstabiler Radiusplatten: Versuch einer evidenzbasierten Darstellung. Trauma Berufskrankh 10 (2008): 256-258
6. Burg, E., Joosten, U., Püllen, M. Brüche am distalen Unterarm: Welche Therapie ist wann indiziert? Orthopäde 29 (2000): 318-326
7. Can, Ü., Lattmann, T., Crook, D., Trentz ,O., Platz, A. Kombinierte dorsale und palmare Plattenosteosynthese bei distalen intraartikulären Radiusfrakturen. Unfallchirurg 111 (2008): 607-612

8. Ekkerlein, H., Ketterl, R. Volare winkelstabile Plattenosteosynthese bei distalen intra- und extraartikulären Radiusfrakturen; deutscher Kongress für Orthopädie und Unfallchirurgie in Berlin 2006
9. Ewert, A., Mittlmeier, T. Indikation und Technik der Handgelenksarthroskopie. Unfallchirurg 110 (2007): 49-62
10. Fellingner, M., Grechenig, W., Clement, H. Die operative Behandlung des distalen Radiusbruchs an typischer Stelle. Eur. Surg. 34 (2002): 6-12
11. Fernandez, D.L. Closed Manipulation and Casting of Distal radius Fractures. Hand Clin 21 (2005): 307-316
12. Fernandez, D.L. Distal radius fracture: the rationale of a classification. Chir. Main 20 (2001): 412-425
13. Fischer, M. Begleitende karpale Bandläsionen bei frischen distalen Radiusfrakturen – arroskopische Studie über 54 Fälle; Acta Chir. Austriaca Heft 4 (1997): 177-179
14. Focke, J., Streeck, U., Kimpel, L., Noack, D.W. Manuelle Therapie und komplexe Rehabilitation Band 1. In: Grundlagen oberer Körperregionen, Springer Medizin Verlag, Heidelberg, 2006, 1. Auflage: 225-255
15. Franck, W.M., Dahlen, C., Amlang, M., Friese, F., Zwipp, H. Distale Radiusfraktur – Ist der nicht – gelenküberbrückende Fixateur externe eine therapeutische Alternative? Eine prospektive randomisierte Studie. Unfallchirurg 103 (2000): 826-833
16. Friedl, H.-P. und Trentz, O. (1995) Distaler Radius. In: Rüter, A., Trentz, O., Wagner, M., (Hrsg) Unfallchirurgie. Urban & Schwarzenberg, München: 521-531

17. Gaulke, R., Spies, M., Krettek, C. Frakturen des Handgelenks und der Hand: Prinzipien der konservativen Behandlung. Unfallchirurg 110 (2007): 833-844
18. Germann, G., Harth, A., Wind, G., Demir, E. Standardisierung und Validierung der deutschen Version 2.0 des „Disability of Arm, Shoulder, Hand“ (DASH)-Fragebogens zur Outcome-Messung an der oberen Extremität. Unfallchirurg 106 (2003): 13-19
19. Gradl, G., Wendt, M., Gierer, P., Beck, M., Mittlmeier, T. Intramedulläre Versorgung der distalen Radiusfraktur. Trauma Berufskrankh 2 (2008): 241-244
20. Grechenig, W., Tesch, N.P., Peicha, G., Seibert, F.J. Ulna –Impaction – Syndrom; Eur.Surg. 34 Suppl. 184 (2002): 46-50
21. Gumpert, N. Speichenbruch, Radiusfraktur, Handgelenksbruch, Copyright © 2007-2012, (<http://www.dr.gumbert.de/html/speichenbruch/html>) Stand 06.05.2012
22. Hempfling, H. Begutachtung der SL- und LT- Band – Schäden, Trauma Berufskrankh 10 (2008): 286-299
23. Hempfling, H. Die Läsionen des Handgelenkdiskus: Pathologie, Diagnostik und Therapie. Orthopäde 33 (2004): 657-675
24. Holz, F. Anerkannte Indikationen zur konservativen Frakturbehandlung: distale Radiusfraktur. Trauma Berufskrankh 6 (2004): 71-75
25. Ilyas, A.M., Jupiter, J.B. Distal radius fractures, classification of treatment and indications for surgery. Orthop Clin North Am 38 (2007): 167-173

26. Jester, A., Harth, A., Germann, G. "Disability of Arm, Shoulder and Hand"-Fragebogen: Bisherige Erfahrungen. Trauma Berufskrankh 10 (2008): 381-383
27. Jester, A., Harth, A., Wind, A., Germann, G., Sauerbier, M. Does the Disability of Shoulder, Arm, and Hand Questionnaire (DASH) Replace Grip Strength and Range of motion in Outcome Evaluation. Handchir. Mikrochir. Plast. Chir. 37 (2005): 126-130
28. Jester, A., Harth, A., Wind, G., Germann, G. Der „Disability of shoulder, arms and hand“- Fragebogen als Instrument zur Identifikation diagnosespezifischer Aktivitätsprofile. Unfallchirurg 106 (2003): 834-838
29. Jupiter, J.B., Marent-Huber, M. Operative Management of Distal Radius Fractures with 2.4-Millimeter Locking Plates: A Multicenter Prospective Case Series: Surgical Technique. J Bone Joint Surg Am 92 (2010): 96-106
30. Klaue, K. Konventionelle Plattenosteosynthese. Orthopäde 39 (2010): 139-148
31. Klonz, A., ATOS Klinik Heidelberg, Geschichte der operativen Behandlung von Knochenbrüchen, (http://atos-alt.rh-kunde.de/de/Geschichte_der_operativen_Knochenbruchbehandlung.htm)
Stand 12.06.2012
32. Klonz, A., Reilmann, H. Palmare Plattenosteosynthese der distalen Radiusfraktur. Unfallchirurg 108 (2005): 155-157
33. Koebke, J. Leitthematik Radius und Handwurzel: Anatomie des Handgelenks und der Handwurzel. Unfallchirurgie 14 (1988): 74-79
34. Köstler, W., Strohm, P., Südkamp, N.P. Entwicklung und aktueller Stand winkelstabiler Plattensysteme. Trauma Berufskrankh 7 (2005): 5-9

35. Krämer, J., Grifka, J., Orthopädie Unfallchirurgie. In: Arm und Hand; Springer Medizin Verlag, Heidelberg , 2007, 8.Auflage: 220-243
36. Krimmer, H., Pessenlehner, C., Haßelbacher, K., Meier, M., Roth, F., Meier, R. Palmare winkelstabile Plattenosteosynthese der instabilen distalen Radiusfraktur. Unfallchirurg 107 (2004): 460-467
37. Kuner, E.H., Mellios, K., Berwarth, H. Behandlung der komplizierten distalen Radiusfraktur mit dem Fixateur externe: Verläufe – Komplikationen – Ergebnisse. Unfallchirurg 105 (2002): 199-207
38. Kwasny, O., Hertz, H., Schabus, R. Die perkutane Bohrdrahtfixation zur Behandlung dislokationsgefährdeter distaler Radiusfrakturen. Akt. Traumatol. 20 (1990): 97-101
39. Lindemann-Sperfeld, L., Pilz, F., Marintschev, I., Otto, W. Der distale Speichenbruch: Minimalinvasive Kirschnerdrahtosteosynthese. Indikation und Ergebnisse. Chirurg 74 (2003): 1000-1008
40. Lohmann, R., Haid, K., Stöckle, U., Raschke, M. Epidemiologie und Perspektiven der Alterstraumatologie. Unfallchirurg 110 (2007): 553-562
41. Lohsträter, A. , Moock, J., Germann, T., Kohlmann, T., Ekkernkamp, A. Bedeutung der postoperativen Übungsbehandlung für das Outcome der distalen Radiusfraktur. Trauma Berufskrankh 10 (2008): 252-255
42. Luther, C., Germann, G, Krimmer, H., Sauerbier, M. Bedeutung des Ellengriffeld bei der Behandlung distaler Radiusfrakturen. Trauma Berufskrankh 9 (2007): 31-37
43. Matschke, S., Glatzel, U., Grützner, A., Wentzensen, A. Distale Unterarmfrakturen. Trauma Berufskrankh 6 (2004): 204-212

44. Meier, R., Krettek, C., Krimmer, H. Bildgebende Verfahren am Handgelenk. Unfallchirurg 106 (2003): 999-1009
45. Meisinger, C., Wildner, M., Siebert, J., Heier, M., Sangha, O., Döring, A. Epidemiologie der Extremitätenfrakturen. Orthopäde 31(2002): 92-99
46. Melone, C.P. Jr., Articular fractures of the distal radius. Ortop Clin North Am 15 (1984): 217-236
47. Müller, M., Chirurgie für Studium und Praxis; Medizinische Verlags- und Informationsdienste Breisach, 2008/09. Auflage 19: 370-374
48. Ochman, S., Frerichmann, U., Armsen, N., Raschke, M.J., Meffert, R.H. Ist die Behandlung der instabilen distalen Radiusfraktur beim älteren Menschen mittels Fixateur externe nicht mehr indiziert? Unfallchirurg 109 (2006): 1050-1057
49. Oestern, H.-J. Distale Radiusfrakturen Teil 1: Grundlagen und konservative Therapie. Chirurg 70 (1999): 1180-1192
50. Oestern, H.-J. Distale Radiusfraktur: Teil 2. Operative Therapien. Chirurg 70 (1999): 1381-1394
51. Oyen, J., Gjesdal, C.G., Brudvik, C., Hove, L.M., Apalset, E.M., Gulseth, H.C., Haugeberg, G. Low-energy distal radius fractures in middle-aged and elderly men and women-the burden of osteoporosis and fracture risk: A study of 1794 consecutive patients; Osteoporos Int 21 (2010): 1257-67

52. Paquet, K.-J., Fetzner, U., Kraus, K. Das Zweite - Kompakt: Chirurgie, Orthopädie, Urologie. In: Chirurgie: Unfallchirurgie / Traumatologie, Fetzner, U., Paquet, K.-J., Kasch, R., Kessler, O., Kraus, K., Blaum, T., Zaak, D. Springer Medizin Verlag, Heidelberg, (2008): 133-146
53. Pechlaner, S., Gabl, M., Lutz, M., Krappinger, D., Leixnering, M., Krulis, B., Ulmer, H., Rudisch, A. Distale Radiusfrakturen - Ätiologie, Behandlungsmethoden und Ergebnisse; Handchir. Mikrochir. Plast. Chir. 39 (2007): 19-28
54. Penning, D., Mader, K. Methodik und Ergebnisse der externen Fixation bei Radiusfrakturen. Trauma Berufskrankh 10 (2008): 245-251
55. Petravic, B., Siebert, H. AO-Klassifikation der Frakturen des Handgelenks. Handchir. Mikrochir. Plast. Chir. 30 (1998): 40-44
56. Prieue, J., Trümmers, D. Kompendium Vorklinik GK1. In: Oberer Extremität, Springer Medizin Verlag, Heidelberg, 2007, 1.Auflage: 61-84
57. Raschke, M.J., Haas, N.P., Stöckle, U. Basiswissen Chirurgie: Unfallchirurgie, Siewert, J.R., Brauer, R.B. Springer Verlag, Heidelberg, 2007, 1.Auflage: 349-375
58. Rikli, D.A., Babst, R. Neue Prinzipien der operativen Behandlung von distalen Radiusfrakturen – winkelstabile Implantate. Therapeutische Umschau Band 60 (2003): 745-750
59. Rikli, D.A., Businger, A., Babst, R. Die dorsale Doppelplattenosteosynthese am distalen Radius. Oper Orthop Traumatol 6 (2005): 639

60. Sakhaii, M., Groenewold, U., Reilmann, H. Ergebnisse nach palmarer Plattenosteosynthese mit der winkelstabilen T-Platte bei 100 distalen Radiusfrakturen: Eine prospektive Studie. Unfallchirurg 106 (2003): 272-280
61. Schiebler, T.H., Korf, H.W., Anatomie. In: Extremitäten, Steinkopff Verlag, Heidelberg, 10. Auflage (2007): 459
62. Schmitt, H.-M. Die Anatomie des ulnokarpalen Komplexes. Orthopäde 33 (2004): 628-637
63. Schmitt, R. Funktionelle Anatomie und Biomechanik des Karpus. Radiologe 46 (2006): 638-648
64. Schmitz, C., Das Zweite-Kompakt: Gesundheitsstörungen. In: Skelett, Bewegungssystem; Schaps, K.P., Kessler, O., Felzner, U., Springer Medizin Verlag, Heidelberg; 2008, S. 274-295
65. Schneiders, W., Amlang, M., Rammelt, S., Zwipp, H. Häufigkeit der traumatischen und chronischen skapholunären Bandläsion bei der distalen Radiusfraktur: differenziertes Behandlungsschema. Unfallchirurg 108 (2005): 715-720
66. Schneiders, W., Biewener, A., Rammelt, S., Rein, S., Zwipp, H., Amlang, M. Die distale Radiusfraktur: Korrelation zwischen radiologischem und Funktionellem Ergebnis. Unfallchirurg 109 (2006): 837-844
67. Schneiders, W., Rehberg, S., Rammelt, S., Amlang, M., Holch, M., Zwipp, H., Heineck, J. Stellenwert der Kirschner – Draht - Osteosynthese in der Behandlung der distalen Radiusfraktur: Untersuchung bei multimorbiden oder demenzen Patienten. Unfallchirurg 110 (2007): 902-906

68. Schofer, M., Kortmann, H.R. Korrekturmöglichkeiten bei Fehlstellung nach distaler Radiusfrakturen. Trauma Berufskrankh 8 (2006): 218-224
69. Scholz, A.O., Schoepp, C., Böhm, H.J., Kortmann, H.-R. Therapie der distalen Radiusfraktur mittels Fixateur externe. Trauma Berufskrankh 9 (2007): 19-23
70. Schupp, A., Tuttlies, C., Möhlig, T., Siebert, H.R. Der distale Speichenbruch: Winkelstabile Osteosynthese mit 2.4mm Formplatten. Ist der Aufwand gerechtfertigt? Chirurg 74 (2003): 1009-1017
71. Scola, E. Diagnostik und Therapie der Algodystrophie. Trauma Berufskrankh 8 (2006): 225-228
72. Siebert, H.R., Klönz, A. Distale Radiusfraktur; Unfallchirurg 108 (2005): 135-153
73. Simic, P.M., Weiland, A.J. Fractures of the Distal Aspect of the Radius: Changes in Treatment over the Past Two Decades. J Bone Joint Surg. Am 85 (2003): 552-564
74. Stahel, P.F., Infanger, M., Bleif, I.M., Heyde, C.E., Ertel, W. Die palmare winkelstabile Plattenosteosynthese: Ein neues Konzept zur Versorgung instabiler distaler Radiusfrakturen. Trauma Berufskrankh 7 (2005): 27-32
75. Strassmair, M., Wilhelm, K., Korrektur posttraumatischer Fehlstellungen am distalen Radius: Auch bei Osteoporose kaum ein Problem. Orthopädie & Rheuma 3 (2001): 30
76. Thiel, W. Photographischer Atlas der praktischen Anatomie. In: Gelenke der oberen Extremität. Articulationes manus, Ansichten, Mechanik des Handgelenks, Punktionen. Springer Verlag, Heidelberg, 2003, 2. Auflage: 808-827

77. Thielke, K.-H., Echtermeyer, V. Konservatives Vorgehen bei körperfernem Speichenbruch: Indikationen im Wandel der therapeutischen Strategien. Trauma Berufskrankh 8 (2006): 207-211
78. Thielke, K.H., Wagner, T., Bartsch, S., Winkelstabile, volare Plattenosteosynthese komplexer artikulärer Frakturen am distalen Radius. Lösung einer Problemfraktur? Chirurg 74 (2003): 1057-1063
79. Thompson, P.W., Taylor, J., Dawson, A. The annual incidence and seasonal variation of fractures of the distal radius in men and woman over 25 years in Dorset, UK; Injury 35(5) (2003): 462-466
80. Thrumble, T.E., Culp, R., Hanel, D., Geissler, W.B., Berger, R.A. Instructional Course Lectures, The American Academy of Orthopaedic Surgeons – Intra-Articular Fractures of the Distal Aspect of the Radius. J Bone J Surg [Am] 80 (1998): 582-600
81. Völlinger, M. , Partecke, B.-D. Nachbehandlung nach distalen Unterarmfrakturen und Handwurzelverletzungen. Orthopäde 32 (2003): 380-385
82. Wagener, H.E.; Jakob, R.P. Operative Behandlung der distalen Radiusfraktur mit Fixateur externe. Unfallchirurg 88 (1985): 473-480
83. Wagner, M. Vor - und Nachteile der winkelstabilen Plattenosteosynthese. Orthopäde 39 (2010): 149-159
84. Walz, M. Treatment of Distal Radius Fractures – WINSTA-R: Palmare winkelstabile Plattenosteosynthese distaler Radiusfrakturen Ergebnisse von 208 Osteosynthesen mit einem neuen anatomisch vorgeformten Implantat. DGOU 2006

85. Weise, K. 30 Jahre Osteosynthese: Entwicklung der operativen Knochenbruchbehandlung in den letzten drei Dekaden. Orthopäde 39 (2010): 122-131
86. Westphal, T., Piatek, S., Winckler, S. Reliabilität und Veränderungssensitivität der deutschen Version des Fragebogens Arm, Schulter, und Hand (DASH). Unfallchirurg 110 (2007): 548-552
87. Wiemer, P., Köster, G., Felderhoff, J., Weber, U. Frakturen am distalen Radius: Wandel der therapeutischen Strategien. Orthopäde 28 (1999): 846-852
88. Windolf, J., Hakimi, M., Schädel-Höpfner, M. Ergebnisse der palmaren winkelstabilen Plattenosteosynthese am distalen Radius. Trauma Berufskrankh 2 (2008): 236-240
89. Woltmann, A., Wagner, F., Beisse, R., Brüren, V. Winkelstabile Plattenosteosynthese am distalen Radius: Indikation, Technik, klinischer Nutzen. Trauma Berufskrankh 6 (2004): 251-257
90. Zettl, R.P., Clauberg, E., Nast-Kolb, D., Ruchholtz, S., Kühne, C.A. Volare winkelstabile vs. dorsale Plattenosteosynthese bei der distalen Radiusextensionsfraktur: Eine prospektive, randomisierte Untersuchung. Unfallchirurg 112 (2009): 712-718

8. Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Die knöchernen Strukturen des Handgelenks (Schiebler et al., 2007)	5
Abb. 2: Anatomie des ulnocarpalen Komplexes (Schmidt, 2004)	7
Abb. 3: Drei Säulenmodell des distalen Radius nach Rikli und Regazzoni	9
Abb. 4: Radiusbasiswinkel (rot); Ulnavorschub (blau)	10
Abb. 5: palmare Neigungswinkel	10
Abb. 6: Melone-Klassifikation der distalen Radiusfraktur (Melone, 1984)	15
Abb. 7: AO-Klassifikation der distalen Radiusfraktur (Wiemer et al., 1999)	17
Abb. 8: Reposition im Mädchenfänger (Oestern, 1999)	19
Abb. 9: K-Draht Osteosynthese nach Willensegger (Oestern, 1999)	23
Abb. 10: Methode nach Kapandji (Oestern, 1999)	23
Abb. 11a, b, c: Distale Radiusfraktur (A2), die mit Kirschnerdrähten fixiert wurde. (Oestern, 1999)	23
Abb. 12: Gelenkübergreifender Fixateur Externe (Oestern, 1999)	25
Abb. 13: Röntgenbild einer mit Fixateur externen versorgten C2-Fraktur	25
Abb. 14 a, b, c: Schraubenosteosynthetische Versorgung einer B2- Fraktur (Oestern,1999)	26
Abb. 15: Operationszugang bei volarer Plattenosteosynthese am distalen Radius (Jupiter et al., 2010)	28
Abb. 16: Vorübergehende Fixierung mittels K-Draht am Anfang der Operation (Jupiter et al., 2010)	28
Abb. 17: Platzierung der T-Platte auf dem Knochen (Jupiter et al. 2010)	29
Abb. 18: Fixierung der winkelstabilen Platte mit selbstschneidenden Schrauben (Jupiter et al., 2010)	29
Abb. 19: Intraoperative Kontrolle des Repositionsergebnisses durch den Bildwandler (Jupiter et al., 2010)	30
Abb. 20 a, b, c, d: Postoperatives Ergebnis nach Anlage einer volaren winkelstabilen Radiusplatte bei C2-Fraktur (Eggerlein u. Ketterl, 2006)	30
Abb 21: Beispiel für eine dorsale Doppelplattenosteosynthese am distalen Radius (Rikli et al., 2005)	33

Abb. 22: Winkelstabile Plattensysteme (Winsta-R) für den distalen Radius von der Firma Marquardt, welche in meiner Studie verwendet wurden (Walz, 2006)	35
Abb. 23: Verplumptes linkes Handgelenk	53
Abb. 24: Supination rechts eingeschränkt	55
Abb. 25: Ulnarabduktion links reduziert	55
Abb. 26: Palmerflexion links reduziert	56
Abb. 27: Einschränkungen bei der Dorsalextension	56
Abb. 28: In Fehlstellung verheilte distale Radiusfraktur, a.p.-Strahlengang (rot = relativer Ulnavorschub, gelb = abgeflachter Radiokarpalwinkel) (Strassmair, 2001)	60
Abb. 29: In Fehlstellung verheilte distale Radiusfraktur, seitlicher Strahlengang (gelb = abgekippter Radiokarpalwinkel) (Strassmair, 2001)	60
Abb 30: Ulnarabduktion	81
Abb. 31: Radialabduktion	81
Abb. 32: Palmarflexion	81
Abb. 33: Faustschluss	81

9. Diagrammverzeichnis

Diagramm 1: Anzahl der operativ versorgten distalen Radiusfrakturen im direkten Vergleich mit der Menge aller therapierten Radiusfrakturen im Klinikum Traunstein.	37
Diagramm 2: Veränderungen in der operativen Therapie der distalen Radiusfrakturen.	38
Diagramm 3: Geschlechterverhältnis bei distaler Radiusfraktur.	43
Diagramm 4: Verteilung der Frakturrate bezüglich Alter und Geschlecht.	44
Diagramm 5: Darstellung der häufigsten Unfallursachen für distale Radiusfrakturen.	45
Diagramm 6: Häufigkeit der einzelnen AO-Frakturtypen in meinem Patientenkollektiv.	45
Diagramm 7: Dauer zwischen Frakturereignis und operativer Versorgung.	46
Diagramm 8: Schnittnaht-Zeit.	47
Diagramm 9: Darstellung des postoperativ empfohlenen Prozederes.	47
Diagramm 10 : Entwicklung der Arbeitssituation nach dem Unfall.	49
Diagramm 11: Darstellung der Dauer der Arbeitsunfähigkeit.	50
Diagramm 12: Darstellung des Schmerzgrades mit Hilfe einer Schmerzskala.	51
Diagramm 13: Prozentualer Anteil der vorrangig subjektiven Beschwerden der Patienten.	51
Diagramm 14: Darstellung der Zufriedenheit der Patienten mit dem postoperativen Ergebnis.	52
Diagramm 15: Die Verteilung der Druckschmerzhaftigkeit am Handgelenk.	53
Diagramm 16: Mittlerer Bewegungs- und Kraftverlust der operierten Hand verglichen mit der Gegenseite.	54
Diagramm 17: Bewegungs- und Kraftverlust der operierten Hand verglichen mit der Gegenseite bei Betrachtung des Medians.	55
Diagramm 18: Darstellung der Abhängigkeit des Dorsalextensionsverlustes von der AO-Klassifikation.	56
Diagramm 19: Darstellung des Bewegungsumfangsverlustes in Abhängigkeit zur AO-Klassifikation.	57
Diagramm 20: Zusammenhang zwischen Alter und Größe des Bewegungsumfangs.	58
Diagramm 21: Häufigkeitsverteilung des Winkels im seitlichen Strahlengang.	59

Diagramm 22: Verteilung des radioulnaren Winkels im a.p.-Strahlengang.	59
Diagramm 23 : Darstellung der Stellungsverhältnisse zwischen Radius und Ulna.	60
Diagramm 24: Darstellung des Processus styloideus ulnae im postoperativen Röntgenbild.	61
Diagramm 25: Zusammenhang zwischen den Winkeln im seitlichen Strahlengang und der AO-Klassifikation.	61
Diagramm 26: Darstellung der Korrelation des Grades der Radiokarpalarthrose mit dem Bewegungs- und Kraftverlust im Vergleich mit der Gegenseite.	62
Diagramm 27: Verteilung der Dash-Score Punktwerte bei 115 Patienten.	63
Diagramm 28: Darstellung des Zusammenhangs zwischen Dash-Score und AO-Klassifikation.	64
Diagramm 29: Abhängigkeit zwischen Operationszeitpunkt nach der Fraktur und dem Dash-Score.	65
Diagramm 30: Zusammenhang von Schnitt-Naht-Zeit und Dash-Score.	65
Diagramm 31: Korrelation des radioulnaren Winkels mit dem Dash-Score.	66
Diagramm 32: Bedeutung der Radiokarpalarthrose für den Dash-Score.	67
Diagramm 33: Zusammenhang zwischen Dash-Score und Kraft.	68
Diagramm 34: Ergebnisse bei der Auswertung des Scores nach Castaing.	69

10. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: postoperative Komplikationsraten (n=85)	71
Tabelle 2: Komplikationsraten beim Einsatz von palmaren Platten und Fixateur externe.	74
Tabelle 3: Kraft und Bewegungsumfang: Ergebnisvergleich mehrerer Studien	75
Tabelle 4: Radiologische Resultate im Vergleich	77
Tabelle 5: Komplikationsraten nach distaler Radiusfraktur	83

11. Danksagung

Im Folgendem möchte ich mich bei allen Menschen bedanken die mich bei der Fertigstellung meiner Dissertation tatkräftig unterstützt haben.

Zunächst möchte ich meinem Doktorvater Professor Dr. Ketterl und meinem Betreuer Dr. Eich danken. Beide haben mich bei der Auswahl und Fertigstellung der Fragebögen unterstützt. Außerdem haben sie mir beigebracht Röntgenbilder der Hand richtig auszuwerten und die klinische Untersuchung der oberen Extremität richtig durchzuführen. Ich möchte mich vor allem noch einmal dafür bedanken, dass ich bei Unklarheiten auch gerne mehrmals nachfragen konnte.

Als nächstes möchte ich der Chefsekretären Frau Diana Stiller danken, welche mich während der Nachuntersuchung und bei der Aktenbeschaffung hervorragend unterstützt hat.

Zuletzt möchte ich auch noch meiner Familie danken, welche während meines Studiums und beim Schreiben meiner Doktorarbeit immer für mich da war und mir geholfen hat wo es nur ging. Besonders danke ich meinem Ehemann Elie Truc-Vallet, der mich in die Arbeit mit Excel eingeführt hat und mir immer gerne geholfen hat wenn ich trotzdem einmal nicht weiter gekommen bin. Außerdem danke ich meiner Mutter Beate Ballauf für ihr fleißiges Korrekturlesen.

12. Lebenslauf

Persönliche Daten:

Name: Antonia Elisabeth Truc-Vallet geb. Ballauf

Geburtsdatum: 29.09.1983

Geburtsort: Prien am Chiemsee

Wohnhaft: Hochfellnstraße 30, 83278 Traunstein

Familienstand: verheiratet mit Elie Truc-Vallet

Schulbildung:

1990/91-1994 Grundschule Haslach (in Traunstein)

1994/95-2001 Chiemgau Gymnasium Traunstein

2001/02-2003 Johannes Heidenhain Gymnasium Traunreut

Studium:

WS 2004/05-2011 Humanmedizinstudium an der Technischen Universität München

12/2011 Approbation als Humanmedizinerin

Beruf:

15/05/2012 Assistenzärztin in der Neurologie Klinikum Traunstein