

Aus der Klinik für Unfall- und Handchirurgie
der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Direktor: Prof. Dr. med. J. Windolf

**Komplikationen nach winkelstabilen palmaren Plattenosteosynthesen
am distalen Radius.
Ergebnisse des DGU-Registers**

Dissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin
der Medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

vorgelegt von
Martin Schäfer
2013

Als Inauguraldissertation gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der
Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Gez.: Univ.-Prof.Dr.med.Joachim Windolf
Dekan
Referent: Prof.Dr.Schädel-Höpfner
Korreferent: Prof.Dr.Fürst

1 Inhalt

1	Einleitung.....	6
1.1	Anatomie.....	7
1.1.1	Unterarm (Radius/Ulna)	7
1.1.2	Hand	8
1.1.3	Bänder	9
1.1.4	Blutversorgung	10
1.2	Inzidenz und Pathomechanismus von distalen Radiusfrakturen.....	10
1.3	Diagnostik.....	12
1.4	Begleitverletzungen	13
1.4.1	Abriss des Processus styloideus ulnae.....	13
1.4.2	Gefäßverletzungen.....	14
1.4.3	Nervenverletzungen	14
1.4.4	Sehnenverletzungen.....	14
1.4.5	Bandverletzungen	14
1.4.6	Fehlstellungen.....	14
1.5	Klassifikation.....	15
1.5.1	Historische Einteilungen der Radiusfraktur	15
1.5.2	Frykman (1967).....	15
1.5.3	AO-Klassifikation (1990)	16
1.5.4	Melone-Klassifikation für intraartikuläre Frakturen (1984).....	18
1.6	Therapie.....	19
1.6.1	Konservative Therapie	19
1.6.2	Operative Therapie	21
1.6.3	Weiterbehandlung nach operativer Versorgung	28
1.7	Zusammenfassende Bewertung der aktuellen Therapie der distalen Radiusfraktur.....	30
2	Zielstellung	31
3	Material und Methoden	32
3.1	Teilnehmende Kliniken:	32
3.2	Statistik	34
4	Ergebnisse	35
4.1	Gesamtkomplikationsrate und Häufigkeit einzelner Komplikationen	35
4.2	Epidemiologische Daten	36
4.2.1	Patientenalter und Geschlecht	36
4.2.2	Frakturklassifikation	36
4.2.3	Geschlechtsbezogener Unfallmechanismus	37
4.2.4	Begleitverletzungen im Bereich der Hand	37
4.2.5	Begleitverletzungen in anderen Regionen.....	38
4.2.6	Vorbestehende Veränderungen im Bereich der betroffenen Hand.....	39
4.2.7	Weitere Begleiterkrankungen	39
4.2.8	Osteoporose	40
4.3	Behandlung	41
4.3.1	Häufigkeit der verwendeten Implantate.....	41
4.3.2	Zusätzlich zur winkelstabilen Platte angewandte Osteosynthesetechniken.....	41
4.4	Beschreibung der Komplikationen.....	42

4.4.1	Instabilität der Osteosynthese	42
4.4.2	Sehnenschäden	43
4.4.3	Intraoperative Komplikationen.....	43
4.4.4	Nervenschäden und Karpaltunnelsyndrom.....	44
4.5	Behandlerabhängige Faktoren	46
4.5.1	Anzahl der Komplikationen pro Klinik	46
4.5.2	AO-Klassifikation der Radiusfraktur im Bezug zur Klinik.....	47
4.5.3	Qualifikation des Operateurs im Bezug zur Klinik	48
4.5.4	Häufigkeit und Art der Komplikationen im Bezug auf den Ausbildungsstand des Operateurs und der Anzahl der von Ihm durchgeführten gleichen Eingriffe.....	50
4.6	Weitere mögliche Einflussfaktoren.....	51
4.6.1	Komplikationen im Bezug zum Implantat.....	51
4.6.2	Komplikationen im Bezug auf den Abstand zwischen Unfallereignis und Zeitpunkt der endgültigen Frakturversorgung.....	51
4.6.3	Komplikationen bezogen auf die verwendete Anzahl der Schrauben 52	
4.6.4	Übersicht der regelhaften postoperativen Therapie bevor eine Komplikation aufgetreten ist.....	53
4.7	Auswertung der Reevaluation	54
5	Diskussion	55
5.1	Aktuelle Therapie der distalen Radiusfraktur.....	55
5.2	Analyse der Gesamtkomplikationsrate.....	56
5.3	Analyse der Epidemiologischen Daten	57
5.4	Komplikationen im Detail.....	58
5.4.1	Instabilität.....	58
5.4.2	Sehnen.....	59
5.4.3	Intraoperative Komplikationen.....	60
5.4.4	Nerven und Karpaltunellsyndrom (KTS)	61
5.4.5	Knöcherner Heilung.....	62
5.4.6	Infektion.....	62
5.4.7	Anderes	63
5.4.8	Complex regional pain syndrom (CRPS).....	63
5.5	Analyse der behandlerabhängigen Einflußfaktoren und zum Implantat.....	64
5.5.1	Anzahl der von Operateur durchgeführten Eingriffe im Bezug zur Qualifikation des Operateurs	64
5.5.2	Komplikationen im Bezug zum Implantat.....	65
5.6	Analyse der weiteren möglichen Einflußfaktoren.....	65
5.6.1	Materialentfernung.....	65
5.6.2	Zugang über den Flexor carpi radialis.....	65
5.6.3	Komplikationen im Zusammenhang zum Unfall-Op-Abstand	66
5.6.4	Postoperative Therapie.....	67
5.6.5	Besetzung der Schraubenlöcher	67
5.7	Analyse der Methodik.....	67
5.8	Fazit.....	68
6	Zusammenfassung.....	69
7	Literaturverzeichnis	71
8	Anhang	76
8.1	Tabellenverzeichnis	76

8.2	Abbildungsverzeichnis.....	76
8.3	Fragebögen	78
8.3.1	Klinik-Fragebogen Komplikationsregister.....	78
8.3.2	Patienten-Fragebogen Reevaluation	82
9	Lebenslauf	83
10	Eidesstattliche Versicherung	84
11	Danksagung	85

1 Einleitung

Die distale Radiusfraktur ist mit 15-25% die häufigste Fraktur des Menschen, mit ansteigender Häufigkeit in den letzten Dekaden (Alffram P.A. 1962; Fernandez D.L. 1996; Petravic B. 1997; Beil F. T. 2010). Sie ist bei Frauen, besonders im postmenopausalen Alter, häufiger als bei Männern. Der Altersmedian liegt bei den Frauen ca. 60 Jahren und bei den Männern bei ca. 30 Jahren. Bei den Männer spielen insbesondere in jüngeren Jahren Arbeits- und Sportunfälle sowie Hochresonanztraumen eine wichtige Rolle. Die Zunahme der Fraktur im Alter, besonders bei den Frauen, wird durch Osteoporose begünstigt (Kihara H. 1995; Prokop A. 2004; Beil F. T. 2010). Die mittlere jährliche Inzidenz liegt in der europäischen Bevölkerung zwischen 220 und 480 Fällen pro 100000 Einwohner .

Extensionsfrakturen des distalen Radius wurden 1783 durch den Franzosen C. Pouteau (Pouteau C. 1783) und 1814 durch den irischen Chirurgen Abraham Colles (Colles A. 1814) beschrieben. 1847 folgte die Erstbeschreibung der Flexionsfraktur durch Sir Robert Smith (Smith R.W. 1847). J.R.Barton beschrieb 1838 erstmalig Frakturen, bei denen der Karpus nach dorsal disloziert ist (Barton J.R. 1838).

In der Vergangenheit wurden Frakturen des distalen Radius überwiegend konservativ behandelt, wobei man sich zur Reposition verschiedener Techniken bediente. Die Ergebnisse waren jedoch häufig unbefriedigend und hatten massive Fehlstellungen zur Folge. Auch wurde oft die Schwere des Knochenbruchs und der Begleitverletzungen unterschätzt.

Wurde die distale Radiusfraktur in früheren Jahren operativ versorgt, so erfolgte dies bevorzugt mit minimal invasiven Methoden wie der Kirschner-Drahtosteosynthese oder dem Fixateur-externe (Schupp A. 2003; Koshimune M. 2005). Plattenosteosynthesen wurden bei Extensionsfrakturen überwiegend von dorsal vorgenommen, um einer Redislokation der distalen Fragmente im Sinne einer Abstützung entgegen zu wirken. Palmare Abstützplatten wurden nur bei den Flexionsfrakturen verwendet. Die dorsale Plattenlage ist allerdings mit zahlreichen Komplikationsmöglichkeiten behaftet. Insbesondere die schlechte Weichteildeckung und die enge Lagebeziehung zwischen Strecksehnen und Platte waren dafür verantwortlich, dass sich dieses Verfahren nicht durchsetzen konnte. Mit der Verbreitung winkelstabiler Platten-Schrauben-Systeme hat sich die operative Versorgung von distalen Radiusfrakturen seit der Jahrtausendwende grundsätzlich geändert. Seitdem ist die winkelstabile palmare Plattenosteosynthese zum bevorzugten Verfahren für die Versorgung von distalen Radiusfrakturen geworden (Jakob M. 2000; Kamano M. 2002; Orbay J.L. 2002; Sakhaii : 2003; Thielke K.H. 2003; Rozenthal T.D. 2006; Weninger P. 2011). Wenngleich die Vorzüge dieser Methode in der praktischen Anwendung sowie für die Retention und anatomische Rekonstruktion überzeugen, wurde ein Überlegenheitsnachweis gegenüber

anderen Osteosyntheseverfahren nach evidenzbasierten Kriterien bisher nicht erbracht (Strohm P.C. 2005; Windolf J. 2008).

Ziel dieser Arbeit ist es die Häufigkeit und die Art der Komplikationen bei palmarer Plattenosteosynthese zu untersuchen. Dieser Fragestellung wurde mit Hilfe eines Registers im Sinne der Versorgungsforschung nachgegangen.

1.1 Anatomie

1.1.1 Unterarm (Radius/Ulna)

Der Unterarm (Antebrachium) wird unterteilt in die lateral liegende, kürzere Speiche (Radius) und die mediale und etwas längere Elle (Ulna).

In der Supinationsstellung liegen Ulna und Radius parallel zueinander, während der bewegliche Radius die Ulna in der Pronationsstellung überkreuzt. Als Neutral-Null-Stellung bezeichnet man die Semipronationsstellung. Die Pro-/Supinationsachse verläuft durch das Caput radii und den Proc. Styloideus ulnae.

Proximal am Radius befindet sich das Caput radii mit der Fovea articularis, welche in direktem Kontakt mit dem Capitulum humeri steht. Die Fovea articularis setzt sich nach distal in die Circumferentia articularis radii fort und bildet mit der Incisura radialis der Ulna das proximale Radioulnargelenk. Am Übergang zwischen Collum radii und Corpus radii sitzt medial die Ansatzstelle der Sehne des M.biceps brachii, die Tuberositas radii.

Das Corpus radii ist im Querschnitt dreieckig. Zwischen dem medialen Margo interosseus und dem Margo anterior spannt sich die Facies anterior. Daran schließen sich weiter nach lateral die Facies lateralis zum Margo posteriores und daran die Facies posteriores an.

Nach distal verbreitert sich der Radius zur knorpelüberzogenen Facies articularis carpalis. Diese bildet den Kontakt zu den Handwurzelknochen. Medial senkt sich die Incisura ulnaris (radii) als Gelenkfläche für die Circumferentia articularis ulnae ein und bildet somit das distale Radioulnargelenk. Auf der lateralen Seite sitzt der Processus styloideus radii auf der Crista suprastyloidea. Auf der Dorsalseite liegt zur Trennung der Sehnen des M.extensor pollicis longus und des M. extensor carpi radialis longus et brevis das Tuberculum dorsale Listeri (Frank J. 2003) (s.Abb.1).



Abbildung 1: Knöcherne Anatomie distaler Unterarm und Handwurzel (Pechlaner S. 1998)

1.1.2 Hand

Die Handwurzelknochen (Ossa carpi) bilden eine aus jeweils vier Knochen bestehende proximale und distale Reihe. Zusätzlich gibt es akzessorische Handwurzelknochen. Beide Reihen zusammen bilden einen Körper, der nach proximal konvex und nach distal wellenförmig ist. Zwischen der proximalen und distalen Karpalreihe liegt das Mediokarpalgelenk. Auch die Handinnenfläche ist konkav und wird gespannt vom Retinaculum mm. flexorum. Dieses erstreckt sich vom Os scaphoideum und Os trapezium zum Os hamatum und Os triquetrum. Der darunter entstehende Kanal nennt sich Canalis carpi.

Der proximalen Reihen zugehörig sind von radial nach ulna das Os scaphoideum, Os lunatum, Os triquetrum und das Os pisiforme. Das Os pisiforme stellt ein Sesambein in der Sehne des M. flexor carpi ulnaris dar und ist mit der palmaren Fläche des Os triquetrum verbunden. Es beteiligt sich folglich nicht am proximalem Handgelenk. Zur distalen Reihe werden gezählt von radial nach ulna das Os trapezium, Os trapezoideum, Os capitatum und das Os hamatum mit dem palmaren Fortsatz Hamulus ossis hamati.

Das Artikulation radio carpalis (proximales Handwurzelgelenk) wird gebildet vom Radius, vom Discus articularis und von der proximalen Reihe der Handwurzelknochen. Es bildet eine ellipsoide Gelenkfläche. Die Gelenkkapsel ist schlaff und dorsal eher dünn und wird durch zahlreiche Bänder verstärkt.

Das Artikulation mediocarpalis (distales Handwurzelgelenk) besteht aus einem „S“-förmigen Gelenkspalt und wird gebildet von der proximalen und der distalen Reihe der

Handwurzelknochen. Dadurch sind die beiden Knochenreihen ineinander verzahnt. Dabei hat die proximale Reihe eine separate Beweglichkeit, wohingegen die Knochen in der distalen Reihe durch Bänder untereinander und mit den Metakarpal-Basen eher straff verbunden sind. Die Gelenkkapsel ist palmar straff und dorsal dagegen schlaff (Otto W 1998) (s.Abb.2).

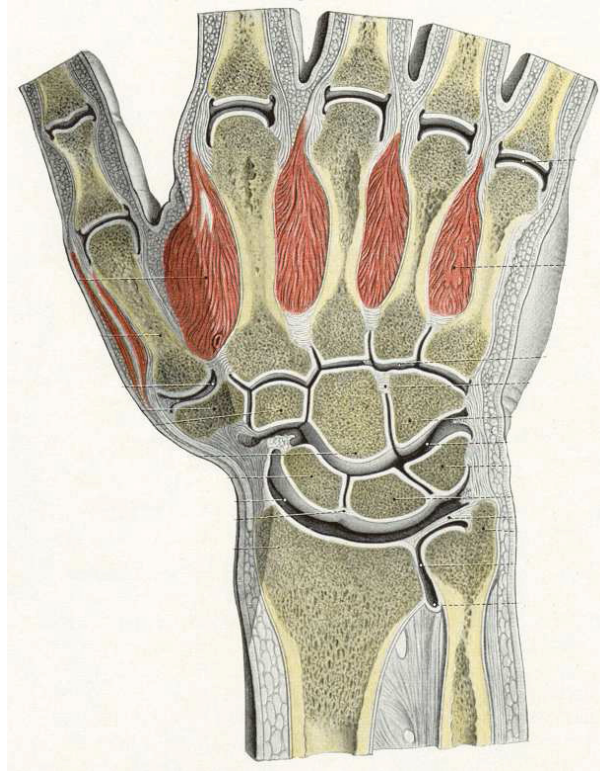


Abbildung 2: Anatomie der Handwurzelknochen und des Handgelenkes (Hafferl A. 1953)

1.1.3 Bänder

Zwischen Radiuschaft und Ulnaschaft spannt sich die Membrana interossea. Dabei ziehen ihre Fasern von proximal radialseitig nach distal ulnaseitig zur Ulna. Proximal wird die Membrana interossea durch die Corda obliqua verstärkt, die in entgegengesetzter Richtung zu den Fasern der Membrana interossea verläuft. Sie zieht an der Tuberositas ulnae beginnend bis zum Margo interosseus radii distal der Tuberositas radii. Die Membrana interossea verhindert Parallelverschiebungen von Radius und Ulna und überträgt Zug- und Druckbelastungen vom einen auf den anderen Knochen.

Im Handwurzelbereich sind vier Gruppen von extrinsischen Bändern zu unterscheiden. Fast alle Bänder verstärken die Gelenkkapsel und sind eine Art Führungsbänder für die Bewegungen im Handwurzelbereich.

Die erste Gruppe bilden die Bänder, die die Handwurzelknochen mit den Unterarmknochen verbinden. Dazu zählen das Lig. collaterale carpi ulnare, Lig. collaterale carpi radiale, Lig. radiocarpale palmare, Lig. radiocarpale dorsale und das Lig. ulnocarpale palmare.

Die Lig. intercarpalia bilden die zweite Gruppe und verbinden die Handwurzelknochen

untereinander. Es sind das Lig. carpi radiatum, Lig. pisohamatum und die Ligg. intercarpalia palmaria, dorsalia et interossea.

Die Bänder zwischen den Handwurzel- und Mittelhandknochen bilden die dritte Gruppe (Ligg. carpometocarpalia). Dazu gehören das Ligg. pisometacarpale und die Ligg. carpometocarpalia palmaria et dorsalia.

Die Bänder der ersten drei Gruppen bilden beugeseitige eine doppelt V-förmige Anordnung und dorsal ein rechtwinklig dazu liegendes weiteres V.

Die vierte Gruppe wird von den Bändern, die die Mittelhandknochen miteinander verbinden gebildet (Ligg. intermetacarpalia). Sie gliedern sich in die Ligg. metacarpale dorsalia, interossea et palmaria (Short W.H. 1987).

Darüber hinaus existieren die sog. intrinsischen Bänder, welche die Knochen der proximalen Handwurzelreihe untereinander verbinden. Es handelt sich um das skapholunäre interossäre Band und das lunotriquetrale interossäre Band.

1.1.4 Blutversorgung

An der Versorgung des distalen Radius sind epiphysäre, metaphysäre und diaphysäre Gefäße beteiligt. Die Gefäße, die auf Höhe des Tuberculum listeri palmarseitig in den Knochen münden, entstammen der A.radialis sowie dem palmokarpalen Ast und dem anterioren Ast der A.interossea anterior. Sie gehören zu den palmaren epiphysären Gefäßen, wobei die dorsalen epiphysären Gefäße dorsal seitig in das Tuberculum listeri münden.

Der Hauptanteil der Gefäßversorgung rekrutiert sich aus den Muskelästen des M.pronator quadratus und der A.interossea anterior und gehört somit zum metaphysären Gefäßsystem (Platzer 2003).

1.2 Inzidenz und Pathomechanismus von distalen Radiusfrakturen

Bei den Männern dominieren die Hochresonanztraumen und Stürze aus großer Höhe, während bei den Frauen häufiger ein Sturz zu ebener Erde vorliegt. Zudem leiden die Frauen häufiger unter Osteoporose, was das Auftreten von Frakturen begünstigt. Der Häufigkeitsgipfel beim Alter liegt bei den Männern bei ca. 30 Jahren und bei den Frauen bei ca. 60 Jahren (Oestern H.J. 1999).

Klassisch für die Entstehung bei ca. 90% der distalen Radiusfrakturen ist der Sturz auf die ausgestreckte und im Handgelenk überstreckte Hand (Extensionsfraktur nach Colles 1814) (Colles A. 1814; Frykman G. 1967) (Abb. 1). So entstehen die typischen Frakturen des distalen Radiusendes bei einem Extensionswinkel von 40 bis 90 Grad und einer radialen oder ulnaren Abduktion zwischen 0 und 35 Grad. Sind die Winkel kleiner kommt es eher zu Unterarmschaftfrakturen oder Frakturen im Bereich des Ellenbogengelenkes. Bei größeren

Winkeln entstehen eher Luxationen oder Frakturen der Handwurzel (Oestern H.J. 1999). Nach Studien von Frykman ist dafür eine mittlere Kraft von 300 kp bei Männern und 200 kp bei Frauen im mittleren Alter notwendig (Frykman G. 1967). Nach H. Minne ist die Kraft, die benötigt wird um eine Fraktur hervorzurufen, mit 150 kp bei Männern und 100 kp bei Frauen mit osteoporotischen Knochenverhältnissen deutlich geringer (Boszotta H. 1991) (s.Abb.3).

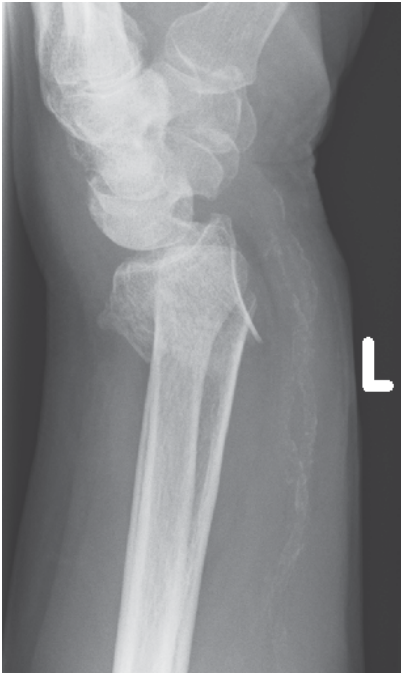


Abbildung 3: Extensionsfraktur nach Colles

Kommt es zum Sturz auf die palmar flektierte Hand (Abb. 2), was mit ca. 10% wesentlich seltener auftritt, disloziert das distale Fragment zur Beugeseite. Diese Flexionsfraktur wird nach ihrem Erstbeschreiber Sir Robert W. Smith (1807-1873) auch Smithfraktur (1847) genannt (Smith R.W. 1847; Oestern H.J. 1999).



Abbildung 4: Flexionsfraktur nach Smith

Die physiologische Kraftverteilung auf das Radiokarpalgelenk kann über das Dreisäulenmodell nach Rikli und Regazzoni beschrieben werden. Danach lässt sich der distale Unterarm in drei Säulen einteilen.

1. Radiale Säule: Processus styloideus radii mit Fossa scaphoidea
2. Zentrale Säule: ulnarer Teil des Radius mit Fossa lunata und Fascies articularis ulnae
3. Ulnare Säule: distale Ulna mit ulnokarpalem Komplex

Die Hauptlast wird dabei über die zentrale Säule abgeleitet. In Dorsalextension kommt es zu einer Umverteilung der Kraft auf die Fossa scaphoidea und somit auf die radiale Säule. Bei der Frakturversorgung ist es besonders wichtig auf eine genaue Formwiederherstellung zu achten, da eine sonstige Umverteilung des Kraftflusses zu einer Überbeanspruchung der ulnaren Säule führen kann. Mögliche Folgen wären funktionelle Veränderungen und eine chronische Instabilität der Handwurzel und des Handgelenkes sowie die Entstehung einer radiokarpalen Arthrose (Oestern H.J. 1999; Rikli D. A., Businger A. et al. 2005; Siebert H. 2006) (s.Abb.4).

1.3 Diagnostik

Bevor mit der körperlichen Untersuchung begonnen wird, sollte eine ausführliche Anamnese erhoben werden. Dabei sollten der Unfallhergang und dessen Ursachen ebenso erfasst werden, wie auch mögliche Vorerkrankungen, Medikamenteneinnahmen des Patienten und Begleitverletzungen. Prellmarken und Weichteilverletzungen können einen ersten Hinweis auf Begleitverletzungen geben.

Bei der körperlichen Untersuchung stehen neben starken Schmerzen oft Fehlstellungen und ein Funktionsverlust im Vordergrund. Seltener liegen Sensibilitätsstörungen vor. Im

Verletzungsgebiet zeigt sich oft eine deutliche Hämatombildung und teilweise auch eine palpable Stufenbildung und ein Krepitieren der Knochen. Die aktive Beweglichkeit der Fingergelenke sollte überprüft werden. Dabei muss auch die Durchblutung und die Sensibilität des Unterarms und der Hand getestet werden.

Nach der klinischen Untersuchung sollten Röntgenaufnahmen des Handgelenkes in zwei Ebenen (posterior-anteriorer und streng seitlicher Strahlengang) erfolgen. Dabei ist besondere Aufmerksamkeit auf folgende Punkte zu richten:

1. metaphysäre Trümmerzone
2. Gelenkbeteiligung
3. relative Radiusverkürzung
4. Dislokationsrichtung der Fragmente

Die Computertomographie (CT) ist zur genauen Beurteilung der Frakturmorphologie und zur OP-Planung bei allen artikulären und komplexen Frakturen hilfreich. Die Magnetresonanztomographie (MRT) hat insbesondere zur Erkennung von ligamentären Begleitverletzung einen Stellenwert.

Intraoperativ sollte nach der Radiusosteosynthese eine dynamische Röntgenuntersuchung zum Ausschluss einer karpalen Bandverletzung erfolgen (Gradl G. 2009).

1.4 Begleitverletzungen

1.4.1 Abriss des Processus styloideus ulnae

Obwohl der Abriss des Processus styloideus ulnae mit ca. 40% die häufigste Begleitverletzung darstellt, besteht in der Literatur keine einheitliche Auffassung über die Bedeutung dieser Fraktur. Während manche Autoren ihr keine besondere Bedeutung zuschreiben (Souer J. S. 2009), sehen andere Autoren in ihr eine wesentliche Bedeutung im Bezug auf eine mögliche Instabilität des distalen Radioulnargelenkes (May M.M. 2002). Sie heben besonders die Funktion des Processus als die wesentliche Ansatzstelle des Discus triangularis (TFC) hervor. Frakturen des Ulnastyloids resultieren häufig in einer Pseudarthrose, die aber nur in seltenen Fällen von klinischer Relevanz ist. Typischerweise handelt es sich um eine Erfordernisfehlstellung bei nicht anatomisch geheilter distaler Radiusfraktur (Langenberg R. 1989; Habernek H 1992; Williams C.S. 1993; Geissler W.B. 1996; Oestern H.J. 2001).

1.4.2 Gefäßverletzungen

Die Verletzung der großen Gefäße wie A.radialis oder A.ulnaris sind bei isolierten Radiusfrakturen selten zu beobachten. Häufiger sind sie bei Hochresonanztraumen oder Amputationsverletzungen. Es ist sehr wichtig, durch Erhebung des Pulsstatus (Puls A.radialis/ulnaris) und der peripheren Rekapillarisation die Durchblutungsverhältnisse zu untersuchen.

1.4.3 Nervenverletzungen

Eine Schädigung des N.medianus ist besonders beim Extensionstrauma zu finden. Dabei kann es durch Fragmente und/oder Hämatombildung zur Einengung des Karpaltunnels kommen, woraus eine Kompression des N.medianus in unterschiedlichem Ausmaß resultiert. In diesem Fall sollte eine möglichst schnelle Entlastung durch Reposition und Spaltung des Retinaculum flexorum und ggf. Ausräumen eines Hämatoms erfolgen, um Folgeschäden zu verhindern (Pettracic A. 1993).

1.4.4 Sehnenverletzungen

Sehnenverletzungen sind in der Akutphase der Radiusfraktur eher selten. Ursächlich für die überwiegend sekundär auftretenden Sehnenrupturen sind zumeist eine Nährstoffunterversorgung durch eine gestörte Blutzirkulation und anhaltende mechanische Läsionen der Sehnen. Es kann dann Monate später zu einer Sekundärruptur auf dem Boden einer Nekrosen kommen. Hauptsächlich betroffen ist die Sehne des M.extensor pollicis longus. Klinisch fällt dies durch eine beeinträchtigte Streckfähigkeit des Daumens auf. Die Behandlung der veralteten Ruptur der langen Daumenstrecksehne erfolgt in der Regel durch eine Transposition der Sehne des M.extensor indicis (Reil P. 1993). Sowohl Streck- als auch Beugesehnenrupturen sind als Sekundärfolge nach operativer Versorgung distaler Radiusfrakturen möglich.

1.4.5 Bandverletzungen

Für die Diagnosestellung karpaler Bandverletzung können eine MRT-Bildgebung oder eine Handgelenksarthroskopie sehr hilfreich sein. Die häufigsten Begleitverletzungen stellen Läsionen des TFCC und des skapholunären Bandapparates dar (Gradl G. 2009).

1.4.6 Fehlstellungen

Nachdem über lange Zeit die Auffassung vertreten wurde, dass der Verbleib von Fehlstellungen nach distalen Radiusfrakturen keine wesentliche funktionelle Relevanz besitzt, hat sich in den letzten beiden Jahrzehnten die Erkenntnis durchgesetzt, dass eine möglichst

anatomische Rekonstruktion des distalen Radius eine wesentliche Voraussetzung für eine Funktionswiederherstellung des Handgelenkes ist.

Die Ausheilung des distalen Radius in Fehlstellung kann zu Einschränkung in allen Bewegungsebenen führen. Besonders häufig sind die Palmarflexion und die Unterarmdrehung (Pronation und Supination) betroffen. Weitere mögliche Folgen sind Schmerzen bei Belastung und eine erhöhte posttraumatische Arthrosegefahr. Durch eine Verkürzung des Radius mit einem reaktiven Vorschub der Ulna kann darüber hinaus ein Ulna-Impaction-Syndrom resultieren. Bei einer Radiusverkürzung über 3 mm oder einer Achsenabweichung über 15 Grad sollte bei einem symptomatischen Patienten eine Radiuskorrekturosteotomie mit evtl. Interposition eines kortikospongiösen Knochenspans erfolgen. Alternativ kann eine Ulnarverkürzungsosteotomie erwogen werden (Hakimi M. 2010; Hakimi M. 2010).

1.5 Klassifikation

1.5.1 Historische Einteilungen der Radiusfraktur

Da die distale Radiusfraktur seit jeher eine sehr häufige Verletzung ist, haben sich verschiedene Bezeichnungen etabliert, die meist auf den Erstbeschreiber des jeweiligen Frakturtypes zurückgehen.

- Colles-Fraktur: Extensionsfraktur, Dislokation nach dorsal (Colles A. 1814)
- Smith-Fraktur: Flexionsfraktur, Dislokation nach palmar (Smith R.W. 1847)
- Barton-Fraktur: intraartikuläre, dorsale Kantenfraktur (Barton J.R. 1838; Thursten A.J. 2005; Harness N.G. 2006)
- Reversed Barton-Fraktur, Smith-II-Fraktur: intraartikuläre, palmarer Kantenfraktur
- Chauffeur-Fraktur: Fraktur des Radiusstyloids

Diese Bezeichnungen sind bis zum heutigen Tag im klinischen Alltag geläufig. In der Praxis am gebräuchlichsten sind die Klassifizierungen der AO und nach Frykman.

1.5.2 Frykman (1967)

Bei der Klassifizierung nach Frykman (Frykman G. 1967) werden extra- und intraartikuläre Frakturen beschrieben. Sie umfasst jedoch lediglich Extensionsfrakturen. Flexionsfrakturen werden nicht berücksichtigt. Auch erfolgt keine Differenzierung bezüglich der Dislokation der Fragmente, der Berücksichtigung der dorsalen Trümmerzone oder der Verkürzung des Radius.

Frykman unterteilt die Radiusfraktur in acht Gruppen. Dabei stehen die ersten beiden Gruppen (I und II) für extraartikuläre Frakturen. Die Gruppen III und IV berücksichtigen die Beteiligung des Radiokarpalgelenks und die Gruppen V und VI die Beteiligung des Radioulnargelenkes. Eine Beteiligung beider Gelenke wird durch die letzten beiden Gruppen (VII und VIII)

klassifiziert (s. Abb. 5).

- Typ I/II: extraartikulär mit Abriss des Processus styloideus ulnae
- Typ III/IV: Beteiligung der radio-karpalen Gelenkfläche mit Abriss des Processus styloideus ulnae
- Typ V/VI: Beteiligung der radio-ulnaren Gelenkfläche mit Abriss des Processus styloideus ulnae
- Typ VII/VIII: Beteiligung beider Gelenkflächen mit Abriss des Processus styloideus ulnae

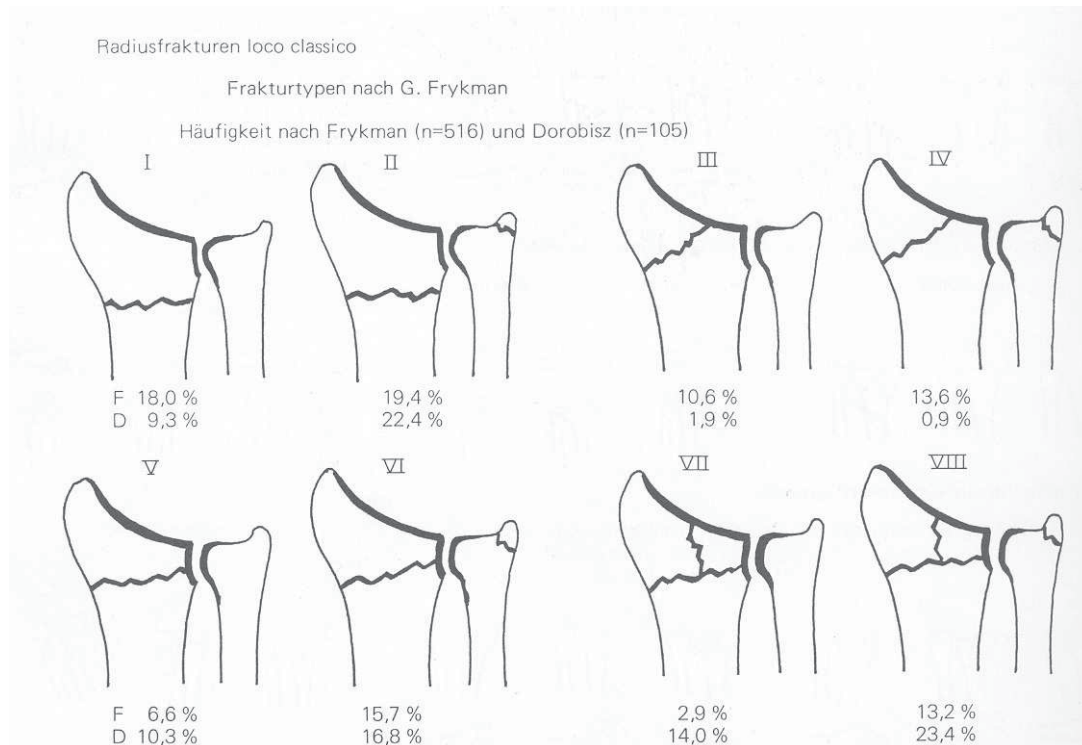


Abbildung 5: Frykman-Klassifikation (Frykman G. 1967)

1.5.3 AO-Klassifikation (1990)

Die Klassifikation der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen (AO), geht auf Müller et al. (1987)(Müller M.E. 1992) zurück. Es werden drei Hauptgruppen mit jeweils drei Untergruppen unterschieden. Müller war es wichtig, dass eine Klassifizierung sich sowohl auf den Schweregrad einer Fraktur bezieht, als auch eine Grundlage für Behandlungsentscheidung und der Beurteilung der Resultate darstellt.

Bei der AO-Klassifizierung für lange Röhrenknochen wird jedem Röhrenknochen eine Nummer zugewiesen (1=Humerus, 2=Radius und Ulna, 3=Femur, 4=Tibia und Fibula). Zudem wird jeder dieser Knochen in ein proximales (1), ein diaphysäres (2), ein distales Segment (3) unterteilt. Somit steht für den distalen Unterarm die Ziffer 23. Das Ausmaß der Gelenkflächenbeteiligung wird in aufsteigender Reihenfolge mit den Buchstaben A bis C eingeteilt. Grundlage für die Fraktуреinteilung sind konventionelle Röntgenbilder. Eine noch

präzisere Klassifikation gelingt anhand der Computertomographie (Müller M.E. 1992; Oestern 2001) (s.Abb.6).

Die AO-Klassifikation für distale Radiusfrakturen lautet:

- Typ A: extraartikuläre Frakturen
 1. Fraktur der Ulna, Radius intakt
 2. Fraktur des Radius, einfach und impaktiert
 3. mehrfragmentäre Fraktur des Radius
- Typ B: teilweise intraartikuläre Frakturen
 1. Sagittale Fraktur (Radiusstyloid, Chauffeur-Fraktur)
 2. dorsale Kantenfraktur (Barton-Fraktur)
 3. palmare Kantenfraktur (Reversed Barton-Fraktur)
- Typ C: vollständig intraartikuläre Frakturen
 1. metaphysär einfache und artikulär einfache Fraktur
 2. metaphysär mehrfragmentäre und artikulär einfache Fraktur
 3. metaphysär mehrfragmentäre und artikulär mehrfragmentäre Fraktur

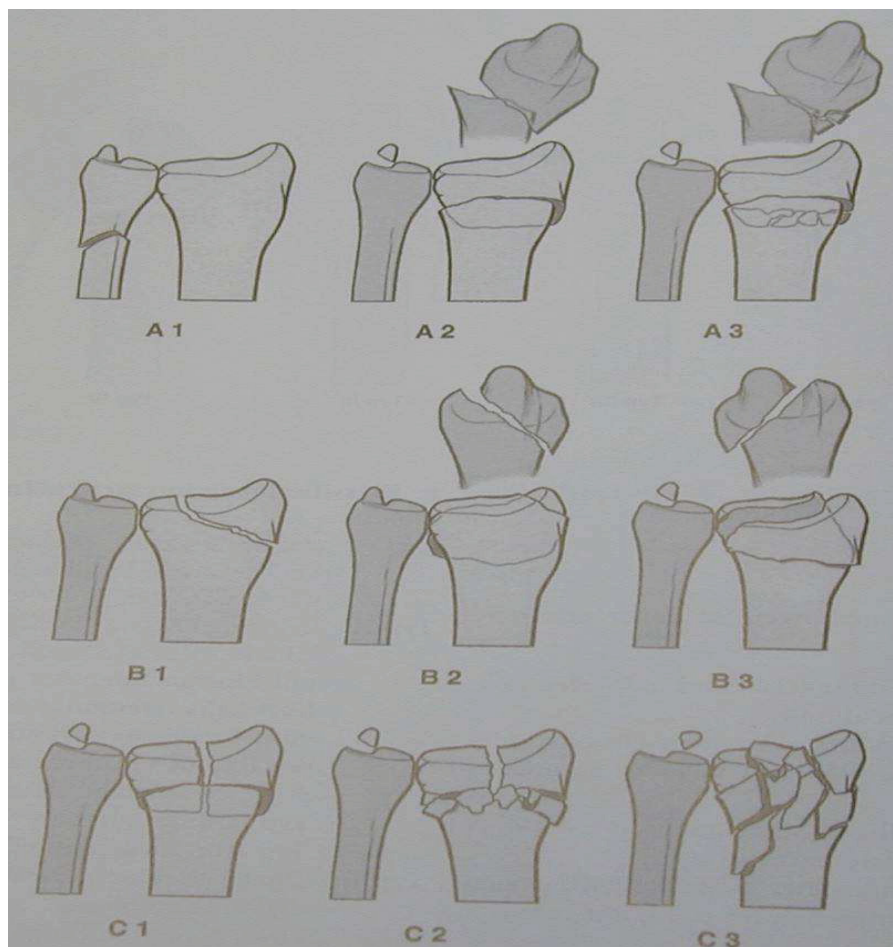


Abb.6: AO-Klassifikation (Radiusfraktur)

1.5.4 Melone-Klassifikation für intraartikuläre Frakturen (1984)

Nach Melone werden die Frakturen mit ansteigendem Schweregrad von I-V klassifiziert (Melone C.P.jr. 1993; Weigel B. 2004) (s.Abb.7).

Typ I: stabile Fraktur, nach geschlossener Reposition keine Verkürzung oder Stauchung und nicht disloziert

Typ II: instabile Fraktur. Es besteht eine mäßige oder erhebliche Dislokation des medialen Komplexes als Einheit mit Eintauchung der palmaren und dorsalen Kortikales. Auch ist der mediale Komplex vom Processus styloideus ulnae getrennt. Und der Radius um mehr als 5 -10mm verkürzt. Dorsale Kippung um mehr als 20 Grad.

Typ IIA: retinierbar

Typ IIB: nicht retinierbar

Typ III: „Spike-Fraktur“. Instabil. Es besteht eine Dislokation des medialen Komplexes und eine zusätzliche Aussprengung eines palmaren Fragmentes.

Typ IV: instabile Mehrfragmentfraktur. Erhebliche Eintauchung des medialen Komplexes, Auseinandersprengung und eventuelle Rotierung der Fragmente.

Typ V: Trümmerfraktur

Zusätzlich lässt sich nach Melone die Fraktur in vier Fragmente aufteilen.

- Schaft-Fragment
- Radiusstyloid-Fragment
- dorsales mediales Fragment
- palmares mediales Fragment

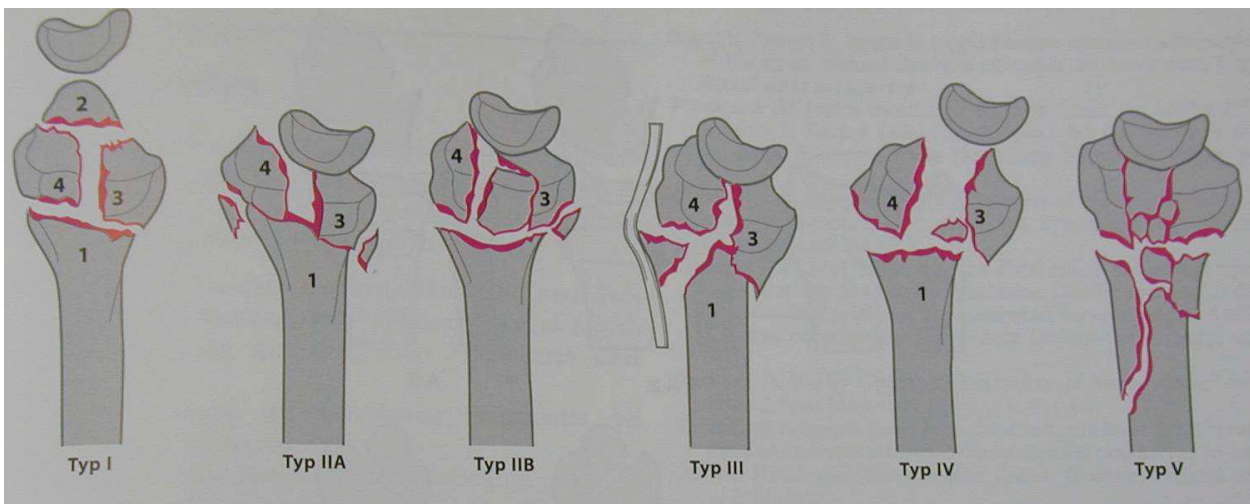


Abb.7: Klassifikation nach Melone (Melone C.P.jr. 1993)

Instabilitätskriterien sind (modifiziert nach Weigel und Nerlich, 2004 (Weigel B. 2004)):

- Metaphysäre Trümmerfrakturen
- Dislokation der Gelenkfläche von mehr als 20 Grad nach dorsal

- Abrissfraktur des Ellengriffs
- Frakturen mit Handgelenkbeteiligung
- Dislokation zwischen Radius und Ulna
- Ellenvorschub von mehr als 3mm
- Patientenalter über 60 Jahre

Wenn drei oder mehr Kriterien zusammen vorliegen, ist von einer instabilen Situation auszugehen und die Fraktur sollte operativ versorgt werden.

1.6 Therapie

Ziel jeder Therapie, ob konservativ oder operativ, ist es, die normale Handgelenkfunktion so gut wie möglich wieder herzustellen. Die anatomische Formwiederherstellung des distalen Radius ist dafür eine wichtige Voraussetzung.

Sowohl bei der konservativen als auch bei operativen Therapie sollten die Wiederherstellung der physiologischen Gelenkwinkel (a.p.-Ebene 25-30 Grad nach radial ansteigend, im seitlichen Strahlengang 10 Grad nach dorsal ansteigend) und eine längengerechte Einstellung im distalen Radioulnargelenk oberste Priorität haben. Zur Vermeidung von Gelenkinkongruenzen sollten artikuläre Fragmente anatomisch reponiert werden. Begleitverletzungen sollten erkannt und frühzeitig mit behandelt werden (Gradl G. 2009; Hakimi M. 2010).

1.6.1 Konservative Therapie

Konservativ können alle Frakturen versorgt werden, die stabil und nicht oder nur minimal disloziert sind. (Typ A2 und C1 nach AO). Auch gering dislozierte, intraartikuläre Frakturen und Frakturen, bei denen lokale oder allgemeine Kontraindikationen gegen eine Operation sprechen, können konservativ versorgt werden. Eine relative Indikation für eine konservative Therapie stellen Frakturen mit Instabilitätskriterien dar, welche aber gut retinierbar sind dar.

Die konservative Behandlung umfasst, sofern erforderlich, die Fragmenteinrichtung (Reposition) und im Anschluss daran die Ruhigstellung durch einen Unterarmgipsverband über 4-6 Wochen. Die meisten kindlichen Radiusfrakturen fallen darunter, wobei die Immobilisationsdauer für Kinder altersabhängig ist und deutlich unter der von Erwachsenen liegt.

Die Reposition dislozierter Frakturen sollte unter adäquater Anästhesie erfolgen. Prinzipiell stehen dafür die Bruchspaltanästhesie, die vom Chirurgen selbst durchgeführt werden kann, die intravenöse Regionalanästhesie (Bier-Block) und die direkte Leitungsanästhesie (Plexusanästhesie) zur Verfügung.

Für die Reposition wird der Arm des Patienten mit Hilfe von „Mädchenfängern“ ausgehängt.

Dabei sollte der Ellenbogen etwa 90 Grad gebeugt sein und der Oberarm in der Schulter um 90 Grad abduziert sein. An den Oberarm wird ein Extensionsgewicht von 3-5 kg gehängt. Die Reposition erfolgt durch Ulnaradduktion bei gleichzeitiger Flexion im Handgelenk und Druck auf das distale Fragment. Ist das gewünschte Repositionsergebnis erreicht, soll dieses zuverlässig durch eine entsprechende Ruhigstellung (Retention) mittels eines geeigneten, nicht geschlossenen Gipshardverbandes gehalten werden. Wichtig ist, dass die Bewegung der Finger und des Ellenbogengelenks nicht eingeschränkt wird.

Sowohl direkt vor und nach erfolgter Reposition, als auch einen Tag nach Anbringung des Gipsverbandes sollte die Durchblutung und die Sensibilität überprüft werden. Die Dauer der Ruhigstellung beträgt im Schnitt zwischen vier und sechs Wochen. Im Verlauf sollten regelmäßige klinische und radiologische Kontrollen vorgenommen werden. Nach Abschwellung der Weichteile wird in der Regel ein neuer Gipsverband angelegt. Bei einer sekundären Dislokation sollte eine operative Stabilisierung angestrebt werden. Während der Ruhigstellung mittels eines Gipsverbandes ist insbesondere auf Bewegungsübungen der Finger zu achten, um eventuellen Bewegungseinschränkungen vorzubeugen. Insbesondere die Fingergrundgelenke müssen frei beweglich sein. Nach Entfernung des Gipsverbandes kann auch im Handgelenk mit Physiotherapie begonnen werden.

Als Hauptkomplikationen der konservativen Therapie sind die frühe Sekundärdislokation, ein latentes Kapaltunnelsyndrom und das Complexe Regionale Schmerzsyndrom (CRPS) zu nennen. (Oestern H.J. 2001; Holz F. 2004; Siebert H. 2006).

1.6.2 Operative Therapie

Alle instabilen und offenen Brüche sollten operativ versorgt werden. Ebenso besteht eine Operationsindikation, wenn Gefäß- oder Nervenverletzungen vorliegen oder eine zufriedenstellende Fragmentreposition bei konservativer Versorgung nicht möglich ist. Berücksichtigt werden sollten die Frakturmorphologie, insbesondere Dislokation, Instabilitätszeichen und Gelenkbeteiligung sowie Knochenqualität, Patientenalter, Begleiterkrankungen und funktioneller Anspruch des Patienten (Gradl G. 2009). Der Patient muss vor dem Eingriff über die Operation an sich, die Alternativen und mögliche Risiken umfassend aufgeklärt werden und sein schriftliches Einverständnis erteilen. Kann die operative Versorgung der Fraktur durch eine mögliche Weichteilschwellung nicht am Unfalltag direkt erfolgen, sollte mindestens 3-5 Tage unter Ruhigstellung, Hochlagerung und Kühlung abgewartet werden.

Gebäuchliche operative Stabilisierungs-Verfahren sind:

- Bohrdraht-Osteosynthese (Kirschner-Draht)
- Fixateur externe
- Schraubenosteosynthese
- konventionelle Plattenosteosynthese
- winkelstabile Plattenosteosynthese
- Intramedulläre Implantate

1.6.2.1 Kirschnerdrahtosteosynthese

Diese Methode stellt einen Art Mittelweg zwischen der rein konservativen Therapie und den operativen Verfahren dar. Der Bruch wird geschlossen reponiert und unter Röntgenkontrolle perkutan mit eingebrachten Kirschner-Drähten fixiert. In der Technik nach Willenegger (Müller M.E. 1992) werden die Drähte vom Radiusstyloid aus unter Überbrückung der Frakturzone eingebracht und in der gegenüberliegenden Kortikales verankert. Dieses minimalinvasive Verfahren wurde 1913 erstmalig von Lambotte mit Fixierung über den Processus styloideus radii ausgeführt. Alternativ können die Drähte in der sog. Kapandji-Technik (Kapandji A. 1987; Greatting MD. 1993) in den Frakturspalt eingebracht und in der gegenüberliegenden Kortikalis fixiert werden. Die distalen Fragmente werden dadurch abgestützt und korbartig gehalten.

Die Kirschner-Drahtosteosynthese eignet sich besonders für extraartikuläre Frakturen und für dislozierte Frakturen mit großem Fragmenten ohne ausgeprägte metaphysäre Trümmerzone vom Typ A2, A3, B1 und C1 (Siebert H. 2006). Eine der Hauptkomplikationen stellt die Verletzung des R. superficialis nervi radialis dar. Weitere Komplikationen können ein Repositionsverlust, Infekte und das Complexe Regionale Schmerzsyndrom (CRPS) sein.

Da durch die Fixierung mittels K-Drähten alleine keine ausreichende Stabilisierung

gewährleistet ist, wird nach der Operation zusätzlich eine dorsale Gipsschiene angelegt. Eine Entfernung der Drähte ist bei Konsolidierung der Fraktur ca. 6 Wochen nach Operation möglich (s.Abb.8).



Abb.8: K-Drahtosteosynthese in der Technik nach Willenegger

1.6.2.2 Fixateur externe

Die Osteosynthese mittels Fixateur externe, welche 1944 durch Anderson und O'Neil entwickelt wurde (Anderson R. 1944), hat mehrere Einsatzmöglichkeiten. Sie kann sowohl als eine kurzfristige Überbrückung als auch als ein definitives Verfahren oder z.B. in Kombination mit der Kirschnerdrahtosteosynthese eingesetzt werden. Die Reposition erfolgt dabei durch das Prinzip der Ligamentotaxis. Besonders gut eignet sich der Fixateur externe bei offenen Frakturen mit ausgedehntem Weichteilschaden oder bei Infektionen.

Therapieprinzip ist es, nach einer geschlossenen Bruchereinrichtung eine Bruchstabilisierung durch eine äußere, gelenküberbrückende Fixierung zu erreichen. Dazu werden sogenannte Schanzschrauben über Stichinzisionen im Bereich des Radius und des Os metacarpale II eingebracht. Diese werden dann über Backen und Stäbe miteinander verspannt. Der Vorteil ist, dass die Knochenvaskularität im Frakturbereich durch ein Minimum an Implantat geschont wird. Von Nachteil ist, dass gelegentlich Verfahrenswechsel notwendig sind und Falschgelenkbildungen beobachtet werden (s.Abb.9).

Komplikationen können Pininfektionen oder Irritationen des N. radialis superficialis sein. Auch

kann es durch zu lange Distraction über mehrere Wochen zum CRPS und zu Beeinträchtigungen des N.medianus kommen (Oestern H.J. 2003; Handoll 2008).

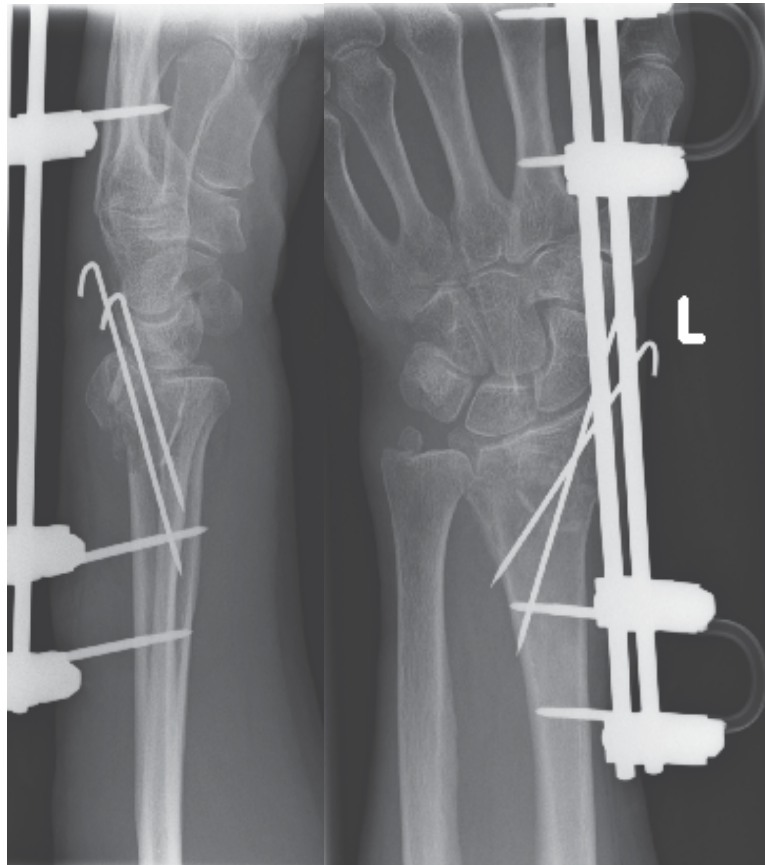


Abb.9: Gelenküberbrückender Fixateur externe mit additiver Kirschnerdrahtosteosynthese

1.6.2.3 Schraubenosteosynthese

Die Schraubenosteosynthese ist besonders geeignet für die so genannte „Chauffeur-Fraktur“, bei der es sich um eine Abrissfraktur des Processus styloideus radii und eine B1-Fraktur nach AO-Klassifikation mit teilweiser Gelenkbeteiligung handelt. Die „Chauffeur-Faktur“ verdankt ihren Namen dem Startvorgang der frühen Automobile mittels einer Kurbel. Dabei ist es durch den teilweise heftigen Rückschlag häufig zu dieser Fraktur gekommen. Heute kann sie beim Sturz auf die ausgestreckte Hand auftreten, wenn sich das Handgelenk bereits in Extension und Ulnardeviation befindet.

Zur Versorgung wird meist eine Spongiosaschraube als Zugschraube über einen vorbohrten Kanal eingebracht. Im Anschluss kann meist eine frühfunktionelle Nachbehandlung erfolgen. Die größte Gefahr bei der Schraubenosteosynthese ist die Verletzung des R. superficialis N.radialis (Wüster-Hoffmann M. 1993; Hoffmann T F. 1994) (s.Abb.10).

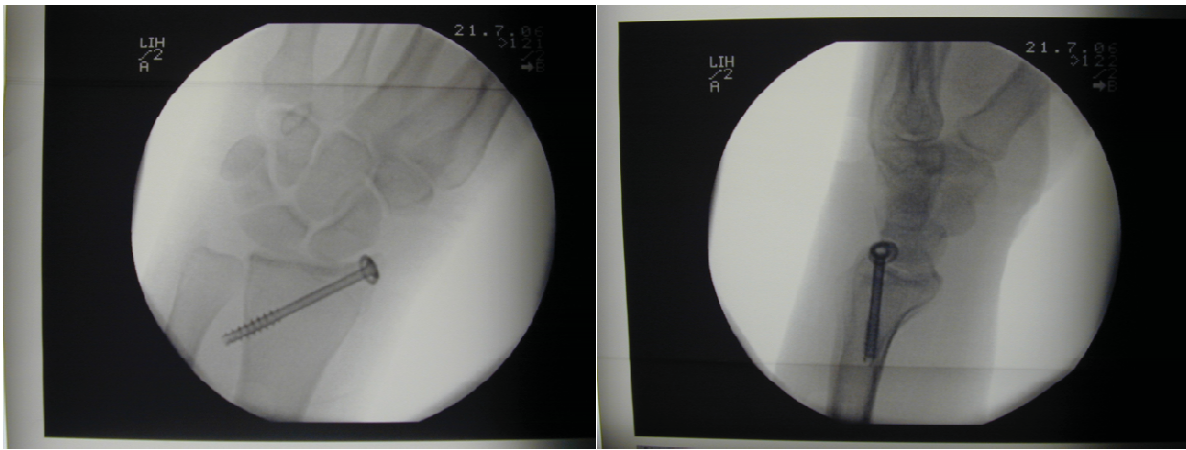


Abb.10: Schraubenosteosynthese

1.6.2.4 Plattenosteosynthese

1.6.2.4.1 Konventionelle dorsale Plattenosteosynthese

Dieses Verfahren wird bei starker Dislokation des distalen Fragmentes nach dorsal mit dorsaler Trümmerzone eingesetzt. Die dorsale Platte fungiert dabei als Abstützplatte. Der Zugang sollte am distalen Radius zwischen dem 3. und 4. Strecksehnenfach erfolgen. Der Schnitt ist gerade oder leicht S-förmig in der Mitte des distalen Radius zu wählen. Die Subkutis wird gespalten und von der darunterliegenden Fascie abpräpariert. Dabei sollte besonders auf die sensiblen Äste des N.radialis und N.ulnaris geachtet werden. Um die Irritationen der Strecksehnen über der späteren Platte zu minimieren, kann das 4.Strecksehnenfach subperiostal abgeschoben werden. Zunächst wird versucht, mittels K-Drähten das Processus-styloideus-radial-Fragment zu reponieren und zu fixieren. Nun kann die nach anatomisch-physiologischen Verhältnissen vorgebogene T-Platte angelegt werden. Sie wird provisorisch zunächst erst proximal mit einer Schraube fixiert, um noch spätere eventuell nötige Korrekturen vornehmen zu können. Im Anschluss und unter Bildwandlerkontrolle werden auch die restlichen Löcher mit Schrauben besetzt. Beim Wundverschluss wird die Extensor-pollicis-longus-Sehne mobilisiert und verbleibt meist oberhalb des Retinakulums. Dies soll den Kontakt der Sehne mit dem Implantat und mögliche Schäden verhindern. Bei metaphysären Defekten kann auch zusätzlich eine Spongiosaplastik notwendig sein. Nach einer kurzen Ruhigstellung sollte eine möglichst schnelle Mobilisierung erfolgen (Siebert H. 2003; Rikli D. A., Businger A. et al. 2005).

1.6.2.4.2. Konventionelle palmare Plattenosteosynthese

Die Indikation ist besonders bei B3-Frakturen, also Flexionsfrakturen, gegeben. Diese Frakturen sind aufgrund des schrägen Frakturverlaufs und der fehlenden palmaren Unterstützung sehr instabil. Der Hautschnitt sollte über der Flexor-carpi-radialis-Sehne liegen. Der Pronator quadratus wird radial abgelöst. Die distalen Fragmente werden durch Extension und Längszug reponiert. Dann kann die vorher angepasste T-Platte eingebracht und proximal provisorisch fixiert werden. Dadurch werden die distalen Fragmente abgestützt. Unter Durchleuchtung können nun auch die restlichen Schraubenlöcher besetzt werden. Nach kurzfristiger Ruhigstellung sollte eine Frühmobilisierung erfolgen (Oestern H.J. 2003; Siebert H. 2006).

1.6.2.4.3 Winkelstabile palmare Plattenosteosynthese

Das System der winkelstabilen Implantate funktioniert nach dem Prinzip eines Fixateurs interne. Die hohe Stabilität dieser Platten-Schrauben-Kombinationen erlaubt trotz der palmaren Lage eine Retention von Extensionsfrakturen. Bei den winkelstabilen Implantaten stehen unidirektionale und multidirektionale Systeme zur Auswahl. Bei den unidirektionalen Systemen wird die eingebrachte winkelstabile Schraube in einem vorgegebenen Winkel zur Plattenebene eingebracht. Bei den multidirektionalen Systemen ist der Winkel der Schrauben zur Plattenebene variabel, kann aber nicht über 40 Grad variiert werden (Vogel T. 2005).

Die Vorteile der winkelstabilen Systeme sind, dass durch die subchondrale Lage der Schrauben auch im osteoporotischen Knochen eine hohe Stabilität erreicht wird und Sehnenschäden auf der Streckseite fast ausgeschlossen werden. Zudem wird durch einen möglichen Implantat-Knochen-Abstand über die Schonung des Periostes die Vaskularität des Knochens positiv beeinflusst und die Kallusbildung gefördert (Palmer A.K. 1985; Duda G.N. 2002; Duda G.N. 2003). Der wesentliche Vorzug der winkelstabilen palmaren Plattenosteosynthese ist die gute Weichteildeckung des Implantates auf der Beugeseite.

Die Frakturversorgung sollte im Idealfall so früh wie möglich erfolgen. Der Patient wird bei Allgemein- oder Regionalanästhesie auf dem Rücken gelagert und es wird eine pneumatische Blutsperrung am Oberarm angelegt. Der radio-palmare Zugang erfolgt entlang der radialen Seite der Sehne des M.flexor carpi radialis und unter Spaltung der Unterarmfascie. Bevor im Anschluss der M.pronator quadratus dargestellt wird, müssen, um diese nicht zu verletzen, die Sehne des M.flexor carpi radialis, der N.medianus und die restlichen Beugesehnen nach ulnar und die Arteria radialis nach radial verschoben werden. Nachdem der M.pronator quadratus längs an seinem radialen Ansatz durchtrennt wurde, stellt sich nun die distale Beugeseite des Radius mit der Frakturzone dar. Nun folgt die direkte Reposition unter Bildwandlerkontrolle, wobei es sehr wichtig ist, möglichst genau die Anatomie wiederherzustellen. Dabei kann eine temporäre Kirschnerdrahtfixierung zu Hilfe genommen

werden. Die anatomisch geformte winkelstabile T-Platte wird an den reponierten Radius angelegt. Sie wird zunächst proximal in einem Gleitloch provisorisch fixiert, um weitere Korrekturen vornehmen zu können. Es ist wichtig darauf zu achten, dass die Platte distal vor dem Gelenkspalt liegt, so dass die späteren Schrauben sicher extraartikulär liegen. Bei korrekter Lage der Platte wird diese definitiv am Schaft fixiert. Danach werden die distalen Fragmente an die Platte reponiert und mit winkelstabilen Schrauben fixiert. Bei der abschließenden Röntgen-Durchleuchtung sollten Reposition und Implantatlage kontrolliert und durch dynamische Untersuchung eine karpale Bandinstabilität ausgeschlossen werden. Nach Einbringen einer Redondrainage wird die Wunde schichtweise verschlossen. Postoperativ sollte der Arm hochgelagert werden. Bis zur abgeschlossenen Wundheilung kann zusätzlich eine dorsale Gipsschiene angelegt werden. In der Regel gelingt eine übungsstabile Osteosynthese und es kann eine funktionelle Weiterbehandlung erfolgen. Die Ruhigstellung sollte dann maximal 2 Wochen betragen (s.Abb.11).

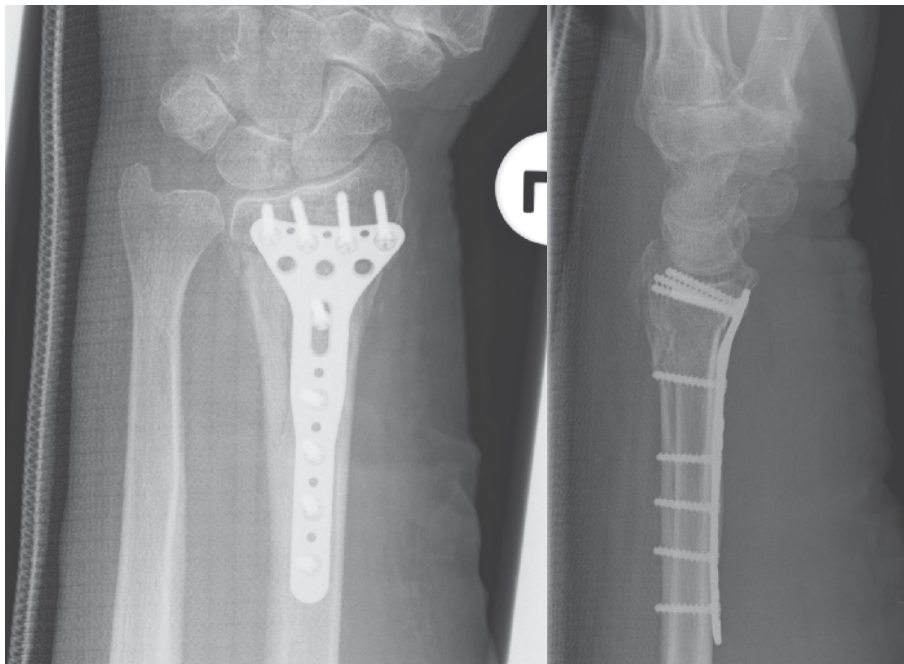


Abb.11: Winkelstabile palmare Platteosteosynthese einer Extensionsfraktur

1.6.2.5 Intramedulläre Implantate

Die Indikation zur intramedullären Versorgung stellen insbesondere A2- und A3-, seltener C1- oder C2-Frakturen dar. Das Verfahren ist damit nur für wenige Frakturen geeignet und hat bislang nur eine geringe Verbreitung gefunden.

Der Zugang erfolgt über einen ca. 4cm langen radialen Hautschnitt auf Höhe des Processus styloideus radii. Zwischen dem 1. und 2. Strecksehnenfach wird bis auf das Periost präpariert. Dabei sollte besonders dem Ramus superficialis n. radialis große Aufmerksamkeit geschenkt werden. Das 2. Strecksehnenfach wird dabei nicht eröffnet, sondern mit samt des Periost nach dorso-ulnar retrahiert. Anschließend erfolgen unter Bildwandlerkontrolle die Reposition und eine Fixierung mittels eines über den Processus styloideus eingebrachten Kirchnerdrahtes. Dieser wird daraufhin mit einem Hohlborer überbohrt. Nach der schrittweisen Erweiterung des Markraums, erfolgt die Einbringung des Implantats ohne Kraftaufbringung. Nach einer radiologischen Lagekontrolle, wird das Implantat provisorisch mit Kirschnerdrähten fixiert, welche im Anschluss durch zwei bikortikale Verriegelungsschrauben ersetzt werden. Es folgt der Wundverschluss und optional das Anlegen einer elastischen Binde oder einer palmaren Gipsschiene. Mit der frühfunktionellen Weiterbehandlung kann ab dem 1.postoperativen Tag begonnen werden. Die ersten 14 Tage wird die Behandlung in einer Unterarmgipsschiene empfohlen. Eine Implantatentfernung sollte frühestens 16 Wochen postoperativ erfolgen (Lerch S. Sextro H.G. 2009) (s.Abb.12).



Abb.12: Targon Nagelplatte

1.6.3 Weiterbehandlung nach operativer Versorgung

Durch eine stabile Osteosynthese können die Voraussetzungen für eine frühfunktionelle geschaffen werden. Diese sollte jedoch nicht um jeden Preis erzwungen werden und orientiert sich idealerweise an Frakturmorphologie und Knochensubstanz. Beim Vorliegen von ligamentären Begleitverletzungen muss eine längere Ruhigstellung erfolgen. Bei fehlenden Kontraindikationen kann nach Abschluss der Wundheilung in der Regel nach ca. 10-14 Tagen die Physiotherapie intensiviert werden. Bewährt haben sich dabei eine aktiv-assistierte Physiotherapie unterhalb der Schmerzschwelle, Lymphdrainage und im Einzelfall Ergotherapie. Eine Ruhigstellung in einer Unterarmgipsschiene ist abhängig vom intraoperativen Befund und dem Weichteilbefund für 2-4 Wochen erforderlich. Bei unkomplizierten Frakturen kann eine schrittweise Belastungsaufnahme nach 6-8 Wochen erreicht werden (Flesch I. 2003; Korber J. 2007).

1.6.4 Postoperative Komplikationen

Postoperative Nervenschäden betreffen insbesondere den R.superficialis nervi radialis, welcher bei Osteosynthesen im Bereich des Ulnastyloids stark gefährdet ist. Der Nervus radialis kann geschädigt werden, wenn der palmare Zugang zum Radius nicht streng unter Orientierung an der Flexor-carpi-radialis-Sehne erfolgt.

Das postoperative Auftreten eines Karpaltunnelsyndroms ist selten. Häufiger liegt eine Medianuskompression bereits unmittelbar nach dem Trauma vor.

Ein wesentliches Problem stellt die Ausheilung in Fehlstellung dar. Ursächlich dafür können eine unzureichende Fragmentreposition bei der Osteosynthese, eine instabile Osteosynthese oder eine geminderte Knochenfestigkeit sein. In der Folge können schmerzhafte Bewegungseinschränkungen des Handgelenkes und der Unterarmdrehung verbleiben. Grundsätzlich prädisponieren alle Fehlstellungen zur Ausbildung einer posttraumatischen Arthrose.

Funktionsstörungen des distalen Radioulnargelenkes (DRUG) können als Folge einer unzureichenden Reposition des ulnaren Radiuskantenfragmentes oder einer Inkongruenz der Incisura ulnae auftreten. Radiologisch kann sich dies in einer DRUG-Arthrose manifestieren.

Weiterhin kann es durch eine relative Überlänge der Ulna zu einem Ulna-Impaktions-Syndrom kommen. Hierdurch kommt es zu einer Mehrbelastung des ulnokarpalen Gelenkes, die im weiteren Verlauf zu einer posttraumatischen Osteoarthrose zwischen Ulnakopf und den Handwurzelknochen führt. Fehlstellungen im distalen Radioulnargelenk mit Verziehungen der Membrana interossea, bedingen eine schmerzhafte Instabilität bei Umwendbewegungen, und führen über Jahre zu Osteoarthrosen mit weiterem Funktionsverlust

Auch das Complex regional pain Syndrom (CRPS) (Sudeck P. 2005), welches früher nach

dem Hamburger Chirurgen Paul Sudeck (1866-1945) als Sudeck-Erkrankung bezeichnet wurde, stellt eine mögliche Komplikation dar. Das CRPS kann in drei Stadien von der Hyperämie über die Dystrophie bis hin zur Atrophie verlaufen und bedarf einer multimodalen Therapie. Es verbleiben häufig irreversiblen Funktionsstörungen. Durch die eine frühfunktionelle Therapie nach Osteosynthesen und den Verzicht auf lange Ruhigstellungszeiten ist das Auftreten des CRPS seltener geworden..

1.6.4.1 Komplikationen nach winkelstabiler palmarer Plattenosteosynthese

Auch während und nach der Durchführung einer winkelstabilen palmaren Plattenosteosynthese bestehen allgemeine Risiken wie Wundheilungsstörung, Infektion und CRPS sowie Nachblutungen mit kritischen Schwellungszuständen bis hin zum Kompartmentsyndrom des Unterarmes.

Darüber hinaus gibt es eine Reihe von spezifischen Komplikationen. Dazu gehören Probleme infolge des palmaren Zuganges, insbesondere die mögliche Schädigung des Nervus medianus oder der Arteria radialis sowie das postoperative Auftreten eines Karpaltunnelsyndroms.

Speziell bei der winkelstabilen Plattenosteosynthese auftretende Probleme können durch die Lage des Implantates bedingt sein. Liegt das Implantat zu weit proximal, kann es zu einer unzureichenden Stabilisierung und in der Folge zu einem Korrekturverlust kommen. Besonders kritisch sind die Stabilisierung des dorso-ulnaren Fragmentes und des dorsoulnaren Schlüsselselfragmentes sowie des Radiusstyloids. Liegt die Platte zu weit distal, erhöht sich die Gefahr intraartikulär liegender Schrauben. Ferne kann es durch die Prominenz des Implantates zu einer Beeinträchtigung der Beugesehnen bis hin zur Sehnenruptur kommen. Werden die verwendeten Schrauben zu lang gewählt, kann es bei einer palmaren Lage des Implantats zu Strecksehenschädigungen kommen.

Besonderheiten der winkelstabilen Plattenosteosynthese sind weiterhin das mögliche Durchsintern der distalen Fragmente und eine verzögerte Frakturheilung aufgrund der Rigidität des Platten-Schrauben-Konstruktes (Schädel-Höpfner M. 2008; Windolf J. 2008; Hakimi M. 2010).

1.7 Zusammenfassende Bewertung der aktuellen Therapie der distalen Radiusfraktur

Zur Behandlung der distalen Radiusfraktur existieren verschiedene Methoden, die sich hinsichtlich des operativen Aufwandes, der Stabilität und der Anwendbarkeit unterscheiden. Allerdings konnte bis dato die Überlegenheit eines oder mehrerer Verfahren nach evidenzbasierten Kriterien bisher nicht erbracht werden, wie auch die Cochrane-Metaanalyse von Handoll et al (Handoll 2008) zeigte.

Die winkelstabile palmare Plattenosteosynthese ist derzeit das gebräuchlichste operative Verfahren. Grundsätzlich bietet es eine hohe Anwendersicherheit und führt zu verlässlichen Ergebnissen. Ein Nachteil der winkelstabilen palmaren Plattenosteosynthese ist, dass sie nicht bei allen Frakturen anwendbar ist und daß relevante Komplikationen auch bei diesem Verfahren möglich sind. Zur Objektivierung der Häufigkeit und der Art der Komplikationen bietet sich idealerweise eine Erfassung durch prospektive randomisierte Studien an. Derartige Studien sind in der Praxis schwierig durchzuführen und eine multizentrische randomisierte Studie zum Vergleich von Kirschnerdrahtosteosynthese, Fixateur externe und winkelstabiler palmarer Plattenosteosynthese – OTEC (Operativ Treatment of Extraarticular Colles Fractures) – musste wegen mangelnder Rekrutierung abgebrochen werden (Universität 2007).

Ein pragmatischer Lösungsansatz ist die Erfassung der Art und der Häufigkeit von Komplikationen mittels eines Registers. Hierbei ist eine möglichst große Anzahl an teilnehmenden Kliniken und ein möglichst großes Patientenkollektiv wünschenswert.

2 Zielstellung

Die Behandlung der distalen Radiusfraktur, welche die häufigste Fraktur des Menschen darstellt, erfolgt zunehmend operativ mit dem Ziel der knöchernen Formwiederherstellung. Das derzeit gebräuchlichste operative Verfahren ist die winkelstabile palmare Plattenosteosynthese, welche überzeugende Vorteile für Arzt und Patienten aufweist, für die aber auch eine Reihe von teilweise spezifischen Komplikationen beschrieben sind. Eine systematische Erfassung dieser Komplikationen ist bisher nicht erfolgt.

Das Ziel der vorliegenden Arbeit war es, anhand eines multizentrischen Registers mögliche Komplikationen nach winkelstabilen palmaren Plattenosteosynthesen des distalen Radius kontinuierlich für eine große Patientenzahl zu erfassen. Die auftretenden Komplikationen sollten bezüglich aller möglichen Einflußfaktoren analysiert werden. Eine mögliche Häufung von Komplikationen bei bestimmten Operationsverfahren und Implantaten sollten herausgearbeitet werden. Es sollte ein Abgleich mit den in der Literatur beschriebenen Ergebnissen erfolgen und Schlußfolgerungen für die praktische Anwendung des Verfahrens abgeleitet werden.

3 Material und Methoden

Die Erfassung von Komplikationen nach winkelstabilen palmaren Plattenosteosynthesen von distalen Radiusfrakturen sollte im Rahmen eines Registers im Sinne der Versorgungsforschung erfolgen. Das Register wurde von der Sektion Handchirurgie der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU) initiiert. Teilnehmer waren 25 deutsche Kliniken, deren Leiter jeweils Mitglieder der Sektion Handchirurgie der DGU sind.

Die Erfassung erfolgte über den Zeitraum eines Jahres, vom 01.01.2008 bis 31.12.2008. Registriert werden sollten alle Komplikationen bei der Behandlung der Radiusfrakturen durch winkelstabile palmare Plattenosteosynthesen, die von den teilnehmenden Kliniken in diesem Zeitraum operiert wurden. Dafür wurde ein standardisierter Fragebogen erstellt (s.Anhang).

Zusätzlich wurde allen behandelten Patienten angeschrieben und gebeten, anhand eines zweiten standardisierten Fragebogens Auskünfte zu möglichen Komplikationen oder einem abweichenden Heilungsverlauf zu geben (s.Anhang).

3.1 Teilnehmende Kliniken:

1. Helios Klinikum Berlin-Buch
2. Unfallkrankenhaus Berlin
3. Kreisklinik Biberach
4. Universitätsklinikum Düsseldorf
5. St. Willibrord-Spital Emmerich
6. Städt. Kliniken Esslingen
7. Johann-Wolfgang-Goethe-Universität Frankfurt
8. St.Katharinen-Hospital Frechen
9. Universitätsklinikum Göttingen
10. Kreiskrankenhaus Gummersbach
11. Universitätsklinikum Eppendorf
12. Evangelisches Krankenhaus Hamm
13. St.Barbara-Klinik Hamm-Heessen GmbH
14. Klinikum Karlsruhe
15. Bundeswehrzentral Krankenhaus Koblenz
16. Klinikum rechts d. Isar d.TU München
17. Universitätsklinikum Münster
18. Klinikum Offenburg
19. Klinikum der Universität Regensburg
20. GPR Gesundheits- und Pflegezentrum Rüsselsheim

21. Diakonie-Krankenhaus Schwäbisch Hall
22. Städtisches Klinikum Solingen
23. Krankenhaus der Barmherzigen Brüder
24. Dr.Horst-Schmidt Kliniken Wiesbaden
25. Universitätsklinikum Würzburg

1. Fragebogen

Der Fragebogen wurde von den teilnehmenden Kliniken zu jeder gemeldeten Komplikation ausgefüllt und dient der Erfassung der Komplikation. Er besteht aus einem allgemeinen Teil und einem speziellen Teil.

In dem allgemeinen Teil wurden sowohl allgemeine, auf den Patienten bezogene Daten, als auch auf die operative Versorgung bezogene Daten erfasst. Es wurden die AO-Klassifikation, die verletzte Seite und die Dislokationsrichtung erfasst. Weiter wurden der genaue Unfallmechanismus und mögliche Begleitverletzungen erfragt. Ermittelt wurden auch das Alter und Geschlecht des Patienten und seine Vorerkrankungen. Weitere Punkte waren die Art des Implantats und die Anzahl der eingebrachten Schrauben, wobei zwischen winkelstabil und nicht winkelstabil differenziert wurde und eventuell zusätzlich verwendeten Implantaten. Auch die Tage bis zur operativen Versorgung und die postoperative Weiterbehandlung spielten eine Rolle. Bei der Qualifikation des Operateurs wurde zwischen Assistenzarzt, Facharzt, Oberarzt und Chefarzt und zusätzlich nach der Anzahl der bereits durchgeführten derartigen Eingriffe differenziert. Ferner wurden der Zugangsweg, eine Spaltung des Retinaculum flexorum und eine Darstellung des N.medianus dokumentiert.

Im speziellen Teil ging es ausschließlich um die gemeldete Komplikation. Die Komplikation wurde genau beschrieben und die Therapie dargestellt.

2. Fragebogen (Reevaluation)

Der Fragebogen wurde im April 2010 von den teilnehmenden Kliniken an alle in dem entsprechenden Zeitraum behandelten Patienten verschickt. Ziel war es herauszufinden, ob Patienten ihre Komplikationen in anderen Kliniken haben behandeln lassen und somit nicht als Komplikation in diesem Register gemeldet wurden.

Ferner wurde die Zufriedenheit der Patienten mit dem operativen Ergebnis erfragt, indem die, der Patienten zwischen sehr gut, gut, befriedigend, ausreichend und schlecht wählen konnte. Desweiteren wurde gefragt, ob und wenn ja zu welchen Komplikationen es gekommen ist und ob und wenn ja wie sie diese haben behandeln lassen.

3.2 Statistik

Die Datenerfassung erfolgte über das Programm Microsoft Office Excel 2007 aus Microsoft Office Home and Student 2007.

Für die statistische Auswertung wurde das Statistikprogramm SPSS für Windows verwendet. Die Daten sind, soweit nicht anders gekennzeichnet, als Mittelwerte \pm Standardabweichung (MW \pm Stabw) angegeben. Zur Bestimmung der statistischen Signifikanz wurde für kategoriale Variablen der exakte Test nach Fisher und für numerische Variablen der nicht parametrische Test nach Mann-Whitney durchgeführt. Ein Unterschied der Ergebnisse mit einem $p \leq 0,05$ wurde als statistisch signifikant betrachtet.

4 Ergebnisse

4.1 Gesamtkomplikationsrate und Häufigkeit einzelner Komplikationen

Insgesamt wurden im Jahr 2008 von allen 25 teilnehmenden Kliniken 1998 Radiusfrakturen primär behandelt. Dazu wurden 90 (4,5%) Komplikationen gemeldet, wobei diese bei 85 Patienten auftraten und bei 5 Patienten zwei Komplikationen aufgetreten sind. Zu den 90 Komplikationen gab es 74 verwertbare Datensätze (3,7% von 1998) bei 69 Patienten. Bei der Reevaluation wurden 58 Komplikationen angegeben, von denen aber lediglich 25 behandelt wurden. Zusammen mit den 90 Komplikationen aus der ersten Datenerhebung ergeben sich somit maximal 148 erfaßte Komplikationen (7,4% von 1998).

Mit 32% (n=24) ist die häufigste der insgesamt 74 Komplikationen die Instabilität der Osteosynthese, gefolgt von Komplikationen der Sehnen mit 23% (n=17) und intraoperativen Komplikationen mit 14% (n=10). Nervenschäden gab es bei 9% (n=7), Infektionen bei 8% (n=6), CTS bei 7% (n=5), bei 4% (n=3) andere Komplikationen und jeweils bei 1% (n=1) ein CRPS oder eine gestörte knöcherner Heilung.

Als andere Komplikationen wurden je einmal ein Kompartmentsyndrom des Unterarms, eine Nachblutung und einmal Bewegungsschmerzen bei Extension genannt (s.Tabelle 1).

Komplikationen	Anzahl	Prozent %
Instabilität	24	32%
Sehnen	17	23%
Intraoperative Komplikationen	10	14%
Nerven	7	9%
Infektionen	6	8%
Karpaltunnelsyndrom	5	7%
Anderes	3	4%
Knochenheilung	1	1%
CRPS	1	1%
Gesamt	74	100%

Tabelle 1: Gesamtkomplikationshäufigkeit

Die nachfolgenden Analysen beziehen sich stets auf die gemeldeten Komplikationen und nicht auf die Gesamtzahl der in den teilnehmenden Kliniken operierten Patienten, da methodenbedingt keine Angaben zu den Patienten ohne Komplikationen vorlagen.

4.2 Epidemiologische Daten

4.2.1 Patientenalter und Geschlecht

Für 74 Patienten mit Komplikationen betrug das Gesamtdurchschnittsalter 56,8 Jahre, wobei die Frauen im Durchschnitt 59,1 Jahre alt waren und die Männer 33,5 Jahre. Die Komplikation Karpaltunnelsyndrom trat nur bei Männern auf.

Komplikationen	Anzahl	Alter	Frauen	Männer
Infektion	6	67	71,7	53
Instabilität der Osteosynthese	24	64,7	65,5	63,7
knöcherner Heilungsstörung	1	70	70	0
Sehnenschaden	17	48	57,8	28,5
Anderes ¹	3	54,6	85	39,5
Nervenschäden	7	59,5	68,2	38
Intraoperative Komplikationen	10	48,9	53,2	41,7
Karpaltunnelsyndrom	5	37,5	0	37,5
CRPS	1	61	61	0
Gesamt	74	56,8	59,2	33,5

Tabelle 2: Komplikationen im Bezug auf das Geschlecht und das Durchschnittsalter

Bei den Frauen traten die meisten Komplikationen zwischen dem 61. und 80. Lebensjahr auf. Für die Männer bestand ein erster Altersgipfel zwischen 20-30 Jahren und ein zweiter zwischen 51-60 Jahren (s. Tabelle 2).

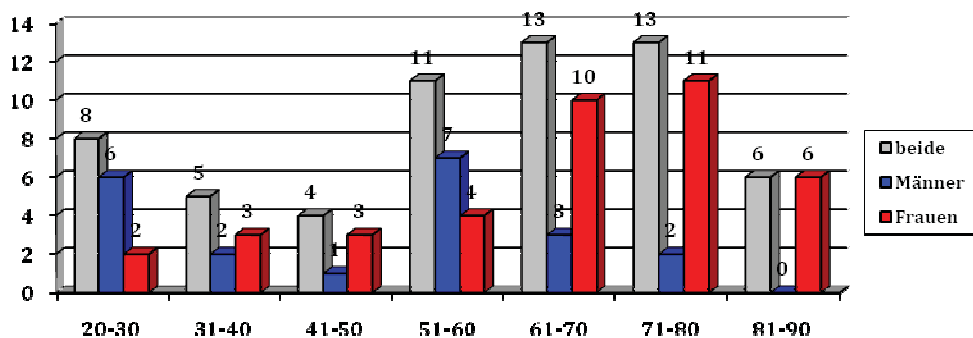


Abb.13: Geschlechtsbezogene Altersverteilung im Bezug zur Gesamtanzahl pro Zeitintervall

4.2.2 Frakturklassifikation

Von allen Patienten, bei denen eine Komplikation auftrat, gab es für die Differenzierung zwischen Extensions- und Flexionsfrakturen 60 von 74 Datensätzen. Registriert wurden insgesamt 10 Komplikationen (13,5%) bei einer Flexionsfraktur, wobei 6 (8,1%) Männer und 4 (5,4%) Frauen betroffen waren. Die restlichen 50 (67,6%) Fälle waren alle Extensionsfrakturen, davon 15 (20,3%) bei Männern und 35 (47,3%) bei Frauen (s. Abb. 13/14).

¹ Bewegungsschmerz bei Extension, Nachblutung, Kompartiment des Unterarms

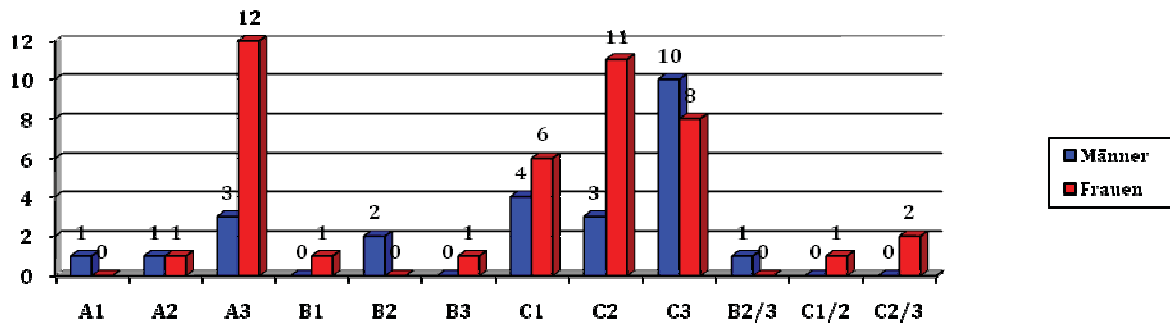


Abb.14: Geschlechtsverteilung der Frakturen nach AO-Klassifikation

4.2.3 Geschlechtsbezogener Unfallmechanismus

Der häufigste Unfallmechanismus war mit 51 Nennungen (68,9%) der einfache, ebenerdige Sturz, wobei 15 Männer und 36 Frauen betroffen waren. Dreimal (4%) lagen Stürze mit dem Motorrad vor, dabei handelte es sich um 2 Männer und eine Frau. Der Sturz aus zwei Meter bzw. aus drei Meter Höhe wurde jeweils zweimal (2,7%) angegeben (ein Mann, eine Frau). Bei jeweils einem Mann (1,3%) waren die Unfallursachen ein Sturz aus vier Meter Höhe und einmal ein PKW-Unfall. Bei insgesamt 14 Datensätzen (19%) wurden gar im Fragebogen keine Angaben zum Unfallmechanismus gemacht (s. Tabelle 3).

Art	Anzahl			Prozent %		
	Gesamt	Männer	Frauen	Gesamt	Männer	Frauen
Einfacher Sturz	51	15	36	69%	20,4%	48,6%
Sturz mit Motorrad	3	2	1	4%	2,7%	1,3%
Sturz aus 2 Metern Höhe	2	1	1	2,7%	1,35%	1,35%
Sturz aus 3 Metern Höhe	2	1	1	2,7%	1,35%	1,35%
Sturz aus 4 Metern Höhe	1	1	0	1,3%	1,3%	0
PKW-Unfall	1	1	0	1,3%	1,3%	0
Keine Angaben	14			19%		
Gesamt	74			100%		

Tabelle 3: Art des Unfallmechanismus im Bezug auf das Durchschnittsalter und Geschlecht

4.2.4 Begleitverletzungen im Bereich der Hand

Mit 19 Fällen (25,8%) wurde die Fraktur des Processus styloideus ulnae am häufigsten genannt. Die distale Ulnafraktur wurde in vier Fällen (5,4%) angegeben. Eine proximale Ulnafraktur in Kombination mit einer Radiuskopffraktur und Fraktur des Ulnastyloids in Kombination mit einem TFCC-Schaden wurden jeweils einmal (1,3%) angeführt. Somit

betrafen insgesamt 25 (33,8%) aller Begleitverletzungen direkt oder indirekt die Ulna. Einmal genannt (1,3%) wurden die Verletzung des skapholunären Bandes bei einer C3-Radiusfraktur und der einzelne Schaden des Discus triangularis (TFCC) mit einer weiteren Bandverletzung (1,3%).

In 41,9% (n=31) wurden keine Begleitverletzungen im Bereich der Hand genannt und in 16 (21,7%) Fällen wurde gar keine Angabe im Fragebogen gemacht (s. Tabelle 4).

Begleitverletzung	Anzahl	Prozent %
Fraktur prox. Styloid ulnae	19	25,8%
Distale Ulnafraktur	4	5,4%
Prox. Ulnafraktur + Radiuskopffraktur	1	1,3%
Fraktur Ulnastyloid + TFCC-Schaden	1	1,3%
Scapholunäre-Bandverletzung	1	1,3%
TFCC-Schaden	1	1,3%
Keine Begleitverletzung	31	41,9%
Keine Angaben	16	21,7%
Gesamt	74	100%

Tabelle 4: Begleitverletzungen

4.2.5 Begleitverletzungen in anderen Regionen

Bei zwei Patienten (2,8%) lag eine Orbitafraktur vor. Jeweils einmal genannt (1,4%) wurden eine BWK-6-Instabilität, eine proximale Humerusfraktur in Kombination mit einer Mittelgesichtsfraktur und Dornfortsatzfrakturen der HWS und BWS in Kombination mit einer Luxationsfraktur TH5/6. Für die meisten Patienten (n=55, 74%) wurden keine Begleitverletzungen angegeben. Bei insgesamt 14 Datensätzen (19%) wurden hierzu keine Angaben im Fragebogen gemacht (s. Tabelle 5).

Begleitverletzungen	Anzahl	Prozent
Orbitabodenfraktur	2	2,8%
BWK 6 Instabilität	1	1,4%
Prox. Humerusfraktur li + Mittelgesichtsfraktur	1	1,4%
Dornfortsatzfraktur HWS+BWS, TH5/6 Luxationsfraktur	1	1,4%
Keine Begleitverletzungen	55	74%
Keine Angaben gemacht	14	19%
Gesamt	74	100%

Tabelle 5: Begleitverletzungen in anderen Regionen

4.2.6 Vorbestehende Veränderungen im Bereich der betroffenen Hand

In 12 Fällen (16,1%) wurde eine Osteoporose als vorbestehende Veränderung angegeben. Je einmal (1,4%) genannt wurden eine Rhizarthrose und eine vorausgegangene Spaltung des Karpalkanals. In drei Fällen (4,1%) wurde eine zurückliegende ipsilaterale Unterarmfraktur angegeben. Bei 57 Fälle (77%) wurden keine Vorerkrankungen im Handgelenk angegeben (s.Tabelle 6).

Vorerkrankungen	Anzahl	Prozent
Osteoporose	12	16,1%
Rhizarthrose	1	1,4%
Spaltung des Karpalkanals	1	1,4%
Unterarmfraktur ipsilateral	3	4,1%
Keine	57	77%
Gesamt	74	100%

Tabelle 6: Vorbestehende Veränderungen im Bereich der betroffenen Hand

4.2.7 Weitere Begleiterkrankungen

Jeweils einmal (2%) genannt wurden KHK, Alkohol, M.Parkinson, Hypertonie in Kombination mit einem insulinpflichtigen Diabetes Mellitus (IDDM), Suizidversuch in Kombination mit Alkoholabusus und Apoplex in Kombination mit Depression. Marcumar bei Vorhofflimmern wurde zweimal (3%) angegeben. Die Osteoporose stellte mit 22% die häufigste Begleiterkrankung dar. Zusätzlich zu dem singulären Auftreten (n=8), wurde sie vielfach in Kombination mit anderen Erkrankungen (NIDDM, COPD, Schwindel, Rheuma, Adipositas, CLL, Demenz, Herzinsuffizienz) angegeben. In 44% (n=34) der Fälle gab es keine Begleiterkrankungen (s.Tabelle 7).

Begleiterkrankungen	Anzahl	Prozent
Osteoporose (Osp)	17	22%
NIDDM	2	3%
COPD	2	3%
Schwindel	1	1%
Rheuma	3	4%
Suizid	2	3%
Alkohol	2	3%
Adipositas	1	1%
Hypertonie	2	3%
KHK	6	8%
M.Parkinson	1	1%
CLL	1	1%
Demenz	1	1%
Thoraxtrauma	1	1%
Apoplex	1	1%
keine	34	44%
Gesamt	77	100%

Tabelle 7: Begleiterkrankungen

4.2.8 Osteoporose

Von Osteoporose waren 15 Frauen und lediglich 2 Männer betroffen, was bei den Frauen auf alle 60 von 74 Komplikationen 20,3% und bei den Männern 2,7% entspricht. Gesamt liegt die Osteoporoserate bei 25,6% (s. Tabelle 8).

Komplikationen gesamt	60/74
Komplikationen mit Osteoporose	19 (25,6%)
Männer gesamt	21
Männer mit Osteoporose	2 (2,7%)
Frauen gesamt	39
Frauen mit Osteoporose	15 (20,3%)

Tabelle 8: Geschlechtsverteilung bei Osteoporose

Gesamt standen 64 der 74 Datensätze zur Verfügung, bei denen 17 (22,9%) mal Osteoporose mit angegeben wurde. Osteoporose wurde bei 6 (8,1%) A-Frakturen, einer (1,4%) B-Fraktur und 10 (13,5%) C-Frakturen angegeben. Insgesamt wurde Osteoporose in 17 (22,9%) Fällen von 64 der 74 zur Verfügung stehenden Datensätze benannt (s. Tabelle 9).

AO-K.	A	B	C
1	1 (1,4%)	1 (1,4%)	2 (2,7%)
2	1 (1,4%)	0	6 (8,2%)
3	4 (5,4%)	0	2 (2,7%)
Gesamt	6 (8,1%)	1 (1,4%)	10 (13,5%)

Tabelle 9: Osteoporosehäufigkeit im Bezug zur AO-Klassifikation

4.3 Behandlung

4.3.1 Häufigkeit der verwendeten Implantate

Es wurde in 25 Fällen (34%) ein Implantat der Firma Synthes verwendet, in 12 Fällen (16%) eins der Firma Medartis, in 7 (9%) AAP, und in 5 (7%) eins der Firma Stryker. Ein Implantat der Firma Axomed wurde in drei Fällen (5%) gewählt, von Winstar in zwei Fällen (4%) und das System von Variox in einem Fall (1%). In 17 Fällen (24%) wurden keine weiteren Angaben bezüglich des Implantats gemacht (s. Tabelle 10).

Hersteller	Anzahl	Prozent %
Synthes	25	34
Medartis	12	16
AAP	7	9
Stryker	5	7
Axomed	3	5
Winstar	2	4
Variox	1	1
Keine Angaben	17	24
Gesamt	74	100

Tabelle 10: Auflistung der verwendeten Implantate

4.3.2 Zusätzlich zur winkelstabilen Platte angewandte Osteosynthesetechniken

Zweimal (2,8%) wurde zusätzlich eine Zugschraube am Schaft verwendet (Komplikationen: Karpaltunnelsyndrom, Instabilität der Osteosynthese) verwendet. Je einmal kamen zum Einsatz: dorsale Medartisplatte (Sehnenschaden), radialer K-Draht (Sehnenschaden), AAP-Schraube mit Unterlegscheibe (Infektion) und Kirschnerdrähte an der Ulna mit PDS-Zuggurtung (CRPS). Ein Fixateur externe wurde bei drei (4,2%) Komplikationen zusätzlich präop angebracht. Dabei wurden zweimal Plattensysteme der Firma Medartis und einmal der Firma Synthes verwenden. Die später aufgetretenen Komplikationen waren in einem Fall ein einzelner Sehnenschaden und in den beiden anderen Fällen ein Sehnenschaden in Kombination mit einem zusätzlich aufgetretenen Karpaltunnelsyndrom. In 50 Fällen (67,6%) wurden keine weiteren Implantate benötigt und bei 15 (20%) Datensätzen wurden keine Angaben gemacht (s. Tabelle 11).

Weitere Implantate	Anzahl	Prozent	Implantat	Komplikation
Zugschraube Radiuschaft	1	1,4%	Synthes	KTS
Zugschraube Radiuschaft	1	1,4%	Medartis	Instabilität
dorsale Medartisplatte	1	1,4%	Medartis	Sehnen
Kirschner-Draht radial	1	1,4%	Medartis	Sehnen
Aap-Schraube+Unterlegscheibe	1	1,4%	Synthes	Infektion
2 Kirschner-Drähte Ulna + PDS Zuggurtung	1	1,4%	Medartis	CRPS
Fixateur externe präop für 2 Tage	1	1,4%	Medartis	Sehnen
Fixateur externe	1	1,4%	Synthes	KTS+Sehnen
Fiacteur externe	1	1,4%	Medartis	KTS+Sehnen
Keine	50	67,6%		
Keine Angaben	15	20		
Gesamt	74	100%		

Tabelle 11: Zusätzlich zur winkelstabilen Platte angewandte Osteosynthesetechniken

4.3.3 Postoperative Behandlung

Es wurden insgesamt bei 48 der 74 Patienten Physiotherapie mit einer durchschnittlichen Dauer von 2,9 Wochen (1-8 Wochen) verordnet. Zusätzlich wurde bei 36 Patienten Schienenruhigstellungen mit einer durchschnittlichen Dauer von ebenfalls 2,9 Wochen (1-6 Wochen) oder alternativ in 9 Fällen eine Ruhigstellung durch einen Unterarmgips mit einer durchschnittlichen Dauer von 3,4 Wochen (2-4 Wochen) durchgeführt.

4.4 Beschreibung der Komplikationen

4.4.1 Instabilität der Osteosynthese

Mit 32% (n=24) war die häufigste der insgesamt 74 Komplikationen die Instabilität der Osteosynthese. Dabei wurde in 8 Fällen (33%) bei den Patienten eine Osteoporose mit angegeben.

Im Mittel wurden die proximalen Schraubenlöcher mit eine winkelstabilen Schraube und 2,4 nicht winkelstabilen Schrauben besetzt. Die distalen Schraubenlöcher wurden durchschnittlich 5 winkelstabilen und 0,3 nicht winkelstabilen Schrauben besetzt.

7 (37%) der Instabilitäten sind bei Implantaten der Firma Synthes aufgetreten, 5 (26%) bei Medartis, 3 (16%) bei Stryker und jeweils 2 (11%) bei AAP und Winstar.

Postoperativ wurde bei den Patienten, bei denen die Komplikation Instabilität aufgetreten ist, Physiotherapie für mindestens 2 bis maximal 8 Wochen (Mittelwert 3,7 Wochen) verordnet und eine Schienenruhigstellung für 2 bis 6 Wochen (Mittelwert 3,4 Wochen). In zwei Fällen wurden zusätzlich Lymphdrainage und in zwei weiteren Fällen zusätzliche Beübung des Handgelenk verordnet.

4.4.2 Sehnenschäden

Als zweithäufigste Komplikation mit 23% (n=17) aller Komplikationen wurde der Sehnenschaden genannt. Es handelt sich dabei um 10 Rupturen der Beuge- und Strecksehnen und 7 Sehnenverklebungen.

Es lagen 6 Rupturen der Extensor policis longus (EPL) Sehne vor, wobei 2 bei Implantaten der Firma Synthes und jeweils eine bei den Implanten der Firma AAP, Medartis und Stryker aufgetreten sind. In einem Fall wurde nicht angegeben, um welches Implantat es sich gehandelt hat.

Weiter wurde über eine nicht weiter differenzierte Ruptur des Extensor digitorum longus berichtet, bei dem ein Implantat der Firma Axomed verwendet wurde.

In 3 Fällen kam es zur Ruptur des Flexor digitorum profundus II (FDP2). Jeweils einmal beteiligt waren Implantate der Hersteller AAP, Axomed, Synthes.

In 7 Fällen lag eine Verklebung der Beugesehnen vor. Als Implantate wurden 3 der Firma Synthes, 3 der Firma Medartis und eins der Firma AAP verwendet.

Als postoperative Therapie wurden 2-6 Wochen (3 Wochen) Physiotherapie und 2-4 Wochen (3,4 Wochen) Schienenruhigstellung verordnet.

Zur Therapie der Komplikationen wurde in 7 Fällen eine Tenolyse und Sehnennaht durchgeführt. Jeweils in einem Fall wurde eine Incisplastik, der Transfer des Flexor digitorum superficialis (FDS II) auf den Stumpf des Flexor policis longus (FPL) und die Kopplung von Strecksehnen D3/D4 durchgeführt.

4.4.3 Intraoperative Komplikationen

Bei 10% (n=7) ist es zu intraoperativen Komplikationen gekommen. Einmalig (2%) genannt wurden bei den intraoperativen Besonderheiten jeweils ein verbliebener Versatz des distalen Fragments, eine längsverlaufende Fraktur des distalen Radius, eine Fehlplatzierung des Implantats, die Unmöglichkeit des primären Hautverschlusses, ein Schaden des Skapholunären Bandes bei einer primären Versorgung mit einem Fixateur Externe und eine Fehleinschätzung des Operateurs bezüglich der korrekten Schraubenlage. Bei 70,2% (n=52) gab es keine intraoperative Besonderheiten und in 15 (20%) Fällen wurden keine Angaben gemacht (s. Tabelle 12).

Bei intraoperative Komplikationen traten soweit angegeben 6 (75%) bei Synthesimplantaten und jeweils eine (13%) bei den Implantaten der Hersteller Axomed und Medartis auf.

In einem Fall kam es zu Beatmungsproblemen mit der Notwendigkeit des Wechsels von Larynxmaske auf eine Intubationsnarkose (ITN).

Kam es zu intraoperativen Komplikationen, wurde postoperativ Physiotherapie für 1-5 Wochen(2,8 Wochen)und eine Schienenruhigstellung für 3-5 Wochen(4 Wochen)verordnet.

intraoperative Besonderheiten	Anzahl	Prozent
verbliebener Versatz des distalen Fragments nach radial	1	1,4%
längsverlaufende Fraktur des distalen Radius	1	1,4%
Fehlplatzierung	1	1,4%
Hautverschluss nicht möglich	1	1,4%
primäre Notfallversorgung mit Fix.externe + Ak Handgelenk bei SL-Bandschaden	1	1,4%
Operateur glaubt an korrekte Lage der Schraube (Fehleinschätzung)	1	1,4%
Beatmungsprobleme mit Wechsel von Larynxmaske auf ITN	1	1,4%
Keine	52	70,2%
Keine Angaben	15	20%
Gesamt	74	100%

Tabelle 12: Intraoperative Besonderheiten

4.4.4 Nervenschäden und Karpaltunnelsyndrom

Nervenschäden gab es bei 9% (n=7). In zwei Fällen ist es zu Verwachsungen des N.medianus gekommen. In einem der beiden Fälle handelte es sich um ein Implantat der Firma AAP und als Therapie wurde eine Neurolyse und Tenolyse durchgeführt. In dem anderen Fall handelte es sich um ein Implantat der Firma Synthes und es wurde als Therapie eine Neurolyse und Materialentfernung durchgeführt.

In zwei weiteren Fällen kam es zur Dehnung des N.medianus mit anschließender konservativer Therapie. Implantathersteller war in einem Fall Synthes und im zweiten Fall fehlte diese Angabe.

Bei einem weiteren Implantat der Firma Synthes ist es zu Dysästhesien im Bereich des distalen Radius gekommen, so dass das Implantat entfernt werden musste.

Zudem kam es bei einem Implantat der Firma AAP zu einem Kompartmentsyndrom und zu Verwachsungen des N.medianus, welche später durch eine Neurolyse therapiert wurden..

Bei einem Implantat der Firma Medartis lag ein Plexusschaden unter Mitbeteiligung des N.medianus, N.ulnaris und N.radialis superficialis vor, am ehesten infolge eines regionalen Anästhesieverfahrens (Plexusanästhesie). Die Therapie wurde konservativ durchgeführt.

Bei 38 (51,4%) der 74 Komplikationen wurde dokumentiert, dass der Zugang über den Flexor carpi radialis gewählt wurde. In 4 dieser 38 Fälle traten Probleme des N.medianus auf (zweimal Verwachsung, zweimal Dehnung). In den restlichen Fällen erfolgte keine Angabe über den operativen Zugangsweg. Die Dysästhesien des R.spf. n.radialis und der Armplexusschaden standen in keinem Zusammenhang mit dem palmaren Zugang.

Die konservative Therapie der Nervenschäden erfolgte durch 1-4 Wochen (2,8 Wochen)

Physiotherapie und 1-6 Wochen (3,25 Wochen) Schienenruhigstellung verordnet(s.Tabelle13). In 5 Fällen (6,8%) ist ein Karpaltunnelsyndrom aufgetreten. Dabei erfolgte der Zugang zweimal über den Flexor carpi radialis, einmal wurde ein anderer Zugang gewählt und zweimal wurden keine Angaben zum Zugang gemacht. Das Karpaltunnelsyndrom wurde in 4 Fällen durch Spaltung des Karpaldaches und in einem Fall konservativ therapiert. In einem Fall wurde keine Angabe bezüglich des Implantateherstellers gemacht. In zwei Fällen wurden Implantate der Firma Synthes verwendet und in jeweils einem Fall der Firma Stryker und Medartis.

Art	Therapie	Implantat	Zugang über FCR	Darstellung N.medianus
Verwachsung N.medianus	Neurolyse/Tenolyse	AAP	Ja	Ja
Verwachsung N.medianus	Neurolyse + Materialentfernung	Synthes	Ja	Ja
Dehnung N.medianus	konservativ	Synthes	Ja	Ja
Dehnung N.medianus	konservativ		Ja	Nein
Plexusschaden N.medianus, N.ulnaris, N.radialis sup.	konservativ	Medartis	k.A.	Ja
Dysästhesien distaler Radius	Materialentfernung	Synthes	Ja	Ja
Kompartiment mit Verwachsung N.medianus	Spaltung und Neurolyse	AAP	Nein	Ja
Karpaltunnelsyndrom	konservativ	Stryker	Nein	Nein
Karpaltunnelsyndrom	Karpaldachspaltung	Synthes	Ja	Nein
Karpaltunnelsyndrom	Karpaldachspaltung	Medartis	Ja	Nein
Karpaltunnelsyndrom	Karpaldachspaltung	Synthes	k.A. ²	k.A.
Karpaltunnelsyndrom	Karpaldachspaltung	k.A.	k.A.	k.A.

Tabelle 13: Nervenschädigung

4.4.5 Weitere Komplikationen

Als weitere Komplikationen wurden einmal eine Nachblutung und einmal Bewegungsschmerzen bei Extension genannt.

Infektionen gab es bei 6 Patienten (8%). Im Durchschnitt wurden die 6 Radiusfrakturen, bei denen in der Folge eine Infektion aufgetreten ist, nach 4 Tagen operativ versorgt. Das mittlere Alter lag mit 67 Jahren im Durchschnitt. Die 6 Infektionen wurden einmal konservativ und fünfmal operativ (davon zweimal mit Metallentfernung) therapiert. Postoperativ wurden die Radiusfrakturen, bei denen eine Infektion aufgetreten ist, im Mittel mit 3 Wochen (2-4 Wochen) Physiotherapie und 2,3 Wochen (1-4 Wochen) Schienenruhigstellung versorgt.

4.5 Behandlerabhängige Faktoren

4.5.1 Anzahl der Komplikationen pro Klinik

Von 25 teilnehmenden Kliniken wurden in dem untersuchten Zeitraum 1998 Radiusfrakturen behandelt, wobei die kleinste Anzahl an gemeldeten Fällen 7 und die größte 156 betrug. Die gemeldete Anzahl an Komplikationen lag zwischen 0 und 16. Im Durchschnitt wurden von allen Kliniken in dem untersuchten Intervall 79,9 Radiusfrakturen behandelt. Dabei traten pro Klinik 4,74 Komplikationen auf und die durchschnittliche Komplikationsrate lag bei 4,5% (Range 0 bis 15%) (s. Tabelle 14).

Ort	Gesamtfallzahl	Anzahl Komplikationen ³	Prozent % ⁴
Helios Klinikum Berlin-Buch	149	16 (10,7%)	21,8%
Unfallkrankenhaus Berlin-Marzahn	156	11 (7%)	14,9%
Kreisklinik Biberach	104	0	0%
Universitätsklinikum Düsseldorf	45	1 (2,2%)	1,3%
St. Willibrord Emmerich	21	2 (9,5%)	2,7%
Städtische Kliniken Esslingen	95	0	0%
Universitätsklinikum Frankfurt	148	5 (3,4%)	6,8%
St. Katharinenhospital Frechen	117	1 (0,8%)	1,3%
Universitätsklinikum Göttingen	60	5 (8,3%)	6,8%
Kreiskrankenhaus Gummersbach	134	4 (2,9%)	5,4%
Universitätsklinikum Hamburg/ Eppendorf	11	0	0%
Hamm Evang. KH	38	4 (10,5%)	5,4%
St. Barbara-Klinik Hamm Heessen	107	0	0%
Klinikum Karlsruhe	143	5 (3,5%)	6,8%
Bundeswehrzentral Krankenhaus Koblenz	22	0	0%
Klinikum rechts der Isar München	7	0	0%
Universitätsklinikum Münster	107	1 (0,9%)	1,3%
Klinikum Offenburg	73	4 (5,5%)	5,4%
Universitätsklinikum Regensburg	77	2 (2,6%)	2,7%
Klinikum Rüsselsheim	83	3 (3,6%)	4%
Diakonie Klinikum Schwäbisch-Hall	62	4 (6,5%)	5,4%
Städtisches Klinikum Solingen	42	1 (2,4%)	1,3%
Barmherzigebrüder Krankenhaus Trier	47	1 (2,1%)	1,3%
Dr. Horst-Schmidt Kliniken Wiesbaden	43	4 (9,3%)	5,4%
Universitätsklinikum Würzburg ⁵	107	16 (15%)	-
Gesamt	1998	74 (3,7%)/90 (4,5%)	100%
Mittelwert	79,92	4,74	

Tabelle 14: Anzahl der Komplikationen pro Klinik im Bezug zur Gesamtfallzahl

² Keine Angaben

³ Prozentanzahl im Bezug auf Komplikationsanzahl und Anzahl behandelter Radiusfrakturen einer Klinik

⁴ Prozentanzahl im Bezug auf die Gesamtzahl von 74 aller Komplikationen des Registers ohne Würzburg

4.5.2 AO-Klassifikation der Radiusfraktur im Bezug zur Klinik

Es wurden insgesamt 1998 Radiusfrakturen gemeldet, bei denen es in 90 Fällen zu Komplikationen gekommen ist. Diese Komplikationen wurden von 19 der 25 insgesamt teilnehmenden Kliniken gemeldet. Da aus dem Universtitätsklinikum in Würzburg nur die Anzahl der Komplikationen und sonst keine weiteren Angaben vorliegen, werden diese 16 gemeldeten Komplikationen aus der Wertung heraus genommen. Somit sind es 74 Komplikationen von 18 Kliniken.

Mit 46 (62,1%) kam es am häufigsten bei den komplexen C-Frakturen zu Komplikationen. Bei den A-Frakturen traten 18 (24,3%) der Komplikationen auf und mit 5 (6,8%) seltener bei B-Frakturen. In 5 (6,8%) Fällen wurden keine weiteren Angaben gemacht (s. Tabelle 15).

Ort	Gesamtfallzahl	Anzahl Komplikationen	AO-Klassifikation A/B/C/k.A. ⁶			
			A	B	C	k.A.
Helios Klinikum Berlin-Buch	149	16	6	1	9	0
Unfallkrankenhaus Berlin-Marzahn	156	11	2	3	6	0
Universitätsklinikum Düsseldorf	45	1	0	0	1	0
St. Willibrord Emmerich	21	2	1	0	1	0
Universitätsklinikum Frankfurt	148	5	2	0	3	0
St. Katharinenhospital Frechen	117	1	0	0	1	0
Universitätsklinikum Göttingen	60	5	1	0	4	0
Kreiskrankenhaus Gummersbach	134	4	3	0	1	0
Hamm Evang. KH	38	4	-	-	-	4
Klinikum Karlsruhe	143	5	0	0	5	0
Universitätsklinikum Münster	107	1	0	0	1	0
Klinikum Offenburg	73	4	0	1	2	1
Universitätsklinikum Regensburg	77	2	1	0	1	0
Klinikum Rüsselsheim	83	3	0	0	3	0
Diakonie Klinikum Schwäbisch-Hall	62	4	1	0	3	0
Städtisches Klinikum Solingen	42	1	0	0	1	0
Barmherzigebrüder Krankenhaus Trier	47	1	0	0	1	0
Dr. Horst-Schmidt Kliniken Wiesbaden	43	4	0	0	4	0
Gesamt	1545	74	18 (24,3%)	5 (6,8%)	46 (62,1%)	5 (6,8%)

Tabelle 15: Anzahl der Komplikationen im Bezug auf die Klinik und die AO-Klassifikation

⁵ Keine Datensätze vorhanden

⁶ k.A.= es wurden keine Differenzierung der Klassifikation vorgenommen

4.5.3 Qualifikation des Operateurs im Bezug zur Klinik

Von den 25 teilnehmenden Kliniken haben 18 Kliniken bei 74 Komplikationen genauere Angaben gemacht über den Ausbildungsstand des Operateurs. Dabei wurde differenziert zwischen Assistenzärzten (AA), Fachärzten (FA), Oberärzten (OA) und Chefärzten (CA).

Von allen gemeldeten Komplikationen einer Klinik traten bei den Assistenzärzten insgesamt 17 (Range 0-7, Durchschnitt 0,94). Bei den Fachärzten wurden 18 (0-6, Durchschnitt 1,0) und bei den Oberärzten 23 (0-6, Durchschnitt 1,28) Komplikationen gemeldet. Bei den Chefärzten wurden mit 8 (0-2, Durchschnitt 0,44) die wenigsten Komplikationen gemeldet (s.Tabelle 16).

Ort	Gesamtfallzahl	Anzahl Komplikationen	Qualifikation AA/FA/OA/CA/kn.A. ⁷				
Helios Klinikum Berlin- Buch	149	16	3	6	6	1	0
Unfallkrankenhaus Berlin-Marzahn	156	11	7	4	0	0	0
Universitätsklinikum Düsseldorf	45	1	0	0	1	0	0
St. Willibrord Emmerich	21	2	1	0	0	1	0
Universitätsklinikum Frankfurt	148	5	1	1	3	0	0
St. Katharinenhospital Frechen	117	1	0	0	1	0	0
Universitätsklinikum Göttingen	60	5	0	0	5	0	0
Kreiskrankenhaus Gummersbach	134	4	3	1	0	0	0
Hamm Evang. KH	38	4	-	-	-	-	4
Klinikum Karlsruhe	143	5	0	2	3	0	0
Universitätsklinikum Münster	107	1	-	-	-	-	1
Klinikum Offenburg	73	4	-	-	-	1	3
Universitätsklinikum Regensburg	77	2	0	0	2	0	0
Klinikum Rüsselsheim	83	3	0	1	1	1	0
Diakonie Klinikum Schwäbisch-Hall	62	4	1	0	1	2	0
Städtisches Klinikum Solingen	42	1	0	0	0	1	0
Barmherzigebrüder Krankenhaus Trier	47	1	0	0	0	1	0
Dr.Horst-Schmidt Kliniken Wiesbaden	43	4	1	3	0	0	0
Gesamt (Mittelwert⁸)	1545 (85,83)	74 (4,1)	17 (0,94)	18 (1,0)	23 (1,28)	8 (0,44)	8 (0,44)

Tabelle 16: Anzahl der Komplikationen im Bezug zur Klinik und Qualifikation des Operators

⁷ k.A.=es wurde keine weitere Differenzierung über den Ausbildungsstand vorgenommen

4.5.4 Häufigkeit und Art der Komplikationen im Bezug auf den Ausbildungsstand des Operateurs und der Anzahl der von ihm durchgeführten gleichen Eingriffe

Für die Aufschlüsselung nach der Anzahl der vom Operateur gleichen durchgeführten Operationen standen 56 der insgesamt 74 Datensätze zur Verfügung (s. Tabelle 17).

Komplikationen traten insgesamt bei 10 (13,5%) Assistenzärzten (AA), bei 16 (21,6%) Fachärzten (FA), bei 23 (31,1%) Oberärzten (OA) und bei 7 (9,5%) Chefärzten (CA) auf. Die Assistenzärzte führten diesen Eingriff im Mittel zwischen 1 bis 10-mal durch, Fachärzte zwischen 21 bis 50-mal und die Oberärzte und Chefärzte im Durchschnitt über 50-mal.

	1-10	11-20	21-50	Über 50	Gesamt
Assistenzärzte	5	4	1	0	10 (13,5%)
Fachärzte	1	3	8	4	16 (21,6%)
Oberärzte	0	0	5	18	23 (31,1%)
Chefärzte	0	1	0	6	7 (9,5%)
Gesamt	6	8	14	28	56

Tabelle 17: Dienststellung im Bezug auf operative Erfahrung

Es standen 56 der 74 Datensätze zur Auswertung der Beziehung zwischen Ausbildungsstand und Aufschlüsselung der Komplikationen im Detail zur Verfügung (s. Tabelle 18).

Komplikation	AA	FA	OA	CA	Gesamtanzahl
Instabilität	4 (20%)	5 (25%)	8 (40%)	3 (15%)	20
Sehnen	4 (26%)	3 (20%)	6 (40%)	2 (13%)	15
Nerven	3 (43%)	1 (14%)	3 (43%)	0	7
Infektionen	2 (40%)	2 (40%)	1 (20%)	0	5
Intraoperative Komplikationen	2 (22%)	3 (33%)	2 (22%)	2 (22%)	9
Karpaltunnelsyndrom	1 (25%)	2 (50%)	0	1 (25%)	4
Anderes	1 (33%)	0	2 (66%)	0	3
CRPS	0	0	1 (100%)	0	1
Kn.Heilung	0	1 (100%)	0	0	1
Keine Angaben	0	0	0	0	9
Gesamt	17 (22,9%)	17 (23%)	23 (31%)	8 (10,8%)	74

Tabelle 18: Gesamtkomplikationsübersicht im Bezug auf den Operateur

⁸ Mittelwert jeweils bezogen auf die 18 in der Tabelle aufgeführten Kliniken

4.6 Weitere mögliche Einflussfaktoren

4.6.1 Komplikationen im Bezug zum Implantat

Bezieht man die Anzahl der Komplikationen auf die einzelnen Implantate so ergibt sich folgendes Bild:

Bei den meisten Komplikationen waren Implantate der Hersteller Synthes 33,9% (n=25) und Medartis 16% (n=12) verwendet worden. Auf das System der Firma AAP fielen 9,5% (n=7), der Firma Stryker 6,8% (n=5), Axomed 4% (n=3), Winstar 2,7% (n=2) und der Firma Variox 1,4% (n=1). Bei 25,7% (n=19) der Datensätzen wurde keine Angabe bezüglich des verwendeten Implantats gemacht. Bis auf die Implantate der Firmen Variox und Axomed, bei denen insgesamt jeweils nur 1 (Variox) bzw. 3 (Axomed) Komplikationen auftrat, sind bei allen Implantaten Instabilitäten aufgetreten (s. Tabelle 19).

Art	AAP	Medartis	Synthes	Winstar	Stryker	Variox	Axomed	Gesamt
Instabilität	2 (11%)	5 (26%)	7 (37%)	2 (11%)	3 (16%)	0	0	19
Sehnen	1 (9%)	2 (18%)	5 (45%)	0	1 (9%)	0	2 (18%)	11
intraoperativ	0	1 (13%)	6 (75%)	0	0	0	1 (13%)	8
Karpaltunnelsyndrom	0	1 (50%)	0	0	1 (50%)	0	0	2
Nerven	2 (33%)	1 (17%)	3 (50%)	0	0	0	0	6
Infektion	1 (25%)	1 (25%)	1 (25%)	0	0	1 (25%)	0	4
CRPS	0	1 (100%)	0	0	0	0	0	1
Kn.Heilung	0	0	1 (100%)	0	0	0	0	1
Anderes	1 (33%)	0	2 (66%)	0	0	0	0	3
Keine Angaben	-	-	-	-	-	-	-	19
Gesamt	7 (9,5%)	12 (16%)	25 (33,9%)	2 (2,7%)	5 (6,8%)	1 (1,4%)	3 (4%)	74

Tabelle 19: Komplikationen im Bezug zu den verwendeten Implantaten

4.6.2 Komplikationen im Bezug auf den Abstand zwischen Unfallereignis und Zeitpunkt der endgültigen Frakturversorgung

Insgesamt betrug der durchschnittliche Unfall-Operations-Abstand bei allen Komplikationen 3,5 Tage.

Der durchschnittliche Unfall-Operations-Abstand betrug bei den Infektionen 4 Tage, bei den Instabilitäten 3,4 Tage, bei den knöchernen Heilungsstörungen 1 Tag, bei Sehenschäden 3,4 Tage, bei Nervenschädigungen 2 Tage, bei intraoperativen Komplikationen 3,3 Tage, beim Karpaltunnelsyndrom (CTS) 5 Tage, beim CRPS 4 Tage und bei den übrigen Komplikationen 5 Tage (s. Tabelle 20).

Komplikationen	Gesamtanzahl	Unfall-OP-Abstand (Tage)
Infektion	6	4
Instab.	24	3,4
Kn.Heil.	1	1
Sehnen	17	3,4
Nerven	7	2
intraop	10	3,3
Karpaltunnelsyndrom	5	5
CRPS	1	4
anderes	3	5
Gesamt	74	3,5

Tabelle 20: Komplikation im Bezug auf den Abstand zwischen Unfallereignis und Zeitpunkt des endgültigen Frakturversorgung

4.6.3 Komplikationen bezogen auf die verwendete Anzahl der Schrauben

Im Durchschnitt wurden, bezogen auf alle Komplikationen, pro Platte die proximalen Schraubenlöcher mit 1,1 (0 bis 7) Schrauben winkelstabil und 2,1 (0 bis 5) Schrauben nicht winkelstabil besetzt. Die distalen Schraubenlöcher des Implantats wurden im Durchschnitt mit 4,7 (0 bis 9) winkelstabilen Schrauben und 0,7 (0 bis 3) nicht winkelstabilen Schrauben besetzt.

Bei den 20 Instabilitäten wurden im Mittel proximal 1 (0-3) winkelstabile Schraube und 2,4 (0-5) nicht winkelstabile Schrauben und distal 5 (0-9) winkelstabile und 0,3 (0-3) nicht winkelstabile Schrauben verwendet.

In dem Fall mit der gestörten Knochenheilung wurden proximal keine winkelstabile Schraube und 4 nicht winkelstabile Schrauben proximal verwendet sowie distal 5 winkelstabile Schrauben.

4.6.4 Übersicht der regelhaften postoperativen Therapie bevor eine Komplikation aufgetreten ist

Insgesamt wurde postoperativ 48-mal Physiotherapie mit einem Mittelwert von 2,9 Wochen (1-8 Wochen) und in 36 Fällen eine Schienenruhigstellung mit einer durchschnittlichen Dauer von 2,9 Wochen (1-6 Wochen) bzw. 9-mal ein Gipscast für 3,4 Wochen (2-4 Wochen) verordnet (s.Tabelle 21).

Komplikationen postoperativ	Anzahl	Zeitspanne	Mittelwert
Infektion	4		
Physiothp.	3	2-4 Wochen	3
Schienenruhigstellung	3	1-4 Wochen	2,3
Therapie postoperativ	Anzahl	Zeitspanne	Mittelwert
Instab.	20		
Physiothp.	13	2-8W	3,7
Schienenruhigstellung	11	2-6W	3,4
Lymphdrainage	2		
Beübung Handgelenk	2		
Therapie postoperativ	Anzahl	Zeitspanne	Mittelwert
Kn.Heil.	1		
Physiotherapie	1	4W	4
Therapie postoperativ	Anzahl	Zeitspanne	Mittelwert
Sehnen	16		
Physiotherapie	12	2-6W	3
Schienenruhigstellung	10	2-4W	3,4
Therapie postoperativ	Anzahl	Zeitspanne	Mittelwert
Anderes	3		
Physiothp.	1	4W	4
Schienenruhigstellung	1	4W	4
Therapie postoperativ	Anzahl	Zeitspanne	Mittelwert
Nerven	7		
Physiothp.	5	1-4W	2,8
Schienenruhigstellung	4	1-6W	3,25
Therapie postoperativ	Anzahl	Zeitspanne	Mittelwert
Intraop	9		
Physiothp.	8	1-5W	2,8
Schienenruhigstellung	7	3-5W	4
Therapie postoperativ	Anzahl	Zeitspanne	Mittelwert
Karpaltunnelsyndrom	4		
Physiothp.	4	1-4W	2,25
Schienenruhigstellung	3	1-3W	2
Therapie postoperativ	Anzahl	Zeitspanne	Mittelwert
CRPS	1		
Physiothp.	1	6W	6
Schienenruhigstellung	1	2W	2
Therapie postoperativ	Anzahl	Zeitspanne	Mittelwert
Gesamt			
Physiothp.	48	1-8W	2,9
Schienenruhigstellung	45	2-6W	3,15

Tabelle 21: Gesamtübersicht postoperative Therapie

4.7 Auswertung der Reevaluation

Es wurden insgesamt 1998 Fälle gemeldet von denen 970 (49%) erneut von den teilnehmenden Kliniken angeschrieben wurden. Geantwortet haben 490 (24,6%) aller angeschriebenen Patienten. 23 (5%) Patienten waren unbekannt verzogen und 4 (1%) verstorben.

Insgesamt haben die Patienten das Ergebnis der Behandlung in 138 Fällen (27%) mit „sehr gut“, 129 Fällen (25%) mit „gut“, 21 Fällen (4%) mit „befriedigend“, 6 Fällen (1%) mit „ausreichend“ und 6 Fällen (1%) mit „mangelhaft“ bewertet. Ebenfalls in den 490 Rückläufern enthalten sind 190 (20%) Patientenantworten, bei denen keine Komplikationen aufgetreten sind und keine weitere Differenzierung von den Patienten gemacht wurde.

58 (11%) der Patienten gaben Komplikationen an, von denen 25 weiter behandelt wurden. Von diesen 25 Patienten gaben 7 an, in einem anderen Krankenhaus weiterbehandelt worden zu sein, 8 hatten sich im selben Krankenhaus behandeln lassen und 10 machten dies bezüglich keine weiteren Angaben.

Die Art der aufgetretenen Komplikationen konnte nicht erfaßt werden (s. Abb.15/16).

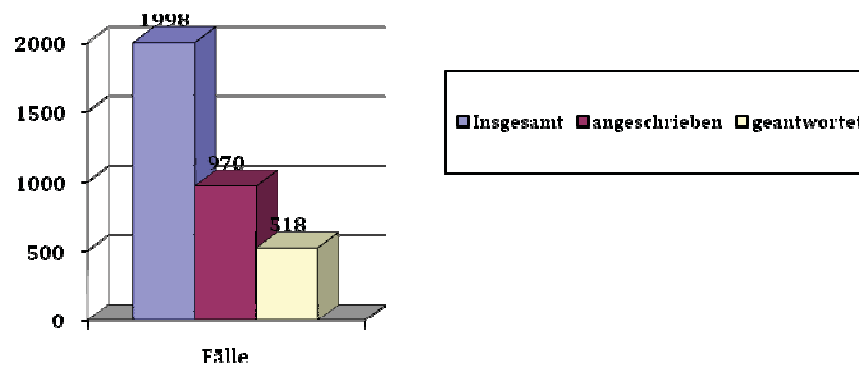


Abbildung 15: Rücklauf der Reevaluation

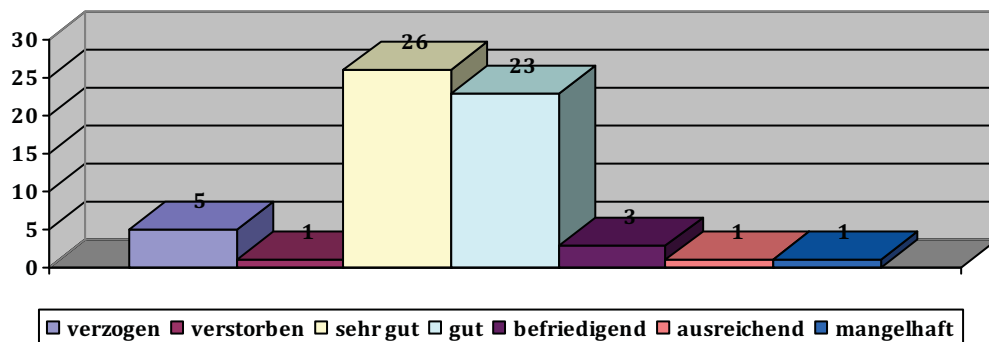


Abbildung 16: Ergebnis der Reevaluation

5 Diskussion

5.1 Aktuelle Therapie der distalen Radiusfraktur

Die distale Radiusfraktur galt lange Zeit als eine Domäne der konservativen Therapie, da diese Frakturen darunter regelhaft konsolidierten, wenn auch meist in Fehlstellung. H.R.Siebert stellte jedoch 2006 (Siebert H. 2006) fest, dass nach konservativer Therapie oft schmerzhafte Funktionsdefiziten verblieben. Weiter stellte er eine Zunahme der Hochresonanztraumen bei jungen Patienten und steigende Ansprüche der älteren Patienten im Hinblick auf eine vollständige schmerzfreie Wiederherstellung fest. Jedoch ist die Behandlung der distalen Radiusfraktur noch immer kontrovers und es gibt derzeit keine einheitliche Therapieempfehlung bezüglich der Wahl des operativen Verfahrens (Oestern H.J. 2003; Gehrman S.V. 2008; Gradl G. 2009; Meier R. 2010).

Dabei ist anzunehmen, dass aufgrund des demographischen Wandels mit einer steigenden Inzidenz der Radiusfraktur zu rechnen ist. Besonders gefährdet sind dabei ältere Frauen mit postmenopausal Osteoporose Knochenverhältnissen (Schädel-Höpfner M. 2008; Smektala R. 2009; Wick M. 2010) und junge Männer nach Hochresonanztraumen.

Neben der konservativen Therapie stehen für eine operative Therapie prinzipiell folgen Verfahren zur Auswahl: die minimalinvasive perkutane Kirschnerdrahtosteosynthese, der Fixateur externe als singuläres Verfahren oder auch in Kombination mit einer Kirschnerdrahtosteosynthese, die konventionelle palmare und dorsale Plattenosteosynthese, die Kombination beider Verfahren, die winkelstabilen unidirektionalen bzw. multidirektionalen Plattensysteme sowie als Ausnahmeverfahren das intramedulläre Nagelsystem.

Der Nachteil der minimalinvasiven Verfahren ist, dass eine Frühmobilisierung oft nicht möglich ist und es im Verlauf häufig, wie bei der konservativen Therapie auch, zu sekundären Dislokationen kommt (Krimmer H. 2004).

Bei der nicht winkelstabilen Platte ist aufgrund der fehlenden dorsalen Abstützung häufig eine zusätzliche Spongiosaplastik bzw. Augmentation mit Knochenersatzstoffen erforderlich. Dabei ist besonders die Stabilisierung des kurzen Gelenkfragments des Radius schwierig, insbesondere bei osteoporotischen Knochenverhältnissen oder instabilen Frakturen mit ausgedehnter Trümmerzone.

Mit Hilfe der winkelstabilen Implantate ist es auch von palmar seitig aus sicher möglich, die dorsale Trümmerzone stabil zu überbrücken, da es sich hierbei um das Prinzip des Fixateur externe handelt (Schmelzer-Schmied N. 2007). Daher ist eine additive Spongiosaplastik nur noch selten nötig.

Bei der Wahl der Therapie sollten besonders das Ausmaß der Fraktur, die Begleitverletzungen, die Zugangsmorbidität, das Alter des Patienten und der

Mobilitätsanspruch berücksichtigt werden (Siebert H. 2006; Gradl G. 2009).

Für die Versorgung der distalen Radiusfraktur mit einer palmaren winkelstabilen Platte, sind besonders Frakturen des Typs A2, A3, C1, C2, C3 geeignet. Allerdings kann gerade bei komplexen C3-Frakturen eine Kombinationsosteosynthese sinnvoll sein (Schmelzer-Schmied N. 2007).

Das Ziel sollte eine möglichst genaue Wiederherstellung der distalen Radiusgelenkfläche sein, um den Patienten eine ungestörte Handgelenkfunktion zu ermöglichen. Daher wird in den letzten Jahren die Indikation zur Operation immer weiter gestellt (Schmelzer-Schmied N. 2007; Gehrmann S.V. 2008; Schädel-Höpfner M. 2008; Windolf J. 2008).

Vorteile der winkelstabilen palmaren Plattenosteosynthese sind neben geringen Redislokationsrate und dem breitem Anwendungsspektrum, vor allem die frühe Übungsstabilität. Mögliche Komplikationen sind Sehnenverletzungen, Infektionen, der M.Sudeck, Plattenlockerung und eine Irritation des N.medianus dar.

Mit Hilfe des vorliegenden Registers sollte geklärt werden, inwieweit die palmare winkelstabile Plattenosteosynthese ihre Berechtigung als Standardverfahren in der operativen Therapie der distalen Radiusfraktur hat und es sollen deren Vorteile und Nachteile aufzeigen werden.

Dieses Register umfasst den Zeitraum vom 01.01.2008 bis zum 31.12.2008. Es haben sich insgesamt 25 Kliniken aus ganz Deutschland beteiligt, deren Chefärzte alle Mitglieder der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU) sind. Insgesamt wurden im Jahre 2008 an diesen Kliniken 1998 Radiusfrakturen behandelt. Es wurden insgesamt 90 (4,5%) Komplikationen gemeldet, zu denen 74 (3,7%) vollständige und verwertbare Datensätze vorliegen. Im Jahr 2009 wurde von der Sektion Hand der DGU entschieden, zusätzlich zu den bereits vorhanden Daten, eine zusätzliche Befragung der Patienten vorzunehmen, um einen längeren und größeren Beobachtungszeitraum zu überblicken und zu überprüfen, ob sich Patienten mit eventuell aufgetretenen Komplikationen in einem anderem Krankenhaus haben behandeln lassen.

Dafür wurde ein weiterer Fragebogen entworfen und die teilnehmenden Kliniken haben von den 1998 gemeldeten Fällen aus dem Jahr 2008, 970 (49%) von den 1998 Patienten erneut angeschrieben. Von den 970 erneut angeschriebenen Patienten haben 491 (24,6%) der Patienten geantwortet. 58 (12%) der 491 der Patienten gaben Komplikationen an.

5.2 Analyse der Gesamtkomplikationsrate

Insgesamt haben wir zu 74 (3,7%) Komplikationen Datensätze bei 1998 behandelten Radiusfrakturen zur Auswertung bekommen. Dabei ist es zu 24 (1,2%) Instabilitäten, 17 Sehenschäden (0,85%), 10 intraoperativen Komplikationen (0,5%), 7 Nervenschädigungen (0,35%), 6 Infektionen (0,3%), 5 Karpaltunnelsyndromen (0,25%), 3 „anderen“ Komplikationen (0,15%) und jeweils 1 CRPS bzw. gestörter knöcherner Heilung (0,05%) gekommen. Bei der

Reevaluation wurden 58 Komplikationen angegeben, von denen aber lediglich 25 behandelt wurden. Zusammen mit den 90 bzw. 74 Komplikationen aus der ersten Datenerhebung ergeben sich somit 148 bzw. 132 (7,4% bzw. 6,6%) Komplikationen.

Nicht winkelstabile Implantate zeigen im Literaturvergleich Komplikationsraten von 12% bis 30% (Felderhoff, Wiemer et al. 1999; K.Basten 1999; F.Uzdil 2001), der Einsatz einer palmaren in Kombination mit einer zusätzlichen dorsalen Platte berichtet durch Herdrich ergab eine Komplikationsrate von 16% (Herdrich S. 2010) und das Konzept der Targon-Nagelplatte bei G. Gradl 8% und bei S.Lerch 15% (Gradl G. 2009; Lerch S. 2009).

Beim Einsatz winkelstabiler Systeme kam es zu Komplikationsraten von 8,7 bis 34%. Dabei berichtet Arora 2007 bei 112 Patienten über eine Komplikationsrate von 20%, Al-Rashid 2006 bei 57 Patienten über 8,7%, Thielke 2003 bei 49 Patienten über 11%, Drobetz bei 50 Patienten über 34% und Hakimi 2010 bei 20 Patienten über 15%. Sakhaii berichtet 2003 bei 100 Patienten über 26%, wobei 16 der 26 Komplikationen eine Lockerung der peripheren Schrauben ohne Frakturheilungsstörung darstellt (F.Uzdil 2001; Drobetz 2003; Sakhaii M. 2003; Thielke K.H. 2003; Al Rashid 2006; Arora, Lutz et al. 2007; Lerch S. 2009; Hakimi 2010; R.Meier 2010; Wick M. 2010). Sowohl bei dem multidirektionalen System bei Hakimi, als auch bei Meier wurde eine Redislokation durch einen postoperativen Sturz verursacht wurde. Klammert man diese Komplikation aus, so wäre bei Hakimi in der Kontrollgruppe von 20 Patienten keine Komplikation aufgetreten und bei Meier bei einer Fallgröße von ebenfalls 20 Patienten nur 1 Komplikation.

Im Vergleich zu den anderen Literaturstellen, fällt unsere Komplikationsrate mit 3,7% eher niedrig aus. Einen hohen Stellenwert bekommt diese Komplikationsrate vor dem Hintergrund des relativ großen Patientenkollektivs mit 1998 behandelten Radiusfrakturen.

5.3 Analyse der Epidemiologischen Daten

Die Ergebnisse zeigen mit einem Durchschnittsalter von 65 Jahren und einer Altersspanne von 18 bis 89 Jahre bei den Frauen bei einem Durchschnittsalter von 46 Jahren und einer Altersspanne von 20 bis 77 Jahre bei den Männer bei einem Durchschnittsalter von 55,5 Jahren, eine typische Altersverteilung (Handoll 2008) (Felderhoff, Wiemer et al. 1999; Oestern H.J. 2003; Thielke K.H. 2003; Al-Rashid, Theivendran et al. 2006). Dabei sind es im Alter vom 20-60 Lebensjahren 16 Männer und 13 Frauen und im Altersbereich über 60 Jahre sinkt der Anteil der Männer auf 5 und der der Frauen steigt auf 27. Die Frauen waren dabei im Durchschnitt am jüngsten mit 53,2 Jahren, wenn es zu intraoperativen Komplikationen gekommen ist und am ältesten mit 85 Jahren bei „anderen“ Komplikationen und die Männer waren am jüngsten mit 28,5 Jahren bei Sehnenschäden und am ältesten mit 63,7 Jahren bei Instabilitäten.

Auch die Geschlechtsverteilung ist mit 21 Männern und 39 Frauen ähnlich der Literatur

(Handoll 2008).

Die Verteilung der einzelnen Frakturen auf die AO-Klassifikation zeigte 18 (26%) Patienten mit A-Frakturen (1 A1, 2 A2, 15 A3), 5 Patienten (8%) mit B-Frakturen (1 B1, 3 B2, 1 B3) und 45 Patienten (66%) mit C-Frakturen (11 C1, 15 C2, 19 C3). Dieses Ergebnis deckt sich mit vielen anderen Literaturstellen (Dumont C. 2003; Linhart, Briem et al. 2003; Sakhaii M. 2003; Thielke K.H. 2003; Krimmer H. 2004; J. Windolf Contact Information 2008; Windolf J. 2008; Gradl G. 2009). Es zeigt sich eine deutliche Häufung von A3-Frakturen und C-Frakturen. Dabei sollte berücksichtigt werden, dass in unserer Auswertung im Unterschied zu den meisten Literaturstellen, nur die Fälle erfasst wurden, bei denen Komplikationen aufgetreten sind.

Der Unfallmechanismus, der am häufigsten genannt wurde, war mit 51-mal der einfache Sturz, wobei der Anteil der Frauen im Vergleich zu dem der Männer korrelierend zu ihrem höheren Altersanteil ca. 2/3 ausmacht. Bei den Männern liegen fast ausschließlich Stürze aus größerer Höhe vor.

Es war insgesamt 27 mal die linke und 32 mal die rechte Hand betroffen, was ebenfalls einer durchschnittlichen Verteilung entspricht (Sakhaii M. 2003; Zettl RP 2009).

Von den Männern gaben 2 (4%) an, an Osteoporose zu leiden und bei den Frauen waren es 17 (35%). Bei Gehrman (Gehrman S.V. 2008) sind die Ergebnisse mit 51% der Frauen, die an Osteoporose leiden, sogar noch deutlich höher.

5.4 Komplikationen im Detail

Die nachfolgend im Kapitel 5.4 angegebenen Prozentzahlen beziehen sich auf die Komplikationsgesamtzahl von 74.

5.4.1 Instabilität

Die am häufigsten aufgetretene Komplikation war die Instabilität mit 24 (32%) Fällen. Der mittlere Unfall-Op-Abstand betrug 3,38 Tage und das Durchschnittsalter der Patienten betrug 64,7 Jahre. Dabei fanden sich 5 A-Frakturen, eine B-Fraktur und 14 C-Frakturen (2 C1-Frakturen, 4 C2-Frakturen und 8 C3-Frakturen).

Postoperativ wurden im Durchschnitt 3,7 Wochen (2-8 Wochen) Physiotherapie, 3,4 Wochen (2-6 Wochen) Schienenruhigstellung und in 2 Fällen zusätzlich Lymphdrainagen mit Beübung des Handgelenks verordnet.

In 5 Fällen konnte die Instabilität konservativ behandelt werden und in 6 Fällen kam es zur Materialentfernung. Jeweils in 2 Fällen wurde die Fraktur mit einem zusätzlichen Fixateur externe versorgt und es wurde ein Schraubenwechsel vorgenommen. 3-mal wurden

Korrekturosteotomien vorgenommen, wobei einmal erneut eine winkelstabile Platte implantiert wurde und in 2 Fällen ein Beckenspan eingesetzt wurde. In 11 Fällen musste eine Reosteosynthese vorgenommen werden, wobei in 4 Fällen erneut eine winkelstabile Platte implantiert und in 3 Fällen ein Wechsel auf eine dorsale T-Platte statt fand.

Bei 8 der 24 Komplikationen (33%) war eine Osteoporose als Begleiterkrankung bekannt. Die Osteoporose stellt damit bei der Instabilität den wichtigsten Co-Faktor dar.

In der Literatur finden sich bei den Instabilitäten folgende Werte.

Bei der konventionellen, nicht winkelstabilen T-Platte lag die Komplikationsrate bei Felderhoff et al. bei 1,6%, bei Basten bei 8% und im Mittel bei 4,5% (Felderhoff, Wiemer et al. 1999; K.Basten 1999). Bei den winkelstabilen Implantaten lag sie bei 1% (Arora, Lutz et al. 2007) und bei den multidirektionalen, winkelstabilen Systemen bei Hakimi bei 0,5% und bei R.Meier bei 1,6% und somit im Durchschnitt bei 0,8% (0,5-1,6%) (Hakimi 2010; Meier R. 2010).

Bezieht man auch unsere 24 Komplikationen, bei denen eine Instabilität aufgetreten ist, nicht nur auf die 74 Gesamtkomplikationen, sondern auf die Gesamtpatientenzahl von 1998, so relativiert sich die hohe Komplikationsrate von 32% auf 1,2%.

Diese liegt im ähnliche Bereich, wie die von Arora, Hakimi und R.Meier berichteten Ergebnisse. Unser Ergebniss mit den anderen winkelstabilen Implantaten zusammen, erzielt eine durchschnittliche Komplikationsquote für die winkelstabilen Implantate von 1,1%.

Die nicht winkelstabilen Plattensysteme liegen, selbst mit dem niedrigsten berichteten Ergebnis von Felderhoff mit 1,6%, alle über den Resultaten der winkelstabilen Plattensysteme, mit einem höchsten Wert bei R.Meier mit 1,6%.

Es zeigt sich eine klare Überlegenheit im Bezug auf die Instabilität der winkelstabilen Implantate mit einer durchschnittlichen Komplikationsqote von 1,1% gegenüber den nicht winkelstabilen Implantaten mit einer durchschnittlichen Komplikationsqoute von 4,5%.

5.4.2 Sehnen

In 17 Fällen (23%) kam es zu Sehnenschäden. Die Patienten hatten dabei ein Durchschnittsalter von 48 Jahren und der mittlere Unfall-Operations-Abstand betrug 3,38 Tage. Die Komplikationen traten bei 6 A-Frakturen, einer B-Fraktur und 9 C-Frakturen auf. Postoperativ wurde im Durchschnitt 3 Wochen (2-6 Wochen) Physiotherapie und 3,4 Wochen (2-4 Wochen) Schienenruhigstellung verordnet.

Therapiert wurde der Sehnenschaden mit insgesamt 7 Tenolysen und 5 Materialentfernungen und 10 Sehnennähten. Wobei 3-mal eine Incidisplastik und 4-mal eine Naht der Sehne des Extensor policis longus vorgenommen wurde.

Es lag in 6 Fällen eine Ruptur der Sehne des M.ectensor policis longus und in 3 Fällen eine Ruptur der Sehne des M.flexor digitorum profundus vor. In 7 Fällen kam es Verklebungen der Beugesehnen.

Der Vergleich mit der Literatur stellt sich wie folgt dar.

So zeigen sich Komplikationsraten bei den konventionellen, nicht winkelstabilen T-Platten bei Felderhoff et al 0,7%, bei Basten 4% und bei Zettl 1,7%.(Felderhoff, Wiemer et al. 1999; K.Basten 1999; Zettl RP 2009). Bei den winkelstabilen Systemen ging das Intervall der Komplikationsraten 0-10,3%, dabei berichtet Ateschank über 10,3%, Zettl über 1,7%, Al Rashid über 8,6% und Arora sogar über 0% bei 19 Patienten (Arora R. 2005; Al-Rashid M. 2006; Zettl RP 2009; Ateschrank A. 2010).

Bei der intramedullären Targon-Nagelplatte berichtet Lerch über eine Komplikationsrate von 17% (Lerch S. 2009).

Van Aaken berichtete 2008 in 2,9% der Fällen über Strecksehnenverletzungen (Aaken 2008).

Außer bei einem winkelstabilen System, bei dem zusätzlich eine Ruptur des Flexor pollicis longus aufgetreten ist, war, soweit angegeben, immer der Extensor pollicis longus betroffen.

Bei Ateschank kam es ausschließlich zu Sehnenirritationen und er stellte fest, dass in diesen Fällen sonographisch kein M.pronator quadratus mehr nachweisbar war oder eine Plattenprominenz vorlag.

Ateschank empfiehlt deswegen, nach der Untersuchung von 151 Patienten, um eine Distanzierung des Implantats zu den Beugesehnen zu erreichen, eine muskuläre Bedeckung der Platte durch den M.pronator quadratus (Ateschrank A. 2010).

Zettl empfahl um die Gefahr der Ruptur der Sehne des Extensor pollicis longus zu minimieren, darauf zu achten, dass die Schrauben nicht über die dorsale Kortikalis hinaus ragen (Zettl RP 2009).

Bezogen auf die Gesamtpatientenzahl von 1998, liegt die Anzahl der Sehenschäden bei 0,8% und bezogen auf die 74 Komplikationen 23%. Zusammen mit den anderen winkelstabilen Implantaten ergibt sich eine Komplikationsrate von 4,3%. Diese ist höher, als die 2,2% der nicht winkelstabilen Implantate, 2,9% der Kirschnerdraht-Osteosynthese und zeigt auch eine deutlich größere Spanne der einzelnen Werte. Nur der Targon Nagel mit 17% weist eine deutlich höhere Komplikationsrate auf.

5.4.3 Intraoperative Komplikationen

Insgesamt ist es zu 10 (14%) intraoperativen Komplikationen gekommen. Der mittlere Unfall-Op-Abstand betrug dabei 5 Tage und das Durchschnittsalter der Patienten 48,9 Jahre. Sie traten auf bei 2 A-Frakturen, 1 B-Fraktur und 6 C-Frakturen. Auch hierbei zeigt sich ein relativ hoher Anteil an komplexen intraartikulären Frakturen. Postoperativ wurden im Durchschnitt 2,8 Wochen (1-5 Wochen) Physiotherapie und 4 Wochen (3-5 Wochen) Schienenruhigstellung bzw. Gips angeordnet.

Die intraoperativen Komplikationen setzten sich aus 5 verbliebenen Fragmentstufen und 3 Schraubenfehlagen zusammen. Einmal war der Wundverschluss nicht möglich und einmal

kam es zu einer Fehlplatzierung der Platte. Bis auf eine konservative Behandlung, musste bei allen eine operative Revision mit Reosteosynthese und eine Sekundärnaht vorgenommen werden.

Besonders bei den intramedullären Systemen wird in der Literatur über Schraubenfehlagen und Schraubenlockerungen berichtet (Gradl G. 2009).

Bezogen auf das Gesamtpatientenkollektiv von 1998 Patienten, beträgt die Komplikationsquote lediglich 0,5%.

5.4.4 Nerven und Karpaltunnelsyndrom (KTS)

Insgesamt ist es zu 7 (9%) Nervenschädigungen gekommen. Das Durchschnittsalter lag dabei bei 59,5 Jahren und der mittlere Unfall-Op-Abstand betrug 2 Tage. Postoperativ wurde durchschnittlich 2,8 Wochen (1-4 Wochen) Physiotherapie und 3,25 Wochen (1-6 Wochen) Schienenruhigstellung verordnet.

Therapiert wurden die Nervenschäden in einem Fall mit einer Spaltung des Karpalkanals, 3 Neurolysen und einer Tenolyse. In 2 Fällen kam es zur Materialentfernung und 3 Fälle konnten konservativ behandelt werden.

Wenn es zu Nervenschädigungen gekommen ist, sind 5 der 7 Nervenschädigungen direkt postoperativ aufgetreten, eine 6 Wochen postoperativ und eine erst nach 12 Monaten.

In allen 7 Fällen war der N.medianus betroffen und in einem Fall zusätzlich auch der N.radialis R.superficialis.

Dies deckt sich mit den meisten Literaturstellen, die ebenfalls fast ausschließlich über Schädigungen des N.medianus (Sakhaii M. 2003; Thielke K.H. 2003; Arora, Lutz et al. 2007) und nur selten über Schädigungen des N.radialis R. superficialis berichten (Gradl G. 2009). Lerch berichtet, bei einem relativ kleinem Patientenkollektiv von 12 Patienten, über 2 (16,7%) Sensibilitätsstörungen im Bereich des N.radialis R.superficialis (Lerch S. Sextro H.G. 2009).

Van Aaken berichtet über 5,9% Läsionen des N.radialis R.superficialis bei der Kirschnerdrahtosteosynthese (Aaken 2008).

Bezogen auf die 1998 Patienten ergibt sich bei uns eine sehr geringe Komplikationsrate von 0,4%, im Gegensatz der 9% im Bezug auf die 74 Komplikationen.

Es wurden 5 Karpaltunnelsyndrome (7%) als Komplikation angegeben. Das Durchschnittsalter war mit 37,5 Jahren relativ niedrig und der mittlere Unfall-Op-Abstand betrug 5 Tage. Darunter waren keine A-Fraktur, eine B-Fraktur und 3 C-Frakturen (2 C2, 1 C3).

Postoperativ wurde im Mittel 2,25 Wochen (1-4 Wochen) Physiotherapie und 2 Wochen (1-3 Wochen) Schienenruhigstellung verordnet. Therapiert wurde das Karpaltunnelsyndrom in 4 Fällen operativ und in nur einem Fall konservativ.

Im Vergleich mit anderen Literaturstellen, ist diese Komplikationsrate und da besonders im

Vergleich mit der konventionellen, nicht winkelstabilen T-Platte mit einer von Basten berichteten Quote von 21% und von Zettl 13% und einer Gesamtrate von 17% (K.Basten 1999; Zettl RP 2009), eher niedrig.

Bei den winkelstabilen Implantaten zeigten sich eine Spanne der Komplikationsraten von 2 bis 8% (Sakhaii M. 2003; Arora, Lutz et al. 2007; Lerch S. 2009). Dabei berichtet Zettl über eine relativ hohe Rate von 10%, Sakhaii über eine Rate von 2%, Arora et al. von 4% und Lerch über eine Rate von 8%. Zettl zieht seine relativ hohe Komplikationsrate auf eine nicht routinemäßig durchgeführte Spaltung des Karpaldaches zurück und berichtet weiter, dass seitdem er eine routinemäßige Spaltung des Karpaldaches vornimmt, keine Medianusirritationen mehr beobachtet zu haben (Zettl RP 2009). Auch Dumont berichtet über eine Komplikationsrate von 12%, ohne Spaltung des Karpaltunnelkanals (Dumont C. 2003). Allerdings rät Schmelzer-Schmied von einer routinemäßigen, intraoperativen Spaltung des Karpaldaches eher ab (Schmelzer-Schmied N. 2007).

Bezogen auf das Gesamtpatientenkollektiv von 1998 Patienten, beträgt die Komplikationsquote lediglich 0,25%. Dieser Wert ist sogar niedriger, als der von Sakhaii mit 2%. Für alle winkelstabilen Systeme, zusammen mit unseren Ergebnissen, liegt die Komplikationsrate bei 3,5% und somit auch wieder deutlich unter der Rate von 17% bei den nicht winkelstabilen Implantaten.

5.4.5 Knöcherner Heilung

In einem Fall (1%) wurde über gestörte knöcherner Heilung berichtet. Der Unfall-Op-Abstand betrug 1 Tag, das Patientenalter 70 Jahre und es handelte sich dabei um eine C3-Fraktur. Postoperativ wurde 4 Wochen Physiotherapie verordnet und sie wurde mit einer Spongiosaplastik therapiert. Osteoporose war nicht bekannt.

Bezogen auf das Gesamtpatientenkollektiv von 1998 Patienten, beträgt die Komplikationsquote lediglich 0,05%. Vergleichbare Daten in anderen Literaturstellen liegen leider nicht vor.

5.4.6 Infektion

Im Durchschnitt wurden die 6 (0,35% von 1998) Radiusfrakturen bei denen in der Folge eine Infektion aufgetreten ist nach 4 Tagen operativ versorgt. Das mittlere Alter liegt mit 67 Jahren im Durchschnitt.

Bei Felderhoff (Felderhoff, Wiemer et al. 1999) traten in 2% Infektionen auf, bei Basten in 4% (K.Basten 1999), bei Zettl in 2% (Zettl RP 2009), Sakhaii (Sakhaii M. 2003) und Thielke jeweils in 1% (Thielke K.H. 2003). Die ersten beiden Arbeiten beziehen sich auf nicht winkelstabile

Plattenosteosynthesen und die übrigen auf winkelstabile Plattenosteosynthesysteme.

Van Aaken (Aaken 2008) berichtete 2008 bei der Kirschner-Drahtosteosynthese über eine Komplikationsrate von 5,9%. Beim Fixateur externe werden Infektion von 6% - 19 % angegeben. Grewal gab 2005 6% an, Leung 2008 10,8% und Egol 2009 19% (Grewal 2005; Egol 2006; Leung 2008). Es zeigt sich, dass es im Bezug auf die Infektionen verständlicher Weise keinen Unterschied zwischen winkelstabilen und nicht winkelstabilen Implantaten gibt, jedoch deutlich höhere Infektionsraten bei den Kirschnerdrähten und dem Fixateur externe. Unserer Infektionsrate mit 8% liegt deutlich höher, als die in der Vergleichsliteraturstellen der Kirschnerdrähte und der Plattenosteosynthesen, aber niedriger als beim Fixateur externe. Allerdings bezieht sich diese Rate auch nur auf den Anteil der 74 Komplikationen. Bezieht man sie auf das große Gesamtpatientenkollektiv von 1998 Patienten, liegt sie bei 0,3% und somit deutlich niedriger.

5.4.7 Anderes

Die Komplikation „Anderes“ wurde in 3 Fällen angegeben. Genannt wurden einmal Bewegungsschmerzen bei Extension des Handgelenkes, eine Nachblutung und ein Kompartmentsyndrom des Unterarms.

Diese Komplikationen traten bei 2 C1 und 1 C2-Fraktur auf und hatten einen mittleren Unfall-Op-Abstand von 5 Tagen, was eher hoch ist. Das Durchschnittsalter der drei Patienten betrug 54,6 Jahre. Therapiert wurde es mit 4 Wochen Physiotherapie und 4 Wochen Schienenruhigstellung.

Bezogen auf das Gesamtpatientenkollektiv von 1998 Patienten, beträgt die Komplikationsquote lediglich 0,02%. Vergleichbare Daten in anderen Literaturstellen liegen leider nicht vor.

5.4.8 Complex regional pain syndrom (CRPS)

Lediglich in einem Fall trat ein Complex regional pain syndrom auf. Der mittlere Unfall-Op-Abstand betrug 4 Tage, das Durchschnittsalter des Patienten 61 Jahre und es handelt sich dabei um eine C2-Fraktur.

Im Anschluss an die Operation wurde 6 Wochen Physiotherapie in Kombination mit 2 Wochen Schienenruhigstellung verordnet.

Bezogen auf das Gesamtpatientenkollektiv von 1998 Patienten, beträgt die Komplikationsquote lediglich 0,05%. Zettl berichtet in seinem Vergleich zwischen winkelstabiler palmarer und nicht winkelstabiler dorsaler Plattenosteosynthese, bei den nicht

winkelstabilen Implantaten über eine Komplikationsrate von 10,5% (Zetl RP 2009) und Felderhoff über eine Rate von 2,8% (Felderhoff J. 1999). Im Mittel liegt die Komplikationsrate bei 6,7%.

Arora berichtet, wenn auch in einem eher kleinen Patientenkollektiv mit 19 Patienten, über eine Komplikationsrate von 10,5% bei winkelstabilen Implantaten (Arora R. 2005).

Bei der konservativen Therapie berichtet O`Connor in 3% und Kelly in 6,7% über ein Auftreten des CRPS (Kelly 1997; O`Connor 2003).

Im Zusammenhang mit dem Fixateur externe ist in 1,5% der Fälle bei Ochmann und 6% bei Grewal ein CRPS aufgetreten (Grewal 2005; Ochmann 2006).

Im Zusammenhang mit unseren Ergebnissen, zeigt sich auch hier eine deutlich geringere Komplikationsrate, als bei den nicht winkelstabilen Implantaten und dem Ergebnis von Arora. Besonders zeigt sich aber eine Überlegenheit mit 1% Komplikationen im Bezug auf die 74 Komplikationen, im Vergleich zur konservativen Therapie und zum Fixateur externe.

5.5 Analyse der behandlerabhängigen Einflußfaktoren und zum Implantat

5.5.1 Anzahl der von Operateur durchgeführten Eingriffe im Bezug zur Qualifikation des Operateurs

Betrachtet man die Verteilung der Eingriffe auf den Ausbildungsstand und die Erfahrung des Operateurs, gemessen an der Gesamtanzahl der von Ihm durchgeführten Eingriffe, ergibt sich folgendes Bild:

Bei Assistenzärzte traten in insgesamt 9 Fällen (12,2%), bei Fachärzte in 14 Fällen (18,9%), bei Oberärzte in 21 Fällen (28,4%) und bei Chefärzte in 6 Fällen (8,1%) Komplikationen auf.

In der Gruppe der Ärzte die bis zu diesem Zeitpunkt lediglich 1-10 Radiusverplattungen durchgeführt hatten, waren 5 der 9 Assistenzärzte und 2 der 14 Fachärzte, Oberärzte und Chefärzte waren nicht vertreten.

Im Gegensatz dazu setzt sich die Gruppe „50+“ mit 4 der 14 Fachärzten, 17 der 21 Oberärzten und 5 der 6 Chefärzten und keinem Assistenzarzt zusammen.

Es zeigt sich, dass mit zunehmender Stellung der des Operateurs, auch die Anzahl der von ihm bereits durchgeführten Operationen in ähnlichem Umfang steigt.

Generell ist auch das Erfahrungsniveau der Operateure sehr hoch. Die Gruppe „21 bis 50“ wurde 11-mal (22%) genannt und die Gruppe „50+“ 26 mal (52%), sodaß 37 von 50 (74%) aller Komplikationen bei eher erfahrenen Operateuren aufgetreten sind. Dies ist sicherlich auch damit begründbar, dass die Mehrzahl der Komplikationen bei komplexen Frakturen aufgetreten sind, die wiederum eher von erfahrenen Operateuren versorgt werden.

Leider fehlt auch hier in dieser Auswertung der Bezug zu der Gesamtanzahl an

durchgeführten Eingriffen und auch in der Literatur gibt es keine vergleichbaren Daten.

5.5.2 Komplikationen im Bezug zum Implantat

Betrachtet man die aufgetretenen Komplikationen im Bezug zum verwendeten Plattensystem, dann lässt sich feststellen, dass das System der Firma Synthes bei 24 (44%) Komplikationen implantiert wurde, das von Medartis 12 (22%), von AAP 7 (13%), Stryker 5 (9%), von Axomed 3 (6%) und von Winstar 2 (4%) mal.

Hervorzuheben ist, dass von den insgesamt 19 Instabilitäten, 7 (37%) bei Implantaten der Firma Synthes und 5 (26%) der Firma Medartis aufgetreten sind. Auch traten bei dem Implantat der Firma Synthes 5 (45%) der 11 Sehnenschäden und 6 (75%) der 8 intraoperativen Probleme auf.

Bei der Firma Winstar kam es zu 2 Instabilitäten, wobei es in einem der beiden Fälle sogar zu einem Bruch des Implantats gekommen ist.

Bei den Sehnenrupturen und Sehnenverklebungen waren von 17 gemeldeten Komplikationen in 6 Fällen Implantate des Herstellers Synthes beteiligt, in 4 Fällen Implantate des Herstellers Medartis, in 3 Fällen Implantate des Herstellers AAP, in 2 Fällen Axomed und in einem Fall ein Implantat der Firma Stryker und in einem Fall wurden keine Angaben gemacht.

Die restlichen Komplikationen verteilen sich relativ gleichmäßig auf alle Systeme.

Jedoch lässt sich aus diesen Ergebnissen keine generelle Schlussfolgerung auf die Qualität der Plattensysteme ziehen, da sowohl in der Literatur als auch in unserer Datenerhebung, Zahlen über Gesamthäufigkeit der implantierten Systeme fehlen.

5.6 Analyse der weiteren möglichen Einflußfaktoren

5.6.1 Materialentfernung

Insgesamt musste bei 18 Patienten, bei denen eine Komplikation aufgetreten war, eine Materialentfernung erfolgen. Die Materialentfernung musste einmal beim CTS durchgeführt werden, einmal wegen Bewegungsschmerzen bei Extension und zweimal bei Nervenschädigungen und Infektionen, 5-mal bei Sehnenschäden und 7-mal bei Instabilitäten. Im Bezug auf die implantierte Platte zeigte sich, dass 7 Platten der Firma Medartis, 3 von AAP, 2 von Synthes und 1 von Stryker entfernt werden mussten.

Somit mussten bei 0,9% aller 1998 Patienten das Material auf Grund von Komplikationen wieder entfernt werden.

5.6.2 Zugang über den Flexor carpi radialis

Bei 38 der 57 verwertbaren Datensätze (67%) wurde der Zugang über den Flexor-carpi-

radialis gewählt. Bei allen vier Schädigungen des N.medianus erfolgte neben dem FCR-Zugang eine Darstellung des Nerven. In der Darstellung des N.medianus muß ein Risikofaktor für eine Nervenschädigung gesehen werden.

Die Literatur (Sakhaii M. 2003; Schmelzer-Schmied N. 2007; Zettl RP 2009; Hakimi 2010) ist sich einig, dass der radio-palmare Zugang, radial der Sehne des Flexor carpi radialis auf den M.pronator quadratus zu, einen komplikationsarmen Zugangsweg darstellt. Wichtig ist es hierbei, möglichst weit radial seitig zu bleiben, um Schäden des N.medianus zu vermeiden. Auf eine routinemäßige Darstellung des N.medianus sollte dabei eher verzichtet werden.

5.6.3 Komplikationen im Zusammenhang zum Unfall-Op-Abstand

Wertet man die 65 Komplikationsdatensätze aus, wurde im Durchschnitt die Fraktur nach 3,4 Tagen operativ versorgt. Die Zeitspanne von dem frühesten bis zum spätesten Operationszeitpunkt betrug 0-14 Tage. Dies deckt sich auch mit den Ergebnissen von R.Smektala (Smektala R. 2009), bei dem innerhalb von 14 Tagen 97% aller Frakturen operativ versorgt wurden (Smektala R. 2009). Zudem wurden in dieser Arbeit bei ca. 30% bereits am Unfalltag, ca. 20% nach 1 Tag und 50% >2 Tagen operativ versorgt. Thielke (Thielke K.H. 2003) empfahl im Jahr 2003 zunächst die Reposition und dann die Ruhigstellung in einer Unterarmgipsschiene für 3-5 Tage, da bis dato kein Einfluss des Operationszeitpunktes auf die Komplikationsrate nachgewiesen werden konnte (Thielke K.H. 2003). Bei anderen Autoren finden sich insgesamt Unfall-Op-Abstände von 0 bis 40 Tage, mit einem Durchschnitt von 3-5 Tagen (Sakhaii M. 2003; Krimmer H. 2004; Walz M. 2004).

Ob sich ein längerer Unfall-Op-Abstand ungünstig auf die Komplikationsrate auswirkt, lässt sich anhand der vorliegenden Daten nicht sicher belegen.

Wenn es im Verlauf zur „gestörten Knochenheilung“ gekommen ist, wurde die Fraktur im Mittel bereits nach 1 Tag primär versorgt und bei Nervenschädigungen fand die primäre Versorgung nach 2 Tagen statt. Kam es im Verlauf zu Instabilitäten, Infektionen, Sehnenschäden, CRPS oder intraoperativen Problemen, lag der Initiale Operationszeitpunkt zwischen 3-4 Tagen nach Trauma. Lediglich bei „anderen“ Komplikationen und beim CTS wurde erst nach 5 Tagen im Mittel operiert.

Es zeigt sich somit bei den Infektion mit einem mittleren Unfall-Operationsabstand von 4 Tagen, dem CRPS von 4 Tagen sowie bei den übrigen Komplikationen und dem Karpaltunnelsyndrom mit jeweils 5 Tagen im Vergleich zu den restlichen Komplikationen ein gehäuftes Auftreten und es sollten weitere Untersuchungen, die diesen Zusammenhang betreffen, angestrebt werden.

5.6.4 Postoperative Therapie

Ein Ziel der operativen Versorgung der distalen Radiusfraktur sollte die Übungsstabilität sein, um eine frühfunktionelle Nachbehandlung besonders auch bei älteren Patienten und komplexen Frakturen, zu ermöglichen (Thielke K.H. 2003). Bei unserer Auswertung zeigte sich jedoch, dass es für die postoperative Weiterbehandlung keine allgemeingültigen Standards zugeben scheint. Es konnte kein Einfluß der Physiotherapie auf Art und Häufigkeit der aufgetretenen Komplikationen festgestellt werden.

Thielke (Thielke K.H. 2003) empfiehlt eine Gipsruhigstellung bis zur stabilen Wundheilung mit krankengymnastischen Übungen aus dem Gips heraus. Lediglich bei komplexen C3-Frakturen empfiehlt er eine Immobilisierung für insgesamt 4 Wochen. Windolf (Windolf J. 2008) empfiehlt ebenfalls eine frühfunktionelle Physiotherapie aus der Unterarmgipsschiene heraus und bei ligamentären Begleitverletzungen zusätzlich eine Ruhigstellung von 6 Wochen. Walz (Walz M. 2004) hingegen verordnet lediglich eine 6-wöchige Immobilisation. In diesem Zusammenhang kommt Lohsträter (Lohsträter A. 2008) zu der Erkenntnis, dass es sinnvoll wäre, sich hinsichtlich Beginn, Art und Dauer der Nachbehandlung den Standards für Heilverfahren und Rehabilitation der Verwaltungsberufsgenossenschaft (VBG) anzuschließen.

Stocker empfiehlt standardmäßig einen an modulierten Unterarmgips für 2-3 Wochen nach „alter Böhlerschule“ (Böhler L. 1919; Stocker R. 2007).

Es zeigt sich somit auch in der Literatur eine weitgehende Einigkeit über die Notwendigkeit einer postoperativen Ruhigstellung in einer Unterarmgipsschiene und einen frühzeitigen Beginn der Physiotherapie. Eine verbindliche Aussage über die notwendige Dauer der Physiotherapie findet sich nicht.

5.6.5 Besetzung der Schraubenlöcher

Im Durchschnitt wurden die proximalen winkelstabilen Schraubenlöcher mit 1,1 (0-7) Schrauben besetzt und die proximalen nicht winkelstabilen Schraubenlöcher mit 2,1 (0-5) Schrauben. Distal winkelstabil waren es im Mittel 4,7 (0-9) Schrauben und distal nicht winkelstabil 0,1 (0-3) Schrauben.

Vergleichstellen in der Literatur gibt es hierzu nicht. Es lässt sich somit lediglich festhalten, dass die proximalen Schrauben Löcher standardmäßig mit überwiegend mit nicht winkelstabilen Schrauben besetzt werden und seltener mit winkelstabilen Schrauben. Die distalen Schraubenlöcher werden hingegen fast ausschließlich winkelstabilen Schrauben und fast gar nicht mit nicht winkelstabilen Schrauben besetzt.

5.7 Analyse der Methodik

Das Design der Studie entspricht einem multizentrischen Register mit einer Erfassungszeit

von einem Jahr. Dadurch ist es gelungen ein großes Patientenkollektiv von 1998 Patienten zu erfassen und die Komplikationen im Detail auszuwerten. Auch ist es dadurch gelungen, Kliniken aus ganz Deutschland mit einzubeziehen und somit auch geographisch ein relativ großes Einzugsgebiet zu bekommen.

Nachteilig war, dass ausschließlich Komplikationen bei den Patienten erfasst wurden, welche mit einer winkelstabilen Plattenosteosynthese versorgt wurden. Ein direkter Vergleich mit anderen, sowohl konservativen, als auch operative Verfahren ist somit erschwert. Auch haben wir nur Daten über die Patienten, bei denen eine Komplikation aufgetreten ist. Es ist dadurch leider nicht möglich, diese Daten in einen Bezug mit den restlichen Patienten zu setzen. Hier wäre besonders eine Analyse der Altersverteilung und Frakturklassifikation interessant, um überprüfen zu können, ob die Komplikationen eventuell besonders häufig bei älteren Patienten mit komplizierten Frakturen aufgetreten sind. Auch wäre es so möglich gewesen, anhand der Gesamtanzahl von verwendeten Implantaten der einzelnen Hersteller Rückschlüsse auf mögliche Häufungen bei Komplikationen zu schließen. Und auch die Erfahrung des Operateurs hätte in einen Gesamtkontext gestellt werden können.

Insgesamt lässt sich aber sagen, dass in Zeiten, in denen randomisierte Studiendesign immer komplexer und auch schwieriger durchführbar sind, dieser Studiendesign einen pragmatischen Lösungsansatz darstellt.

5.8 Fazit

Insgesamt kann festgestellt werden, dass das Verfahren der winkelstabilen palmaren Plattenosteosynthes als ein gut beherrschbares und komplikationsarmes Verfahren bezeichnet werden kann. Dies zeigt sich insbesondere auch im Vergleich zu den übrigen gebräuchlichen Therapiekonzepten. Allerdings sollte bei der operativen Versorgung der Radiusfraktur mit winkelstabilen palmaren Platten besonders auf eine korrekte Plattenlage, die richtige Schraubenlänge und beim operativen Zugangsweg die Schonung des N.medianus geachtet werden

6 Zusammenfassung

Bei der distalen Radiusfraktur handelt es sich um die häufigste Fraktur des Menschen. Unter dem immer wichtiger werdenden Anspruch der vollständigen Wiedererlangung der ungestörten Handgelenkfunktion und einer möglichst kurzen Immobilisationszeit, hat sich die Behandlung der Radiusfraktur von einem eher konservativen Behandlungsregime hin zum standardmäßigen Einsatz von winkelstabilen Implantaten entwickelt.

Jedoch fehlte bis dato eine Studie mit einer möglichst großen Fallzahl, um die Sicherheit dieses Verfahrens zu belegen. Anhand eines großen multizentrischen Registers mit 25 teilnehmenden deutschen Zentren konnten über den Zeitraum vom 01.01.2008 bis zum 31.12.2008 1998 Patienten erfaßt werden. Im Jahr 2009 wurde eine zusätzliche Patientenbefragung durchgeführt, um die Zufriedenheit der Patienten mit dem Behandlungsergebnis und eventuell aufgetretene Komplikationen, die mittels der ersten Datenerhebung nicht erfasst werden konnten, zu ermitteln.

Insgesamt zeigt sich eine erfreulich niedrige Gesamtkomplikationsrate mit insgesamt 148 (7.4%) Komplikationen von 1998 behandelten Radiusfrakturen und eine große Gesamtzufriedenheit mit einem großen Anteil von guten und sehr guten Ergebnissen bei der Reevaluation.

Es lässt sich zeigen, dass die palmare winkelstabile Plattenosteosynthese als ein gut beherrschbares und sicheres Verfahren anzusehen ist.

Bei den aufgelisteten Komplikationen fällt der große Anteil an C-Frakturen und hier insbesondere an C3-Frakturen auf.

Es fand sich ein Unfall-Op-Abstand von 3,4 Tagen, der sich weitgehend mit der Literatur deckt. Da sich besonders im Zusammenhang mit dem Karpaltunnelsyndrom (5Tage), den anderen Komplikationen (5 Tage), dem CRPS (4 Tage) und den Infektionen (4Tage) ein erhöhter Unfall-Op-Abstand zeigt, muss diskutiert werden ob sich diese Komplikationen durch eine Verkürzung des Zeitintervalls zwischen Unfallereignis und operativer Versorgung sinnvoll reduzieren lässt.

Auch sollte die postoperative Weiterbehandlung systematisch und konsequent durchgeführt werden.

Um mögliche Schäden des N.medianus zu vermeiden, sollte beim Zugang stets radial der Sehne des Flexor carpi radialis präpariert werden. Auf eine routinemäßige Darstellung des N.medianus sollte verzichtet werden. Eine routinemäßige Spaltung des Karpaldaches kann in Erwägung gezogen werden.

Bei den komplexen intraartikulären und hier insbesondere den C3-Frakturen, zeigt sich auf Grund der Datenlage, daß häufig eine alleinige palmare winkelstabile Verplattung auch mit

einem multidirektionalen winkelstabilen System nicht immer ausreichend ist. Hier sollten nach sorgfältiger Frakturanalyse insbesondere mit Hilfe des CT additive Verfahren wie dorsale winkelstabile Miniplatten oder auch temporäre Kirschnerdrähte zum Einsatz kommen, um insbesondere relevante Fragmente wie das dorso ulnare Kantenfragment gezielt zu adressieren.

Insgesamt zeigt sich in unserer Studie eine im Vergleich zu den nicht winkelstabilen Osteosynthesen, aber auch zu vielen anderen Literaturstellen mit winkelstabilen Implantaten, eine erfreulich niedrige Komplikationsrate. Besonders niedrig sind die Raten im Bezug auf das Karpaltunnelsyndrom, das CRPS, die Nervenschäden und auch die Instabilitäten.

Ein wesentlicher Vorteil der winkelstabilen Plattenosteosynthese ist ferner, dass diese aufgrund ihres Wirkprinzips als Fixateur intern eine stabile Abstützung der Gelenkfläche ermöglicht und die große Gefahr der sekundären Dislokation reduziert. Dies wiederum gestattet eine frühzeitige Mobilisation mit früherer Gebrauchsfähigkeit der Extremität.

Die Daten des Registers stützen die Auffassung, daß die Versorgung der distalen Radiusfraktur mit einer palmaren winkelstabilen palmaren Platte ein sicheres und komplikationsarmes Verfahren darstellt und sich zu Recht als Standardverfahren etabliert hat.

7 Literaturverzeichnis

- Aaken, v. (2008). Komplikationen in Orhtopädie und Unfallchirurgie 21: 251
- Al-Rashid, M., K. Theivendran, et al. (2006). "Delayed ruptures of the extensor tendon secondary to the use of volar locking compression plates for distal radial fractures." J Bone Joint Surg Br **88**(12): 1610-2.
- Al-Rashid M., T. K., Craigen M.A.C., (2006). "Delayed ruptures of the extensor tendon secondary to the use of volar locking compression plates for distal radial fractures." J Bone Joint Surg Br **88-B**: 1610-1612.
- Al Rashid, M., Theivendran K., Craigen M.A.C. (2006). "Delayed ruptures of the extensor tendon secondary to the use of volar locking compression plates for distal radius fractures." J Bone Joint Surg Br **88**: 1610-1612.
- Alffram P.A., B. G. C. H. (1962). "Epidemiology of fractures of the forearm. A biomechanical investigation of bone strength." Bone Joint Surg Am. **44**: 105-114.
- Anderson R., O. N. G. (1944). "Comminuted frectures of the end of the radius." Surg Gynecol Obstet **78**: 434.
- Arora, R., M. Lutz, et al. (2007). "Complications following internal fixation of unstable distal radius fracture with a palmar locking-plate." J Orthop Trauma **21**(5): 316-22.
- Arora R., L. M., Fritz D., Zimmermann R., Oberladstätter J., Gabl M. (2005). "Palmar locking plate for treatment of unstable dorsal dislocated distal radius fractures " Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery **125**(6): 399-404.
- Ateschrang A., S. F., Werdin F., Schaller H.E., Weise K., Albrecht D. (2010). "Irritation der Beugesehnen nach palmarer winkelstabiler Plattenosteosynthese des distalen Radius mit der 3,5mm-T-Platte: Erarbeitung von Risikofaktoren." Z Orthop Unfall **148**: 319-325.
- Barton J.R. (1838). "Views and treatment of an important injury of the wrist." Med Examiner **1**: 365.
- Barton J.R. (1838). "Views and treatment of important injury of the wrist." Med Exam **1**: 356.
- Beil F. T., B. F., Gebauer M., Mumme M., Beil B., Pogoda P., Rueger J. M., Puschel K., Amling M., (2010). "The distal radius, the most frequent fracture localization in humans: a histomorphometric analysis of the microarchitecture of 60 human distal radii and its changes in aging." J Trauma **70**(1): 154-8.
- Böhler L. (1919). "Die funktionelle Behandlung der typischen Radiusbrüche auf anatomischer und physiologischer Grundlage." München Med. **66**: 1185.
- Boszotta H., H. E., Sauer G., (1991). "Zur Operationsindikation bei der distalen Radiusfraktur." Der Unfallchirurg **94**: 417-427.
- Colles A. (1814). "On the fracture of the carpal extremity of radius." Med Surg J. **10**: 182-186.
- Drobeta, H. (2003).
- Duda G.N., e. a. (2002). "Mechanical conditions in the internal stabilization of proximal tibial defects." Clin Biomech (Bristol, Avon) **17**: 64-72.
- Duda G.N., e. a. (2003). "Interfragmentary movements in the early phase of healing in distraction and correction osteotomies stabilized with the ring fixators." Langenbecks Arch Surg **387** (11-12): 433-440.
- Dumont C., F. M., Folwaczny E. K., Heuermann C., Sturmer K. M., (2003). "Results of palmar T-plate osteosynthesis in unstable fractures of the distal radius." Chirurg **74**(9): 827-33.
- Egol, K. A. (2006). "Regional Anesthesia Improves Outcome After Distal Radius Fracture Fixation Over General Anesthesia." J Orthop Trauma.
- F.Uzdil, W. N., A.Bauschke, KH.Winker (2001). "Die palmare winkelstabile Plattenosteosynthese bei distalen Radiusextensionsfrakturen." Akt. Traumatologie **31**: 141-148.
- Felderhoff, J., P. Wiemer, et al. (1999). "[The operative therapy of distal unstable radius fractures

- with dorsal and palmar plates. A retrospective study with respect to the DASH-score system]." Orthopäde **28**(10): 853-63.
- Felderhoff J., W. P., Dronsella J., Weber U., (1999). "Operative Versorgung der distalen, instabilen Radiusfraktur mit der dorsalen/palmaren Abstützplatte
Eine retrospektive Studie unter Berücksichtigung des DASH-Score." Der Orthopäde **10**.
- Fernandez D.L., J. J. B. (1996). "Fractures of the distal radius." Springer Verlag New York.
- Flesch I., P. C., Weise K., (2003). "Physio- und Ergotherapie bei distalen Radiusfrakturen." OP-Journal **19**: 66-69.
- Frank J., P. H., MarziI., (2003). "Funktionelle Anatomie und Biomechanik des Handgelenkes un des distalen Radioulnargelenkes." OP-Journal **19**: 4-9.
- Frykman G. (1967). "Fracture of the distal radius including sequelae-shoulder-hand-finger syndrome, disturbance in the distal radioulnar joint and impairment of nerve function." Acta Orthop Scand Suppl **108**: 1-155.
- Gehrmann S.V., H. M., Windolf J., Kaufmann R.A. (2008). " State of the Art: Behandlungsstrategien bei distaler Radiusfraktur des älteren Patienten." Obere Extremität **3**: 154-161.
- Gehrmann S.V., W. J., Kaufmann R.A., (2008). "Distal radius fracture management in elderly patients: a literature review." J Hand Surg (AM) **33**: 421-429.
- Geissler W.B., F. D. L., Lamey D.M. (1996). "Distal radioulnar joint injuries associated with fractures of the distal radius." Clin Orthop Relat Res **327**: 135-146.
- Gradl G. (2009). "Distale Radiusfrakturen." Z Orthop Unfall **147**.
- Greatting MD., B. A. (1993). "Intrafocal (Kapandji) pinning of unstable fracture of the distal radius." Orthop Clin North Am **24**: 301-307.
- Habernek H, S. L. (1992). "Technique and results of modified percutaneous bore wire osteosynthesis of the distal radius." Unfallchirurg. **95**(7): 339-43.
- Hafferl A., Ed. (1953). Lehrbuch der topographischen Anatomie.
- Hakimi, M., Jungbluth P., Gehrmann S., Nowak J., Windolf J., Wild M. (2010). "Unidirektionale vs. multidirektionale palmare winkelstabile Osteosynthese bei instabilen distalen Radiusfrakturen." Der Unfallchirurg **113**: 210-216.
- Hakimi M., J. P., Gehrmann S., Nowak J., Windolf J., Wild M., (2010). "Unidirektionale vs. multidirektionale palmare winkelstabile Osteosynthese bei instabilen Radiusfrakturen." Unfallchirurg **113**: 210-216.
- Hakimi M., J. P., Windolf J., Wild M., (2010). "Functional results and complications following locking palmar plating on the distal radius: a retrospective study." The Journal of Hand Surgery **35E**(4): 283-288.
- Handoll, H., Madhok, (2008). "External fixation versus conservative treatment for distal radial fractures in adults (Review)." The Cochrane Collaboration **4**.
- Harness N.G., M. R. A. (2006). "The history of fracture fixation of the hand and wrist." Clin Orthop Relat Res **445**: 19-29.
- Herdrich S., B. J., Pichl J., Hoffmann R. (2010). "Osteosynthetische Versorgung distaler Radiusfrakturen mit dorsaler Doppelplattenosteosynthese." Z Orthop Unfall **148**: 72-79.
- Hoffmann T F., R. R., Rennecker P., (1994). "Operative Therapie distaler Radiusfrakturen, Behandlungskonzepte und Ergebnisse." Chirurgische Praxis **84**: 445-460.
- Holz F. (2004). "Annerkannte Indikation zur konservativen Frakturbehandlung." Trauma Berufskrankheiten **1**: 71-75.
- Windolf J., M. H. u. M. S.-H. (2008). " Ergebnisse der palmaren winkelstabilen Plattenosteosynthese am distalen Radius." Trauma und Berufskrankheit **10**: 236-240.
- Jakob M., R. D. A., Regazzoni P., (2000). "Fractures of the distal radius treated by internal fixation and early function. A prospektive study of 73 consecutive patients." Bone Joint Surg BR. **82**: 340-344.
- Basten K., M. H., PM.Rommens (1999). "Die operative Behandlung der distalen Radiusfraktur durch T-Plattenosteosynthese." Akt. Traumatologie **29**: 137-143.

- Kamano M., H. Y., Kazuki K., Yasuda M., (2002). "Palmar plating for dorsally displaced fractures of the distal radius." Clin Orthop **397**: 403-408.
- Kapandji A. (1987). "Intra-focal pinning of fractures of the distal end of the radius 10 years later." Ann Chir Main **61**: 57-63.
- Kihara H., S. W., Werner F., et al., (1995). "The stabilizing mechanism of the distal radio-ulnar joint during pronation and supination." Hand Surg Am **20 A**: 930.
- Korber J., K. H., Rembor U., Wentzensen A., (2007). "Begleit- und Nachbehandlung distaler Radiusfrakturen." Trauma Berufskrankheiten **9**: 42-46.
- Koshimune M., K. M., Takamatsu K., et al., (2005). "A randomized comparison of locking and non-locking palmar plating for unstable Colles` fractures in the elderly." Hand Surg Br **30 B-5**: 499-503.
- Krimmer H., e. a. (2004). "Palmare winkelstabile Plattenosteosynthese der instabilen distalen Radiusfraktur." Unfallchirurg **107**: 460-467.
- Krimmer H., P. C., Haßelbacher K., Meier M., Roth F., Meier R., (2004). "Palmare winkelstabile Plattenosteosynthese der instabilen distalen Radiusfraktur." Der Unfallchirurg **107**: 460-467.
- Langenberg R. (1989). "Der Abbruch des processus styloideus ulnae - Sein Einfluss auf die Handgelenksfunktion bei distalen Radiusfrakturen." Zentralblatt für Unfallchirurgie **114**: 1006-1011.
- Lerch S. Sextro H.G., W. F., Wittenberg E., (2009). "Klinisch-radiologische Ergebnisse nach distaler Radiusfraktur: neues intramedulläres Osteosynthesystem versus volare winkelstabile Plattenosteosynthese." J Orthop Unfall **147**: 547-552.
- Lerch S., S. H.-G., Wilken F., Wittenberg C.E. (2009). "Klinisch-radiologische Ergebnisse nach distaler Radiusfraktur: neues intramedulläres Osteosynthesystem versus volare winkelstabile Plattenosteosynthese." Z Orthop Unfall **147**: 547-552.
- Leung, F. (2008).
- Linhart, W., D. Briem, et al. (2003). "Treatment of metaphyseal bone defects after fractures of the distal radius. Medium-term results using a calcium-phosphate cement (BIOBON)." Unfallchirurg **106(8)**: 618-24.
- Lohsträter A., M. J., Germann S., Kohlmann T., Ekkernkamp A., (2008). "Bedeutung der postoperativen Übungsbehandlung für das Outcome der distalen Radiusfraktur." Trauma Berufskrankheiten **10**: 252-255.
- May M.M., L. J. N., Blazar P.E., (2002). "Ulnar styloid fractures associated with distal radius fractures: incidence and implications for distal radioulnar joint instability." J Hand Surg Am **27**: 965-971.
- Meier R., K. C., Probst C. (2010). "Erste Ergebnisse der multidirektional-winkelstabilen palmaren Osteosynthese der distalen Radiusfraktur." Unfallchirurg **113**: 789-795.
- Melone C.P.jr. (1993). "Distal radius fractures: patterns of articular fragmentation." Orthop Clin North Am **24 (2)**: 239-253.
- Müller M.E., A. M., Willenegger H. (1992). "Manual der Osteosynthese." **3.Auflage**: 476-480.
- Oestern H.J. (1999). "Distale Radiusfrakturen Teil II. Operative Therapien." Der Chirurg **70**: 1381-1394.
- Oestern H.J. (2001). "Behandlung der distalen Radiusfraktur." Tscherne Unfallchirurgie Ellenbogen-Unterarm(Springer Berlin): 225-248.
- Oestern H.J. (2003). "Aktueller Stand der Behandlung von Radiusfrakturen." Trauma und Berufskrankheit **5**: s22-s25.
- Oestern, H. J. (2001). "Behandlung der distalen Radiusfraktur." Tscherne Unfallchirurgie, Ellenbogen, Unterarm **1**: 225-248.
- Orbay J.L., F. D. L. (2002). "Volar fixation for dorsally displaced fractures of the distal radius." Hand Surg Am **27**: 205-215.
- Otto W (1998). "Drahtstiftfixierung distaler Radisufrakturen." Trauma Berufskrankheiten **1**: 15-23.
- Palmer A.K., W. F. W., Murphy D., Glisson R., (1985). "Functional wrist motion: a biomechanical

- study." J Hand Surg Am **10**: 39-46.
- Pechlaner S., H. H., Ed. (1998). Operationsatlas Handchirurgie.
- Petracic A. (1993). "Die Behandlung der Mehrfragmentsgelenksfrakturen des Radius." Der Chirurg **64**: 894-898.
- Petracic B. (1997). "Indikation zur Behandlung der distalen Radiusfraktur bei Erwachsenen, multizentrische Studie der AOI." Aktuelle Traumatologie **27**: 2-6.
- Platzer, W. (2003). "Taschenatlas der Anatomie." **Band 1 Bewegungsapparat**: 382-392.
- Pouteau C. (1783). "Oeuvres posthumes de M.Pouteau. Memoire, contenant quelques reflexions sur quelques fractures de l'avantbras sur les luxations incompletes du poignet et sur le diastasis." Ph-D Pierres.
- Prokop A., J. A., Andermahr J., Orth B., Rehm K.E., (2004). "Do angle stable implants provide advantages? Treatment of distal radius fractures with the locking Compression Plate (LCP)." Europ Journal Orthopaedic Surgery Tramatology **14 (1)**: 10-15.
- Meier R., C. K., C.Probst (2010). "Erste Ergebnisse der multidirektional-winkelstabilen palmaren Osteosynthese der distalen Radiusfraktur." Unfallchirurg **113**: 789-795.
- Radiusfraktur, A.-E. "<http://www.thieme.de/viamedici/lernen/spickzettel/radiusfraktur.html>." Thieme.
- Reil P. (1993). "Diagnostik und Behandlung der Begleitverletzungen und Folgeschäden bei distalen Radiusfrakturen." Der Chirurg **64**: 899-890.
- Rikli D. A., Businger A., et al. (2005). "Dorsal double-plate fixation of the distal radius." Oper Orthop Traumatol **17(6)**: 624-40.
- Rozenthal T.D., B. P. E. (2006). "Functional outcome and complications after volar plating for dorsally displaced, unstable fractures of the distal radius." Hand Surg Am **31**: 359-365.
- Sakhaii ;, G. U., Klonz A., et al., (2003). "Ergebnisse nach palmarer Plattenosteosynthese mit der winkelstabilen T-Platte bei 100 distalen Radiusfrakturen. Eine prospektive Studie." Unfallchirurg **106**: 272-280.
- Sakhaii M., G. U., Klonz A., Reilmann H. (2003). "Ergebnisse nach palmarer Plattenosteosynthese mit der winkelstabilen T-Platte bei 100 distalen Radiusfrakturen." Der Unfallchirurg **106**: 272-280.
- Schädel-Höpfner M., D. M., Windolf J., (2008). "Gesicherte Literaturergebnisse zur Therapie distaler Radiusfrakturen." Trauma und Berufskrankheit **10**: 230-235.
- Schmelzer-Schmied N., M. A. K., Jung M. (2007). "Die palmare winkelstabile Plattenosteosynthese bei distaler Radiusfraktur." Obere Extremität **2**: 150-155.
- Schupp A., T. C., Möhlig T., et al., (2003). "Der distale Speichenbruch. Winkelstabile Osteosynthese mit 2,4mm Formplatte. Ist der Aufwand gerechtfertigt?" Chirurg **74**: 1009-1017.
- Short W.H., P. A. K., Werner F.W., Murphy D.J., (1987). "A biomechanical study of distal radius fracture." Hand Surg Am **22A**: 981-985.
- Siebert H. (2003). "Plattenosteosynthese von dorsal." OP-Journal **19**: 34-40.
- Siebert H., K. A. (2006). "Distale Radiusfraktur." Chirurg **77**: 545-563.
- Siebert H., K. A. (2006). "Distale Radiusfraktur." Der Chirurg **77**: 545-563.
- Smektala R., E. H. G., Dasch B., Bonnaire F., Trampisch H.J., Pientka J., (2009). "Die stationäre Behandlungsqualität der distalen Radiusfraktur in Deutschland." Der Unfallchirurg **112**: 46-54.
- Smith R.W. (1847). "A treatise on fracture in the vicinity of joints and on certain forms of accidental and congenital dislocation " Hodges and Smith: 163-166.
- Souer J. S. (2009). "Effect of an unrepaired fracture of the ulnar styloid base on outcome after plate-and-screw fixation of a distal radial fracture." Bone Joint Surg Am. **91**: 830-838.
- Stocker R., M. R. (2007). "Beugesehnenrupturen durch unzureichende Reposition und Retention nach operativ versorgter distaler Speichenfraktur." Unfallchirurg **110**: 1001-1002.
- Strohm P.C., S. N. P. (2005). "Differenzierte Behandlung der Radiusfraktur. Gibt es einen Goldstandard?" Chir. Praxis **64**: 41-50.

- Sudeck P. (2005). "On acute inflammatory bone atrophy." J Hand Surg Br **30**(5): 477-81.
- Thielke K.H., W. T., Bartsch S., Echtermeyer V., (2003). "Winkelstabile, volare Plattenosteosynthese komplexer artikulärer Frakturen am distalen Radius." Der Chirurg **74**: 1057-1063.
- Thielke K.H., W. T., Bartsch S., et al., (2003). "Winkelstabile, volare Plattenosteosynthese komplexer artikulärer Frakturen am distalen Radius. Lösung einer Problemfraktur?" Chirurg **74**: 1057-1063.
- Thursten A.J. (2005). "'AO' or eponyms: The classification of wrist fractures." ANZ J. Surg **75**: 347-355.
- Universität, H. H. (2007). Operative Treatment of Extraarticular Colles' Fractures of the Distal Radius (OTEC).
- Vogel T., D. T., Bitterling H., Biberthaler P., Kanz K.G., Pfeifer K.J., Bartl R., Mutschler W. (2005). "Osteoporose in der Unfallchirurgie: Prävalenz und Management." Unfallchirurg **108**: 356-364.
- Walz M., K. B., Auerbach F., (2004). "Was leistet die winkelstabile Plattenosteosynthese bei der distalen Radiusfraktur des alten Menschen?" Der Unfallchirurg **107**: 664-670.
- Weigel B., N. M. (2004). "Praxisbuch Unfallchirurgie." Springer **1**.
- Weninger P., D. A. E., Drobetz H., Nemeč W., Figl M., Redl H., Hertz H., Zysset P., (2011). "Multidirectional volar fixed-angle plating using cancellous locking screws for distal radius fractures--evaluation of three screw configurations in an extra-articular fracture model." Wien Klin Wochenschr **123**(1-2): 4-10.
- Wick M., W. M. (2010). "Mittelfristige Ergebnisse nach operativer Versorgung der distalen Radiusfraktur mit einem neuen winkelstabilen, multidirektionalen Plattensystem." Z Orthop Unfall **148**: 66-71.
- Williams C.S., J. J. B. (1993). "Das schmerzhafte Ulnokarpalgelenk- Diagnostik und Therapie." Der Orthopäde **22**: 36-46.
- Windolf J., H. M., Schädel-Höpfner M., (2008). "Ergebnisse der palmaren winkelstabilen Plattenosteosynthese am distalen Radius." Trauma Berufskrankheiten **10**: 236-240.
- Wüster-Hoffmann M., H. A. K., Kinzl L., (1993). "Behandlung der einfachen intraartikulären Radiusfraktur (Typ B1-B3)." Der Chirurg **64**: 883-889.
- Zettl RP, C. E., Nast-Kolb D, Ruchholtz S, Kühne CA. (2009). "Volar locking compression plating versus dorsal plating for fractures of the distal radius : A prospective, randomized study." Unfallchirurg.

8 Anhang

8.1 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Gesamtkomplikationshäufigkeit.....	35
Tabelle 2: Komplikationen im Bezug auf das Geschlecht und das Durchschnittsalter	36
Tabelle 3: Art des Unfallmechanismus im Bezug auf das Durchschnittsalter und Geschlecht.....	37
Tabelle 4: Begleitverletzungen.....	38
Tabelle 5: Begleitverletzungen in anderen Regionen.....	38
Tabelle 6: Vorbestehende Veränderungen im Bereich der betroffenen Hand.....	39
Tabelle 7: Begleiterkrankungen	39
Tabelle 8: Geschlechtsverteilung bei Osteoporose.....	40
Tabelle 9: Osteoporosehäufigkeit im Bezug zur AO-Klassifikation	40
Tabelle 10: Auflistung der verwendeten Implantate	41
Tabelle 11: Zusätzlich zur winkelstabilen Platte angewandte Osteosynthesetechniken.....	42
Tabelle 12: Intraoperative Besonderheiten.....	44
Tabelle 13: Nervenschädigung	45
Tabelle 14: Anzahl der Komplikationen pro Klinik im Bezug zur Gesamtfallzahl.....	46
Tabelle 15: Anzahl der Komplikationen im Bezug auf die Klinik und die AO-Klassifikation	47
Tabelle 16: Anzahl der Komplikationen im Bezug zur Klinik und Qualifikation des Operateurs.....	49
Tabelle 17: Dienststellung im Bezug auf operative Erfahrung	50
Tabelle 18: Gesamtkomplikationsübersicht im Bezug auf den Operateur	50
Tabelle 19: Komplikationen im Bezug zu den verwendeten Implantaten.....	51
Tabelle 20: Komplikation im Bezug auf den Abstand zwischen Unfallereignis und Zeitpunkt des endgültigen Frakturversorgung.....	52
Tabelle 21: Gesamtübersicht postoperative Therapie	53

8.2 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Knöcherner Anatomie distaler Unterarm und Handwurzel (Pechlaner S. 1998)	8
Abbildung 2: Anatomie der Handwurzelknochen und des Handgelenkes (Hafferl A. 1953).....	9
Abbildung 3: Extensionsfraktur nach Colles.....	11
Abbildung 4: Flexionsfraktur nach Smith	12
Abbildung 5: Frykmann-Klassifikation (Frykmann G. 1967)	16
Abb.6: AO-Klassifikation (Radiusfraktur).....	17
Abb.7: Klassifikation nach Melone (Melone C.P.jr. 1993).....	18
Abb.8: K-Drahtosteosynthese in der Technik nach Willenegger.....	22
Abb.9: Gelenküberbrückender Fixateur externe mit additiver Kirschnerdrahtosteosynthese	23
Abb.10: Schraubenosteosynthese	24
Abb.11: Winkelstabile palmare Platteosteosynthese einer Extensionsfraktur....	26
Abb.12: Targon Nagelplatte	27
Abb.13: Geschlechtsbezogene Altersverteilung im Bezug zur Gesamtanzahl pro	

Zeitintervall.....	36
Abb.14: Geschlechtsverteilung der Frakturen nach AO-Klassifikation.....	37
Abbildung 15: Rücklauf der Reevaluation.....	54
Abbildung 16: Ergebnis der Reevaluation	54

8.3 Fragebögen

8.3.1 Klinik-Fragebogen Komplikationsregister

Komplikationsregister palmare Plattenosteosynthese 1

Sektion
Handchirurgie
der DGU



Absender

Stempel

Beigefügte Unterlagen

- OP-Bericht (anonymisiert)
 Röntgenbilder (anonymisiert) Unfall postoperativ Verlauf
 Sonstiges: _____

Basisdaten

- ✦ distale Radiusfraktur: Typ nach AO A / B / C 1 / 2 / 3
✦ Extensionsfraktur oder Flexionsfraktur
✦ Begleitverletzungen keine
 Fraktur Ulnastyloid andere distale Ulnafraktur: _____
 Skaphoidfraktur SL-Bandverletzung LT-Bandverletzung
 TFCC-Schaden DRUG-Instabilität
 andere (Hand): _____
 weitere: _____
✦ Geschlecht M / W
✦ Seite R / L
✦ Alter bei Unfall ___ Jahre
✦ Trauma Sturz ebenerdig Höhe ___ m
 anderes: _____
✦ relevante Begleiterkrankungen keine
 andere (Hand): _____ Arthrose – wo: _____
 Osteoporose weitere: _____

bitte per Fax an 0211-8104902 oder
per Post an PD Dr. Schädel-Höpfner, Klinik für Unfall- und Handchirurgie, Moorenstraße 5, 40225 Düsseldorf
Dateien bitte per Email an schaedel@uni-duesseldorf.de

Komplikationsregister palmare Plattenosteosynthese 2

Sektion
Handchirurgie
der DGU



Behandlung

- ✦ OP-Datum _____ Abstand Unfall – OP ____ Tage
- ✦ OP-Technik
- ✦ Zugang in Bezug zur FCR-Sehne radial ulnar
 - ✦ Spaltung Retinaculum flexorum ja nein
 - ✦ Darstellung N.medianus ja nein
 - ✦ Implantat Synthes Medartis Stryker Königsee Mondeal
 anderes: _____
 - ✦ Schraubenanzahl im proximalen Platten-Schenkel ____ winkelstabil + ____ nicht winkelstabil
im distalen Platten-Schenkel ____ winkelstabil + ____ nicht winkelstabil
 - ✦ weitere Implantate: _____
- ✦ intraop. Besonderheiten: nein ja, welche: _____
- ✦ Operateur Chefarzt Oberarzt Facharzt Assistent
- ✦ Anzahl der durch diesen Operateur zuvor in gleicher Technik ausgeführten Operationen
- 1 bis 10 11 bis 20 21 bis 50 über 50
- ✦ postoperative Weiterbehandlung
- Schienen-Ruhigstellung ____ Wochen Gips- / Cast-Ruhigstellung ____ Wochen
 - Physiotherapie Beginn: ____ Wochen nach der Operation Dauer: ____ Wochen

Komplikationen - Übersicht

- Sehnenruptur ⇒ weiter mit 1.
- Sehnenverklebung ⇒ weiter mit 2.
- Karpaltunnelsyndrom ⇒ weiter mit 3.
- Nervenschädigung ⇒ weiter mit 4.
- Infektion ⇒ weiter mit 5.
- Repositionsverlust oder implantat-assoziierte Komplikation ⇒ weiter mit 6.
- intraoperative Komplikation ⇒ weiter mit 7.
- andere ⇒ weiter mit 8.

bitte per Fax an 0211-8104902 oder
per Post an PD Dr. Schädel-Höpfner, Klinik für Unfall- und Handchirurgie, Moorenstraße 5, 40225 Düsseldorf
Dateien bitte per Email an schaedel@uni-duesseldorf.de



1. Sehnenruptur

- ◆ welche Beugesehne(n) _____
- ◆ welche Strecksehne(n) _____
- ◆ Zeitdauer OP bis Sehnenruptur: ___ Tage ___ Wochen ___ Monate
- ◆ Therapie der Sehnenruptur operativ – Datum _____ konservativ
- Art der Therapie _____

2. Sehnenverklebung

- ◆ welche Beugesehne(n) _____
- ◆ welche Strecksehne(n) _____
- ◆ Therapie der Sehnenverklebung konservativ – Anzahl der KG-Anwendungen ____
- operativ – Datum _____
- Art der OP: _____

3. Karpaltunnelsyndrom

- ◆ spezifische Beschwerden vor dem Unfall ja nein
- wenn ja, welche: Gefühlsstörungen Schmerzen nächtliche Beschwerden
- ◆ Symptome unmittelbar nach dem Unfall ja nein
- wenn ja, welche Symptome: _____
- ◆ Zeitdauer OP bis Diagnose CTS: ___ Tage ___ Wochen ___ Monate
- ◆ Therapie operativ – Datum _____ konservativ

4. Nervenschaden

- ◆ Manifestation: unmittelbar postoperativ
- später: ___ Tage ___ Wochen ___ Monate nach OP
- ◆ betroffener Nerv N.medianus R.superf. n. radialis N.ulnaris
- ◆ Art der Schädigung Dehnung Teildurchtrennung vollst. Durchtrennung
- andere: _____
- ◆ Therapie operativ – Datum _____ konservativ
- Art der OP _____

bitte per Fax an 0211-8104902 oder
per Post an PD Dr. Schädel-Höpfner, Klinik für Unfall- und Handchirurgie, Moorenstraße 5, 40225 Düsseldorf
Dataten bitte per Email an schaedel@uni-duesseldorf.de



5. Infektion

- ◆ Ausdehnung Haut Subkutis
 - Sehnen – welche: _____
 - Knochen – welche: _____
 - Gelenke – welche: _____
- ◆ Erregernachweis geführt ja nein
wenn ja, welcher Erreger wurde nachgewiesen: _____
- ◆ Therapie konservativ operativ
 - falls konservativ: Antibiotikagabe lokale Maßnahmen
 - falls operativ: OP-Datum: _____
Art der OP: _____

6. Repositionsverlust oder implantat-assoziierte Komplikationen

- Repositionsverlust Dorsalinklination um ___ ° auf ___ ° (Normwert + 10°)
Länge um ___ mm auf ___ mm (Normwert + 2 mm)
- Implantatlockerung wo: _____
- Implantatbruch wo: _____
- ◆ Therapie operativ – Datum _____ konservativ
Reosteosynthese winkelstabile Platte Fixateur externe Bohrdrähte
Details zur OP: _____

7. Intraoperative Komplikationen

- ◆ welche: _____

8. andere Komplikationen

- ◆ welche: _____
- ◆ Zeitdauer OP bis Auftreten: ___ Tage ___ Wochen ___ Monate
- konservative Behandlung – welche: _____
- operative Behandlung OP-Datum: _____
Art der OP _____

bitte per Fax an 0211-8104902 oder
per Post an PD Dr. Schädel-Höpfner, Klinik für Unfall- und Handchirurgie, Moorenstraße 5, 40225 Düsseldorf
Dateien bitte per Email an schaedel@uni-duesseldorf.de

8.3.2 Patienten-Fragebogen Reevaluation

Sehr geehrte Patientin, sehr geehrter Patient,

im Jahr 2008 wurden Sie in unserer Klinik wegen eines körperfernen Speichenbruches („Handgelenkbruch“) operiert.

Im Rahmen der Qualitätskontrolle dieser Operationen möchten wir erfahren, ob nach dem Eingriffe Probleme oder Komplikationen aufgetreten sind.

Wir bitten Sie deshalb, uns die folgenden Fragen zu beantworten:

1. Wie beurteilen Sie das Ergebnis der Operation ?

- sehr gut
 ausreichend
- gut
 schlecht
- befriedigend

2. Sind nach der Operation Probleme oder Komplikationen aufgetreten ?

- nein ja

3. Sofern es zu Problemen oder Komplikationen kam, beschreiben Sie diese bitte:

4. Wurden die aufgetretenen Probleme oder Komplikationen speziell behandelt ?

- nein ja ambulant
- stationär nochmalige Operation
- keine weitere Operation
- durch Dr. _____ in _____
(die Angaben zum weiterbehandelnden Arzt sind freiwillig)

Bitte senden Sie den ausgefüllten Fragebogen im beiliegendem Freiumschlag wieder an uns zurück.

Mit herzlichem Dank und freundlichen Grüßen

9 Lebenslauf

Persönliche Daten:

Name: Schäfer
Vorname: Martin
Anschrift: Auf den Eichen 5
51674 Wiehl
Deutschland
Tel.: 0049(0)170/5432336
Email: martinschaefer1@gmx.net

Geburtstag: 05.01.1982
Geburtstort: Köln
Staatsangehörigkeit: Deutsch
Familienstand: ledig
Konfession: römisch-katholisch

Eltern: Vater: Dr. Walter Schäfer, geb. 04.02.1951, Chirurg, Unfall-/Handchirurg
Mutter: Babara Schäfer, geborene Thomiczek, geb. 12.02.1952
Geschwister: Walter Schäfer, geb. 24.11.1979
Georg Schäfer, geb. 12.11.1983

Schulbildung:

- Kindergarten Bensberg
- 1988-1992 Gemeinschaftsgrundschule in Wiehl-Bielstein
- 1992-2002 Städtische Gymnasium Moltkestrasse in Gummersbach
- 2002 Abitur

Hochschulbildung:

- 09/2003 – 03/2004 BWL-Studium an der RWTH-Aachen
- 04/2005-11/2011 Studium der Humanmedizin an der Universität Göttingen
- 09/2007 Physikum an der Universität Göttingen
- 3 Wochen Famulatur Notaufnahme der Inneren Medizin im KKH Gummersbach
- 10 Wochen Famulatur in der Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie im Kreiskrankenhaus Gummersbach
- PJ: 1.Tertial: Anästhesie SRO Langenthal (Schweiz)
2.Tertial: Innere Medizin Universitätsklinik Göttingen
3.Tertial: Chirurgie/Unfallchirurgie Evangelisches Krankenhaus Göttingen/Weende
- 11/2011 Staatsexamen an der Universität Göttingen

Berufsausbildung/Zivildienst:

- 04/2004-4/2005 Berufsausbildung zum Rettungsassistenten an der Malteserschule in Aachen und der Lehrrettungswache in Gummersbach
- 09/2003-11/2011 Aushilfstätigkeit als Rettungssanitäter/Rettungsassistent auf der Lehrrettungswache in Gummersbach
- 09/2002-06/2003 Zivildienst als Rettungssanitäter auf der Lehrrettungswache Gummersbach

10 Eidesstattliche Versicherung

„Ich versichere an Eides statt, dass ich die dem Fachbereich Medizin Düsseldorf zur Promotionsprüfung eingereichte Arbeit mit dem Titel „Komplikationen nach winkelstabilen palmaren Plattenosteosynthesen am distalen Radius. Ergebnisse des DGU-Registers“ unter der Leitung von Prof. Dr. med. M. Schädel-Höpfner ohne sonstige Hilfe selbst durchgeführt und bei der Abfassung der Arbeit keine anderen als die in der Dissertation aufgeführten Hilfsmittel benutzt habe. Ich habe bisher an keinem in- oder ausländischem Medizinischen Fachbereich ein Gesuch um Zulassung zur Promotion eingereicht, noch die vorliegende oder eine andere Arbeit als Dissertation vorgelegt.

Düsseldorf, den 17.06.2013

Martin Schäfer

11 Danksagung

Ich danke meinem Doktorvater Prof. Dr. M. Schädel-Höpfner für die Überlassung des Themas und seine intensive Betreuung und gute Beratung bei der Anfertigung dieser Arbeit.

Auch Prof. Dr. J. Windolf und meinen lieben Eltern gilt besonderer Dank, für die tatkräftige Unterstützung in allen Bereichen.