

Klinik und Poliklinik für Unfallchirurgie
der Technischen Universität München
am Klinikum rechts der Isar
Direktor: Prof. Dr. Peter Biberthaler

DIE FRAKTUR DES RADIUSKÖPFCHENS

RETROSPEKTIVE ANALYSE DER THERAPIE VON FRAKTUREN DES RADIUSKÖPFCHENS IN ABHÄNGIGKEIT VOM FRAKTURTYP

Natalie Hölzl

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

Doktors der Medizin

genehmigten Dissertation.

Vorsitzender:
Prof. Dr. Jürgen Schlegel

Prüfer der Dissertation:
1. apl. Prof. Dr. Chlodwig M. Kirchhoff
2. Prof. Dr. Peter Biberthaler

Die Dissertation wurde am 02.05.2017 bei der Technischen Universität München
eingereicht und durch die Fakultät für Medizin am 28.03.2018 angenommen.

INHALTSVERZEICHNIS

1. EINLEITUNG	6
2. GRUNDLAGEN	7
2.1. Funktionelle Anatomie des Ellenbogengelenkes	7
2.1.1. Ossäre Anatomie	7
2.1.2. Bandapparat	10
2.1.3. Gefäß- und Nervenversorgung	11
2.1.4. Muskulärer Apparat	12
2.1.5. Biomechanik des Ellenbogens	12
2.2. Verletzungsmuster	14
2.2.1. Biomechanik der RK-Fraktur	14
2.2.2. Unfallmechanismus	16
2.2.3. Begleitverletzungen	17
2.3. Frakturklassifikationen	19
2.3.1. Klassifikation nach Mason	20
2.3.2. AO-Klassifikation	21
2.4. Therapie	22
2.4.1. Konservative Therapie	22
2.4.2. Operative Therapie	23
2.5. Arbeitsmedizinische Aspekte	26
3. FRAGESTELLUNG	28
4. PATIENTEN UND METHODEN	31

4.1. Epidemiologie	31
4.2. Traumaspezifische Daten	31
4.2.1. Unfallursache	31
4.2.2. Seitendominanz	32
4.2.3. Therapieregime	32
4.3. Verletzungsmuster	32
4.3.1. Fraktуреinteilung	32
4.3.2. Begleitverletzungen	33
4.4. Therapie	33
4.5. Klinische Nachuntersuchung	33
4.5.1. Körperliche Untersuchung	33
4.5.2. Broberg-Morrey-Score (BMS)	34
4.5.3. Gesundheitsfragebogen - SF-36	36
4.6. Spezielle Betrachtungen	38
4.6.1. Sofortige vs. verzögerte operative Therapie	38
4.6.2. Operative vs. konservative Therapie	38
4.6.3. Vergleich der operativen Verfahren	38
4.7. Arbeitsmedizinische Aspekte	38
4.8. Statistik	39
5. ERGEBNISSE	40
5.1. Epidemiologie	40
5.2. Traumaspezifische Daten	41
5.2.1. Unfallursache	41
5.2.2. Seitendominanz	43
5.2.3. Therapieregime	43

5.3. Verletzungsmuster	44
5.3.1. Fraktуреinteilung	44
5.3.2. Begleitverletzungen	45
5.4. Therapie	47
5.4.1. Konservative Therapie	48
5.4.2. Operative Therapie	48
5.5. Klinische Nachuntersuchung	50
5.5.1. Körperliche Untersuchung	50
5.5.2. Broberg-Morrey-Score (BMS)	53
5.5.3. Gesundheitsfragebogen SF-36	58
5.6. Spezielle Betrachtungen	61
5.6.1. Sofortige vs. verzögerte operative Therapie	61
5.6.2. Operative vs. konservative Therapie	62
5.6.3. Vergleich der operativen Verfahren	62
5.7. Arbeitsmedizinische Aspekte	69
5.7.1. Arbeitsunfähigkeit	70
5.7.2. Einschränkungen im beruflichen Alltag	71
5.7.3. Umschulung und berufliche Umorientierung	71
5.7.4. MdE, Erwerbseinschränkung, Frührente	72
6. DISKUSSION	73
6.1. Epidemiologie	74
6.2. Traumaspezifische Daten	75
6.2.1. Unfallursache	75
6.2.2. Seitendominanz	76
6.2.3. Therapieregime	76

6.3. Verletzungsmuster	76
6.4. Therapie	78
6.5. Klinische Nachuntersuchung	78
6.6. Spezielle Betrachtungen	79
6.7. Arbeitsmedizinische Aspekte	86
6.8. Klinische Relevanz der Ergebnisse	88
6.9. Ausblick	89
7. ZUSAMMENFASSUNG	91
8. ÜBERSICHT TABELLEN UND ABBILDUNGEN	95
9. LITERATURVERZEICHNIS	97
10. ANHANG	114
10.1. Klinischer Untersuchungsbogen	114
10.2. Broberg-Morrey-Score	116
10.3. Gesundheitsfragebogen SF-36	118
10.4. Fragebogen zur beruflichen Tätigkeit	120
11. GLOSSAR	121
12. DANKSAGUNG	122
13. LEBENSLAUF	123
14. ERKLÄRUNG	125

1. Einleitung

Die Fraktur des Radiusköpfchens (RK) stellt die häufigste knöcherne Verletzung des Ellenbogens beim Erwachsenen dar. "The radial head is the bone most commonly fractured in the adult elbow^{114;119}." So werden etwa ein Drittel der Frakturen am Ellenbogen dem RK zugeschrieben⁷⁸, je nach Literatur wird die Inzidenz zwischen 26% und 33% aller Frakturen im Bereich des Ellenbogens beschrieben^{47;55;56;95;154}. Insgesamt betragen Frakturen des Caput sowie Collum radii 1,5 bis 4% aller Frakturen des Erwachsenen^{57;58}. Morrey beschreibt in seiner umfangreichen Arbeit 'The Elbow and its Disorders' gleichwertige Statistiken¹⁰⁶.

Bedingt durch eine Zunahme der sportlichen und freizeithlichen Aktivitäten sowie eine höhere Lebenserwartung der Bevölkerung nimmt die Zahl der Unfälle mit der Folge einer RK-Fraktur stetig zu⁴⁷.

In der Literatur finden sich zahlreiche Studien zur Fraktur des RKs, der Therapiemöglichkeiten sowie deren Resultate. Obwohl die Fraktur des RKs seit Langem Fokus zahlreicher Studien darstellt²⁸, umfasst der Großteil der Arbeiten entweder eine relativ kleine Fallzahl oder befasst sich mit einer bestimmten Therapieform^{2;4;25;35;58;59;61;94;102;161}. Jedoch fehlen weiterhin evidenzbasierte Studien⁵², die einen einheitlichen Behandlungsalgorithmus ermöglichen.

Einige Autoren postulieren, dass Frakturen des RKs bis dato als Problemfrakturen anzusehen sind, und von einem Konsens in der Therapie dieser Fraktur noch lange keine Rede sein kann^{17;28;162}.

Über die Korrelation zwischen Frakturklassifikation, Therapie und Outcome der Fraktur des RKs fehlen bislang Studien mit entsprechend repräsentativen Fallzahlen. Insbesondere die Auswirkung einer möglichen posttraumatischen Einschränkung in Bezug auf berufliche Tätigkeit, Lebensqualität und Freizeitaktivitäten spielt in der heutigen Zeit eine wichtige Rolle. Ziel der vorgestellten Studie ist, das Langzeitergebnis der Fraktur des RKs in einem großen Patientenkollektiv anhand klinischer Untersuchung und validierter Fragebögen zu evaluieren.

2. Grundlagen

Zum Verständnis der Verletzung des RKs und möglicher ligamentärer Begleitverletzungen und der Faktoren, welche die posttraumatische Funktion beeinflussen können, sind Kenntnisse der Anatomie des Ellenbogengelenkes essenziell.

2.1. Funktionelle Anatomie des Ellenbogengelenkes

Das Ellenbogengelenk (= Articulatio cubiti, syn. Articulatio cubitalis) setzt sich aus drei einzelnen Gelenken zusammen: Articulatio humero-ulnare, Articulatio humero-radiale und Articulatio radio-ulnare proximale. Das Zusammenspiel von Humerus, Radius und Ulna wird in komplexer Weise durch Knochenführung, Ligamente, den Muskelapparat und die Membrana interossea zwischen Radius und Ulna reguliert¹⁰⁵.

2.1.1. Ossäre Anatomie

Das Ellenbogengelenk ist ein Drehscharniergelenk (=Trochoglymus). Obwohl es aus drei Gelenken zusammengesetzt ist, wird es im Allgemeinen als ein Gelenk betrachtet, da es von einer gemeinsamen Gelenkkapsel umgeben ist.

Drei Knochen bilden dieses Gelenk: der distale Humerus, die proximale Ulna und der proximale Radius (s. **Abb.1**). Da alle drei Knochen miteinander kommunizieren, bilden sich folglich auch drei verschiedene Gelenke: das humero-ulnare, das humero-radiale und das proximale radio-ulnare Gelenk¹⁰⁵.

Das Hueter'sche Dreieck beschreibt dabei drei prominente Knochenpunkte, die am besten von dorsal zu erkennen sind: die beiden Humeruskondylen sowie das Olekranon. Das Olekranon

und die Epikondylen des Humerus bilden bei in 90° gebeugtem Ellenbogengelenk ein gleichschenkeliges Dreieck¹³⁴.

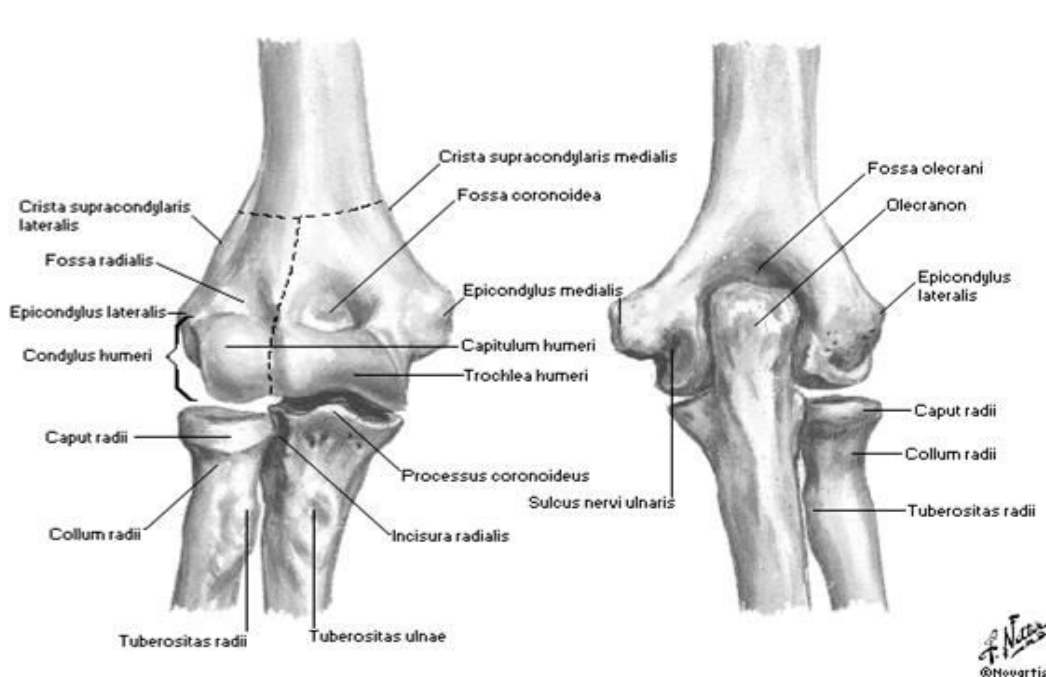


Abbildung 1: Das knöcherne Ellenbogengelenk (aus Netter et al.¹¹²)

Wird der Arm in Streckstellung gebracht, so bilden die drei Punkte eine horizontale Linie. Bei Fehlstellungen des Ellenbogengelenkes weist dieses Dreieck pathologische Veränderungen auf^{32;88;105}. Abweichungen der Beziehungspunkte können Hinweis auf eine Fraktur oder Luxation sein¹³⁴. Die drei Knochenpunkte bilden kein gleichschenkeliges Dreieck mehr, insofern eine Flexion im Ellenbogengelenk in 90° Beugstellung möglich ist. Ein tastbares Hervorstehen des Olekranons mit federndem Widerstand weist auf eine Luxation hin. Bei der Diagnostik der Fraktur des RKs können Schwellungen und Einblutungen im lateralen Dreieck richtungsweisend sein¹³⁴.

Funktionell wird das Ellenbogengelenk als knöchern geführtes Scharniergelenk betrachtet¹³¹, da die Drehfunktion limitiert ist. Dabei ist das humero-ulnare Gelenk tatsächlich als reines Scharniergelenk zu sehen, wobei das Olekranon eine Zange um den medialen Gelenkanteil des

Humerus (Trochlea humeri) bildet, welche lediglich Beugung und Streckung erlaubt. Dabei gleiten Radius und Ulna auf den Kondylen des Humerus und ermöglichen so die Extension und Flexion des Unterarms.

Der Radius ist darüber hinaus in der Lage, Rotationsbewegungen auszuführen³². Das RK stellt somit anatomisch und funktionell ein zentrales Bindeglied für die freie Ellenbogenbeweglichkeit und die Bewegungskette der oberen Extremität dar¹⁶². Obwohl das humero-radiale Gelenk als Kugelgelenk somit über drei Freiheitsgrade verfügt, ist eine Ab- und Adduktion aufgrund der ligamentären Verbindung zur Ulna nicht möglich³².

Das proximale Radioulnargelenk ist ein Radgelenk, der Radius ist über das Ligamentum (Lig.) anulare mit der Ulna verbunden. Die Unterarmknochen kommunizieren proximal über die Circumferentia articularis radialis und die Incisura radialis ulnae, eine mit Knorpel überzogenen konkaven Gelenkfläche der Ulna, die mit dem Radiusköpfchen artikuliert. Das proximale Radioulnargelenk dient der Pronation und Supination. Das RK kann, stabilisiert durch das Lig. anulare, Rotationsbewegungen ausführen.

Der Processus (Proc.) coronoideus ist ein prominenter, dreieckiger Knochenvorsprung an der proximalen Ulna, welcher von erheblicher Bedeutung für die Stabilität des Ellenbogengelenkes ist¹³⁴. Das RK kommuniziert mit dem Proc. coronoideus an dessen lateraler Fläche. Lange Zeit wurde der Proc. coronoideus in seiner Bedeutung unterschätzt⁸⁹. Ihm kommt jedoch eine elementare Rolle in der Stabilisation des Ellenbogengelenkes zu⁸⁸. Ist der Proc. Coronoideus verletzt, ist dies in der Regel ein Hinweis für einen stattgehabten Luxations- oder Subluxationsmechanismus. Die Stabilität des Ellenbogengelenkes muss kritisch evaluiert werden und in Abhängigkeit von der Größe und Lokalisation der Läsion des Proc. coronoideus diese im Rahmen der operativen Intervention adressiert werden^{124;138}.

2.1.2. Bandapparat

Das Ellenbogengelenk wird von einer gemeinsamen Gelenkkapsel umgeben. Es besitzt eine gemeinsame Gelenkhöhle, die klinisch aufgeteilt wird: Der Humerus bildet mit jedem seiner Gelenkpartner eine Kammer, so dass eine humero-ulnare Gelenkkammer und eine humero-radiale Gelenkkammer unterschieden werden.

Das Gelenk wird von den Lig. collaterale radiale (LUCL) und ulnare stabilisiert. Beide sind mit der Gelenkkapsel verwachsen.

Das LUCL entspringt am lateralen Kondylus des Humerus und strahlt im proximalen Verlauf mit einem vorderen und einem hinteren Schenkel in das Lig. Anulare radii ein. Der dorsale Anteil des LUCL verläuft hinter dem Radiuskopf⁸⁸. Der Ansatz befindet sich an der distalen Ulna dorsal und ventral. Das Lig. collaterale ulnare ist kräftiger als das LUCL. Es verläuft vom medialen Kondylus des Humerus ebenfalls zur proximalen Ulna, wo es an der Incisura trochlearis ansetzt. Das Ligament verbreitert sich im Verlauf fächerförmig. So sind, bei intaktem Ligament, in jeder Gelenkstellung einige Fasern angespannt (s. **Abb. 2**).

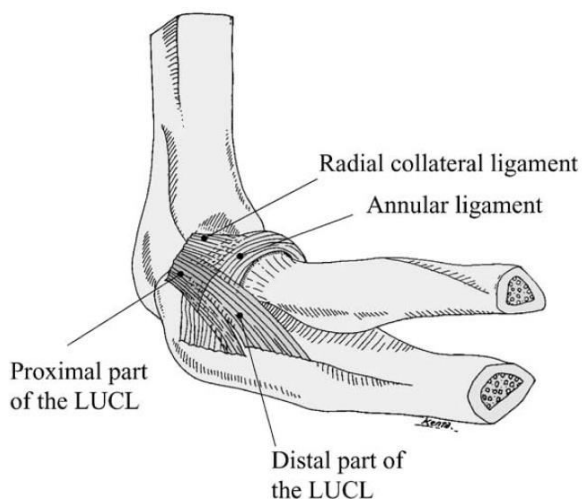


Abbildung 2: Bandstrukturen des Ellenbogens¹⁴⁴

Vollständig innerhalb der Gelenkkapsel liegt das Lig. anulare radii (= Speichenringband). Es entspringt an der anterioren proximalen Ulna und setzt an der dorsalen proximalen Ulna wieder an. Zwischen Ursprung und Ansatz des Ligamentes findet sich die Incisura (Inc.) radialis. An dieser Stelle kommuniziert das RK mit der Ulna. Durch das Lig. anulare, welches mit der Incisura einen osteofibrösen Ring bildet, wird das RK in Position gehalten und an der Ulna fixiert. Durch die bandhafte Umschließung des RKs ist die Pro- und Supination jedoch gewährleistet¹⁰⁵. Die Membrana interossea, insbesondere der mittlere Anteil, ist für die Stabilisation zwischen Ulna und Radius verantwortlich. Die Membrana verhindert somit eine Migration des Radius nach proximal⁵⁶.

2.1.3. *Gefäß- und Nervenversorgung*

Die neurovaskulären Strukturen des Ellenbogengelenkes verlaufen in unmittelbarer Nähe der Gelenkstrukturen und können bei Verletzungen des Ellenbogengelenkes in Mitleidenschaft gezogen werden.

Die Gefäßversorgung des Unterarms, welche aus der Arteria (A.) brachialis hervorgeht, teilt sich etwa in Höhe des RKs in der Fossa cubitalis in die anterior gelegenen A. radialis und ulnaris auf. Anterolateral des RKs befindet sich außerdem die A. radialis recurrens, welche von proximal durch die A. profunda brachii versorgt wird. Die Begleitvenen bilden ein venöses Geflecht, dessen Hauptäste von der Vena (V.) brachialis, der V. basilica und V. cephalica und deren Anastomose, der V. mediana cubiti gebildet werden.

Die nervale Versorgung des Unterarmes erfolgt durch die Nervi (N.) radialis, medianus und ulnaris, welche lateral, anterior und medial am Ellenbogengelenk verlaufen. Der N. radialis teilt sich circa auf Höhe des RKs in den Ramus profundus und Ramus superficialis auf.

2.1.4. Muskulärer Apparat

Extension und Flexion als Scharnierbewegung verlaufen um eine Achse, welche quer durch Capitulum und Trochlea humeri verläuft. Alle Muskeln, deren Sehnen ventral der Querachse liegen, zählen zur Flexorengruppe, alle dorsal gelegenen zur Extensorengruppe¹³⁶. Zu den Flexoren des Ellenbogengelenkes zählen der Musculus (M.) brachialis als stärkster Beuger, der M. biceps brachii, der neben seiner Beugefunktion vielmehr als stärkster Supinator fungiert, der M. brachioradialis, der M. pronator teres und der M. extensor carpi radialis longus. Die Antagonisten, welche die Flexion im Ellenbogengelenk bewirken, sind der M. triceps brachii, der unterstützt wird von dem M. anconeus. Letzterer dient insbesondere der Straffung der Gelenkkapsel¹⁰⁵. Für die *Supination* sind der M. biceps brachii, der M. supinator und der M. brachioradialis zuständig. Der M. biceps brachii als stärkster Supinator, entwickelt seine maximale Kraft bei Flexion im Ellenbogengelenk. Die *Pronation* wird von dem M. pronator teres, M. pronator quadratus, M. flexor carpi radialis und M. brachioradialis gewährleistet. Direkt am RK setzen angesichts der intraartikulären Lage keine Muskeln an, der M. supinator setzt gefächert am Radiushals an.

2.1.5. Biomechanik des Ellenbogens

2.1.5.1. Stellung

Ober- und Unterarmknochen bilden bei extendiertem Arm einen „Außenwinkel“ auf der lateralen Seite. Dieser beträgt beim Mann durchschnittlich 170°, bei der Frau 168°. Ist der Arm stärker nach radial abgewinkelt, so dass der Außenwinkel < 165° beträgt, so liegt ein „cubitus valgus“ vor. Dieser kann physiologisch (insbesondere beim weiblichen Geschlecht), aber auch posttraumatisch auftreten¹⁰⁹. Entscheidend ist das Vorliegen einer Seitendifferenz^{34;136}.

2.1.5.2. *Freiheitsgrade und Bewegungsumfang*

Das Ellenbogengelenk verfügt über zwei Freiheitsgrade: Extension und Flexion, sowie Pronation und Supination. Extension und Flexion können sowohl im humero-ulnaren als auch im humero-radialen Gelenk ausgeführt werden, die Pro- und Supination hingegen findet nur in den Gelenken mit Beteiligung des proximalen Radius statt (humero-radiales und proximales Radioulnargelenk).

Der Bewegungsumfang (= range of motion, ROM) in Extension und Flexion beträgt bis zu 150°. Die Flexion kann durch adipöse Weichteile oder einen normal großen bis hypertrophen M. biceps eingeschränkt sein. Eine vollständige Extension ergibt einen Winkel von 180° zwischen Ober- und Unterarm und wird (nach Neutral-Null-Methode) als Nullstellung bezeichnet. Oft findet man beim männlichen Geschlecht ein leichtes Streckdefizit von 5°, welches oftmals durch den etwas strafferen Bandapparat bedingt ist. Im Gegensatz dazu findet sich bei Frauen oder bei Kindern in einigen Fällen eine Überstreckung von bis zu 10°. Für die Pronations- und Supinationsbewegung ergibt sich insgesamt eine ROM von 160-180°³² (s.

Tab. 1).

Extension/Flexion	Mann	0°	0°	150°
	Frau	10°-0°	0°	150°
Pronation/Supination		90°-85°	0°	85°-90°

Tabelle 1: Physiologische ROM im Ellenbogengelenk nach Neutral-Null-Methode ^{18;32;75}

Die Beweglichkeit des Ellenbogengelenks ist essentiell für alltägliche Bewegungsmuster. Josten et al. beschrieben das Ellenbogengelenk als das bedeutendste der oberen Extremität⁷⁴. Eine Versteifung des Gelenkes in Streck- oder Beugstellung birgt gravierende Konsequenzen:

so werden bei einer Streckstellung des Ellenbogens das Erreichen des Gesichtes, Essen oder einfache Körperpflege (Rasieren, Zähneputzen, Haare waschen) zur unmöglichen Aufgabe. Versteift das Gelenk in Rechtwinkelstellung, kann der Patient zwar mit Hilfsmitteln Nahrung zu sich nehmen, jedoch wird der Arm funktionell zu kurz und einfache Dinge wie Schnürsenkel binden und Anziehen werden zu einer großen Herausforderung, welcher insbesondere ältere Menschen oft nicht mehr gewachsen sind.

Thomas und Morrey¹⁰⁶ beschrieben, dass die Funktion des Ellenbogengelenks als essenziell für die individuelle Unabhängigkeit gesehen werden muss, und die Beeinträchtigung der Ellenbogenfunktion - mehr als andere Gelenkfunktionen - den Menschen bei der Ausübung sportlicher, beruflicher und alltäglicher Aktivitäten einschränkt¹³².

2.2. Verletzungsmuster

Die RK-Fraktur kann sowohl durch Einwirkung direkter Gewalt, zum Beispiel einen Schlag oder Sturz direkt auf den Ellenbogen als auch durch indirekte Gewalteinwirkung verursacht werden^{58,100}.

2.2.1. Biomechanik der RK-Fraktur

Die RK-Fraktur entsteht vorwiegend durch Stürze auf den extendierten und leicht pronierten Vorderarm^{56;58;162}. Dazu findet sich in der Literatur eine Kadaverstudie von Amis und Miller⁵, die sich mit der Stellung des Ellenbogengelenkes beim Sturz und der daraus resultierenden Verletzung befasst. Bei einem Stoß gegen oder einen Sturz auf den ausgestreckten Arm erfolgt die Kraftübertragung longitudinal entlang des Radius⁷⁵. Amis beschrieb, dass eine zunehmende Streckung des Ellenbogengelenkes beim Sturz mit einer erhöhten Frakturrate des RKs

korreliert (s. **Abb.3**). Das RK nimmt die Kraft im Ellenbogen bis zu einer Beugung von 80° auf und frakturiert bei Überlastung⁵².

Alle Frakturen ereigneten sich durch indirektes Trauma, welches eine longitudinale Kraft entlang des Radius verursachte.

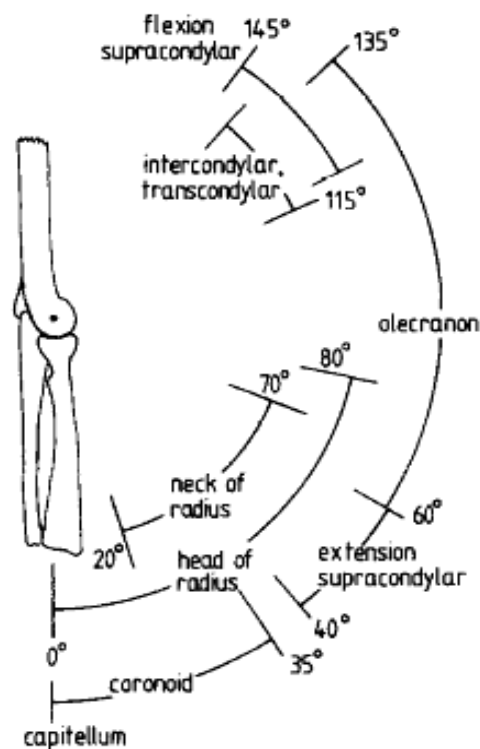


Abbildung 3 Der 'Verletzungsbogen' (Arc of Injury) beschrieben von Amis und Miller⁵

Um eine Fraktur des RKs zu verursachen, befindet sich der Radius in einem von Amis beschriebenen Verletzungsbogen von 80° Flexion bis hin zur vollen Extension (0° nach Neutral-Null-Methode). „Radial head and coronoid fractures followed impact along the forearm up to 80 degrees flexion⁵. “Dieser ‚Verletzungsbogen‘ wurde bereits 1981 von Miller¹⁰³ beschrieben, der seine Ausführungen allerdings nicht mit ausreichenden Datenbelegen konnte. Bei diesem Verletzungsbogen entsteht biomechanisch ein maximaler Druck auf das RK, bedingt durch den lateralen Kondylus des Humerus. Dieser hindert den Radius daran, der Kraft nachzugeben. Übersteigt der Druck die Widerstandsfähigkeit des RKs, resultiert dies in

einer Fraktur¹⁰⁰. Das RK stellt hier zumeist den schwächeren der beiden Gelenkpartner dar und frakturiert folglich zuerst.

Luxiert das RK durch Gewalt mit Ruptur der Membrana interossea, so kann es ungehindert - ähnlich einem Billardqueue - das Capitulum humeri verletzen und selbst frakturieren. Dies wird durch die sogenannte Essex-Lopresti Verletzung beschrieben³¹. Die Dislokation nach hinten stellt in Amis' Kadaverstudie die Hauptbegleitverletzung dar.

2.2.2 *Unfallmechanismus*

In der aktuellen Literatur werden diverse Unfallmechanismen hinsichtlich der Entstehung einer RK-Fraktur beschrieben. Konsens besteht über die häufigste Gelenkstellung des RKs zum Zeitpunkt des Traumas: Der Arm ist im Ellenbogengelenk gestreckt, der Unterarm proniert (s. **Abb. 4**)^{52;56;95;106;129}. Bei jüngeren Patienten ist ein Hochrasanztrauma oft Ursache dieser Fraktur^{60;123}.

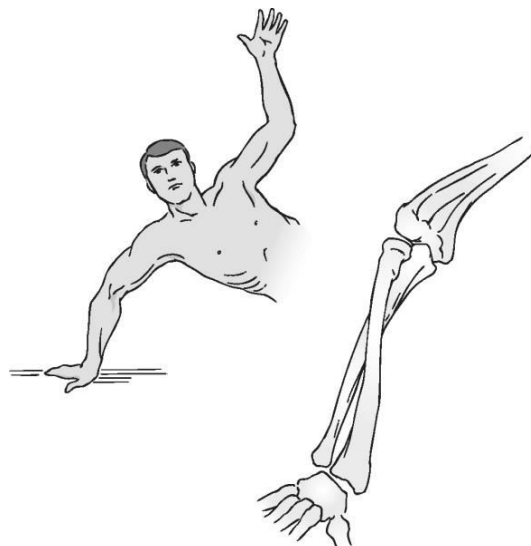


Abbildung 4: Typischer Unfallmechanismus bei der Fraktur des RKs (aus Morrey: The Elbow and its Disorders¹⁰⁶)

In der Literatur werden folgende Unfallursachen beschrieben, diese variieren je nach Studiengruppe in der prozentualen Verteilung:

- Sturz aus dem Stand oder beim Gehen
- Sturz aus großer Höhe
- Treppensturz
- Sportunfall
- Autounfall
- Fahrradunfall¹²⁷
- Unfall beim Inlineskaten⁶⁰

2.2.3. Begleitverletzungen

In diversen Studien wurde beschrieben, dass bei bis zu einem Drittel der Patienten mit einer RK-Fraktur Begleitverletzungen zu erwarten sind^{47;106}.

2.2.3.1. Knöcherne Begleitverletzungen

Die RK-Fraktur wird meist durch longitudinale Krafteinwirkung verursacht. Wird diese Kraft nicht nur auf das RK übertragen, können Strukturen, die weiter distal oder proximal liegen, ebenfalls betroffen sein. So kann es zu einer Verletzung der Gelenkfläche des Capitulum humeri in der Articulatio humero-radiale durch das RK kommen⁴⁷. Des Weiteren ist die Skaphoidfraktur zwar eine seltene, aber gravierende Begleitverletzung, die nicht übersehen werden darf^{1;159}. Frakturen der Ulna, insbesondere des Proc. coronoideus und des Olekranons (in 9-12% der Fälle) werden ebenfalls als knöcherne Begleitverletzungen beschrieben^{75;88;153;154}.

2.2.3.2. *Gefäß- und Nervenläsionen*

Läsionen der Nerven und Gefäße treten eher selten auf, insbesondere ist diese Art der Begleitverletzung bei Luxationen, Dislokationen oder komplexen Ellenbogenverletzungen zu finden. Hier sind in der Regel der Nervus radialis oder ulnaris, oder die A. radialis oder ulnaris betroffen¹²³.

2.2.3.3. *Bandapparat*

Bei der RK-Fraktur, insbesondere mit Luxationskomponente, sind Bandverletzungen zu berücksichtigen. Läsionen des Bandapparates resultieren in einer verminderten Stabilität des Ellenbogengelenkes. So können die Lig. collaterale radiale oder ulnare oder das Lig. anulare radii, teilweise oder vollständig rupturiert sein. Bei Luxationsfrakturen ist eine Läsion der kapsulo-ligamentären Strukturen nahezu immer präsent⁸⁸. Distorsionen oder Bandrupturen im distalen radio-ulnaren Gelenk sind in bis zu 15% der Fälle bei RK-Fraktur beschrieben⁷⁵.

In einer MR-basierten Studie von Itamura et al. wurden Bandverletzungen bei Vorliegen einer RK-Fraktur untersucht. Hier fanden sich in 54,2% der Fälle Läsionen des Lig. ulnare und in 80,1% der Fälle Läsionen des Lig. radiale. Bei 50% der Patienten waren sogar beide Bandstrukturen verletzt⁶⁹. In dieser Studie wurden osteochondrale Defekte in 29,1% und Knochenödeme bei 95,8% der Patienten festgestellt. Freie Gelenkkörper waren bei 91,7% der Patienten nachzuweisen⁶⁹. In einer älteren Studie von Arvidsson und Johansson wurden bei RK-Frakturen konventionelle Arthrographien durchgeführt, diese zeigten vor allem bei Mason III Frakturen eine starke Häufung von Verletzungen des Kapsel-Band-Apparates⁸. Hier konnten in 85% der Fälle Läsionen nachgewiesen werden. Bei Mason I und II Frakturen war die Inzidenz mit 4% und 21% respektive erheblich geringer⁸.

2.2.3.4. *Ellenbogengelenksluxation und Sonderformen*

Luxationsverletzungen des Ellenbogengelenkes stellen mit 20% aller Luxationen die zweithäufigste Luxation (nach der Schulterluxation) dar. Dabei sind meist das RK (in 20% der Fälle) oder der Proc. coronoideus (in 10% der Fälle) frakturiert^{12;74}. Bei bis zu 50% der Luxationsverletzungen tritt eine knöcherner Beteiligung auf, bei nahezu 100% werden Verletzungen der ligamentären Strukturen beschrieben⁸⁸.

Die Luxation des RKs in Kombination mit einer Ulnaschaftfraktur wird als Monteggia-Fraktur bezeichnet. Das RK luxiert dabei klassischerweise nach ventral, kann allerdings auch nach lateral oder dorsal luxieren. Die Luxation des RKs wird oft übersehen und nur die Ulnafraktur erkannt¹³⁴.

Eine RK-Fraktur mit Ulnaluxation im distalen radio-ulnaren Gelenk und Ruptur der Membrana interossea wird als Essex-Lopresti-Verletzung bezeichnet.

Liegt neben einer RK-Fraktur und einer Ellenbogenluxation noch eine Fraktur des Proc. coronoideus und eine Ruptur des dorsalen Anteils des radialen Kollateralbandes, vor, so bezeichnet man diese Verletzung als ‚terrible triad of the elbow‘^{64;88;124;138;138}. Desai et al. beschrieben in diesem Kontext zusätzlich die knöcherner Verletzung des Capitulum humeri²⁹.

Frankle et al. beschrieben, dass Ellenbogenluxationsfrakturen mit RK-Beteiligung meist Folge eines Hochrasanztraumas sind und dann oft eine Begleitverletzung der stabilisierenden Weichteile (Bandapparat) vorliegt⁴².

2.3. Frakturklassifikationen

Die RK-Fraktur wird in der internationalen Literatur am häufigsten nach Mason⁹⁵ klassifiziert. Diese Klassifikation wurde im Laufe der Zeit von verschiedenen Autoren modifiziert^{11;16;65;66;98;101}. Des Weiteren adaptierte die Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthese

(AO)¹¹¹ ihr gängiges Klassifikationssystem für das RK. Diese Einteilung konnte sich im klinischen Alltag jedoch nicht durchsetzen¹²⁹. Sämtliche Klassifikationssysteme basieren auf konventionellen Röntgenaufnahmen.

2.3.1. *Klassifikation nach Mason*

Diese Einteilung wurde 1954 von Mason implementiert und in einer Studie an 100 Patienten vorgestellt⁹⁵. Ursprünglich beinhaltete die Mason-Klassifikation drei Frakturtypen, sie wurde durch Broberg und Morrey jedoch um einen vierten Typ, die RK-Luxationsfraktur, erweitert. Mason IV beschreibt dabei eine Ellenbogenluxation, die von einer RK-Fraktur begleitet wird (s. Tab. 2).

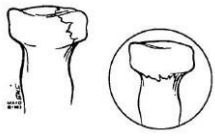
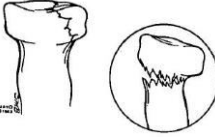
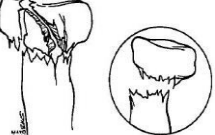
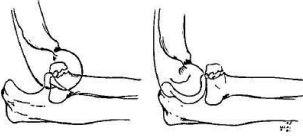
	Frakturtyp	Beschreibung
<p>TYPE I</p> 	Mason Typ I	Nicht oder nur geringfügig dislozierte Fissur (weniger 2mm), Meißelfraktur
<p>TYPE II</p> 	Mason Typ II	Abgerutschte oder versetzte Fraktur mit seitlichem Fragment, mehr als 2-3 mm disloziert, mehr als 30% des RK beteiligt
<p>TYPE III</p> 	Mason Typ III	Alle Frakturen mit Zertrümmerung und Beteiligung des gesamten Köpfchens, Trümmerfrakturen.
<p>TYPE IV</p> 	Mason Typ IV	Ellenbogenluxation, die von einer der drei oben genannten RK-Frakturen begleitet wird.

Tabelle 2: Frakturklassifikation nach Mason, modifiziert nach Broberg und Morrey (aus Goost, 2003 und Broberg, 1987)^{16;52}

2.3.2. AO-Klassifikation

Die AO-Klassifikation unterscheidet ebenfalls zwischen einer nicht-dislozierten, dislozierten und mehrfragmentären Fraktur. Die Einteilung ist jedoch komplexer als die Mason-Klassifikation. Das proximale Segment von Radius und Ulna erhält nach AO-Klassifikation die Nummer 21 (2 für Unterarm und 1 für proximalen Anteil). Es folgt eine Unterteilung in Typ A, B oder C, wobei Typ 21-A lediglich Radiushals- und proximale Ulnafrakturen umfasst, zur Klassifikation der RK-Fraktur jedoch nicht verwendet werden kann. Typ 21-B umschreibt Frakturen, die teilweise die Gelenkfläche betreffen (s. **Abb.5**).

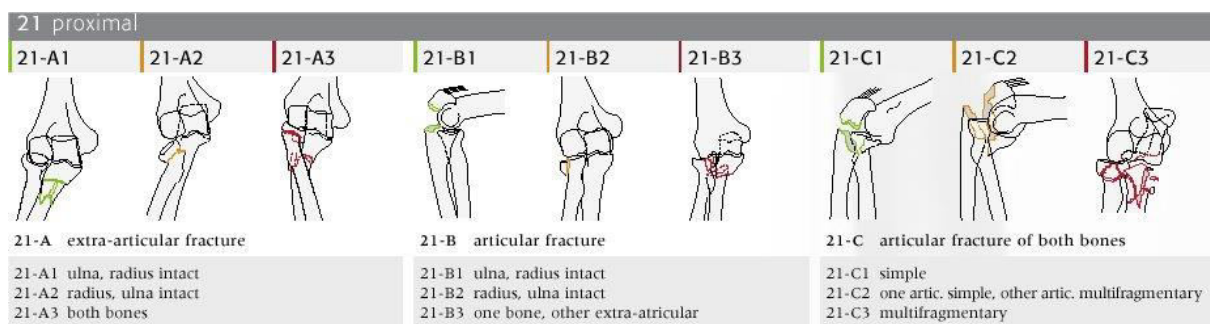


Abbildung 5: Frakturklassifikation des proximalen Radius (aus Müller AO Classification of Fractures, 2006)¹¹¹

Die 21-B1 Fraktur bezeichnet Olekranonfrakturen, mit intaktem proximalem Radius. Die 21-B2 Fraktur beinhaltet Gelenkfrakturen des Radius (RK) und 21-B3 beschreibt Frakturen von proximalem Radius und Ulna, wobei nur einer der beiden Knochen eine intraartikuläre Beteiligung aufweist, bei Typ 21-B3.1 ist es die Ulna, bei Typ 21-B3.2 der Radius. Die Fraktur Typ 21-C beschreibt vollständig intraartikuläre Frakturen. Bei allen Variationen des Typ C ist das RK mit betroffen.

Die Anzahl der möglichen Differenzierungen macht die AO-Klassifikation so komplex, dass sie zwar für manche wissenschaftliche Fragestellung hilfreich ist, jedoch im Klinikalltag kaum Verwendung findet.

2.4. Therapie

Aufgrund der komplexen Anatomie, die eine hohe Beweglichkeit anatomischen Aufbaus des Ellenbogengelenkes und den oftmals vorliegenden komplexen Begleitverletzungen, welche das RK in Mitleidenschaft ziehen, ist es unerlässlich, die anatomische Integrität des Gelenks zu wahren, um posttraumatisch eine biomechanisch einwandfreie Funktion zu ermöglichen. Die exakte Wiederherstellung der Gelenkpartner ist für eine differenzierte Funktion von Unterarm und Hand insbesondere im Langzeitverlauf von großer Bedeutung. Die Therapie der RK-Fraktur lässt sich in konservative und operative Verfahren einteilen. Recherchen in der Literatur zur optimalen Therapie der RK-Fraktur richten sich nach der Schwere der Verletzung, der Frakturklassifikation, Begleitverletzungen und den Bedürfnissen und Ansprüchen des Patienten^{56;129;134}.

2.4.1. *Konservative Therapie*

In der Literatur findet sich keine einheitliche Therapierichtlinie für die konservative, nicht operative Therapie der RK-Fraktur¹⁴². Unterschiedliche Studien beschreiben verschiedene Therapieprotokolle, dies betrifft die genaue Indikation und den Inhalt der Therapie^{129;142}.

Bei der Mason I Fraktur kann in der Regel mit einer konservativen Therapie ein gutes bis sehr gutes Resultat erzielt werden^{52;92;121;142;148}. Insgesamt erlaubt Herbertsson eine Dislokation der Fragmente von bis zu 2 mm. Bis zu dieser Grenze können konservativ gute Ergebnisse erreicht werden⁵⁹. Eine über 2 mm dislozierte Fraktur stellt eine Kontraindikation zur konservativen Therapie dar.

Die konservative Therapie beinhaltet eine Bandbreite von Möglichkeiten, von der Punktion eines Hämarthros und Frühmobilisierung⁶² vom ersten Tag an bis zur Immobilisierung über drei bis sechs Tage oder mehr^{47;88;147}.

Einige Autoren beschreiben, dass die Länge der Immobilisierung einen direkten Einfluss auf das funktionelle Ergebnis hat⁶³ und raten zu einer möglichst frühe Mobilisierung^{91;129}, da bereits bei einer Ruhigstellung von über einer Woche im Oberarmgips Bewegungseinschränkungen durch Schrumpfungen am Kapsel-Band Apparat beschrieben werden^{91;96;129}. Andere Autoren können dies nicht bestätigen⁹².

Eine frühfunktionelle Nachbehandlung bei konservativ behandelte Mason I Fraktur wird von mehreren Autoren als wichtiger therapeutischer Abschnitt zur Restitution der Arbeitsfähigkeit beschrieben^{52;92;129}. Eine initiale Ruhigstellung in einer Oberarmgipsschiene ist in der Regel indiziert. Zusätzlich sollten Schmerzmedikation und eine frühe Überleitung zur physikalischen Therapie in Betracht gezogen werden^{89;95;101;126}. Bei einem Hämarthros wird die entlastende Gelenkpunktion, gegebenenfalls mit Instillation eines Lokalanästhetikums empfohlen^{41;88;127}.

2.4.2. Operative Therapie

Bei dislozierten Frakturen, Mehrfragmentfrakturen oder Trümmerfrakturen sollte eine operative Versorgung in Erwägung gezogen werden, wenn der Allgemeinzustand des Patienten keine Kontraindikationen zu einer Operation aufweist^{23;47;57;58;67;127}.

Die operative Therapie bietet diverse Möglichkeiten. Zum einen kann durch eine offene Reposition und Osteosynthese des RKs (ORIF) eine gute Gelenkfunktion mit Erhalt des RKs erreicht werden. Bei einer Trümmerfraktur, bei der ein Erhalt des Köpfchens aus verschiedenen Gründen nicht möglich erscheint, kann bzw. muss das gesamte Köpfchen reseziert werden. Infolgedessen besteht die Möglichkeit, das Gelenk ohne RK zu belassen, oder bei Instabilität oder hoher mechanischer Beanspruchung der Gelenkfunktion eine Prothese einzusetzen^{9;55;73;157}.

Wichtig bei der operativen Therapie ist die Berücksichtigung der Weichteilverhältnisse. Begleitverletzungen des Proc. coronoideus und des Kapsel-Bandapparates müssen ebenfalls bei der Therapiewahl berücksichtigt beziehungsweise entsprechend therapiert werden⁹⁹.

2.4.2.1. *Osteosynthese*

Für die Osteosynthese des RKs stehen verschiedene Verfahren zur Auswahl: Schraubenosteosynthese mit kopflosen Schrauben oder Minischrauben (z. B. 2,0-mm-Titan AO-Compact®-System)⁴⁶, alternativ ist die Kirschnerdraht-Osteosynthese zu nennen. Die Versorgung mit resorbierbaren Pins ist in der Literatur ebenfalls beschrieben mit kontroversen Resultaten, so dass sich dieses Verfahren nicht durchgesetzt hat^{47:50}.

Die Plattenosteosynthese wird mit Mini-T-Platten (1,5/2,0-mm-Titan-T- oder L-Platten) durchgeführt. Eine Studie beschreibt die Verwendung von FFS Platten (Orthofix®) bei 23 Patienten mit einem durchschnittlichen Outcome von 96 Punkten (Pkt.) im BMS⁸⁵. In der Experimentellen Chirurgie wurde die erfolgreiche Anwendung einer modifizierten Aptus-Radiusrahmenplatte, 2,5 mm (Medartis®), beschrieben, die zum Erhalt der Gelenkfunktion und der Drehbewegungen des RKs führte⁴⁵.

Die Osteosynthese ist zeitnah zu dem Trauma durchzuführen⁷⁴, um eine frühfunktionelle Nachbehandlung zu ermöglichen und lange Immobilisierung zu vermeiden⁴⁷.

2.4.2.2. *Resektionsarthroplastik*

Ist der Erhalt des RKs bei Mehrfragment- oder Trümmerfrakturen (Mason III) nicht möglich, steht die Resektion des RK mit oder ohne primärer Prothesenimplantation zur Wahl. Meyer-Marcotti riet bei Trümmerbrüchen des RKs (Mason Typ III) zur Resektion des RKs¹⁰¹. Josten setzte der alleinigen Resektion ohne Prothesenimplantation intakte Weichteilverhältnisse

insbesondere ein intaktes ulnares Kollateralband voraus⁷⁴. Verschraubungen einzelner RK-Fragmente auf dem Operationstisch und Replantation sowie Stabilisierung mit Platten sind nur selten von Erfolg gekrönt⁴¹. Bei intaktem Kapselbandapparat und keinen klinischen Zeichen einer Valgusinstabilität kann eine alleinige primäre Resektionsarthroplastik durchgeführt werden^{57;58;108;158}.

Wurde eine Valgusinstabilität detektiert und ist eine Rekonstruktion des medialen Kapselbandapparates nicht oder nur unzureichend möglich, sollte primär eine Prothese implantiert werden⁷⁴. In der Literatur wurden mehrfach Schmerzen im Bereich des distalen radioulnaren Gelenkes (DRUG) in Folge einer Radiusmigration nach proximal beschrieben^{48;74}. Oftmals resultiert die alleinige Resektion in einer Instabilität im Ellenbogengelenk¹⁰⁸.

2.4.2.3. *Endoprothetischer Ersatz des RKs*

Nach Resektion des RKs kann primär oder sekundär eine Prothese implantiert werden. Bereits 1979 kamen Harrington und Tournas⁵⁵ zu dem Ergebnis, dass eine Instabilität nach Köpfchenresektion durch die Implantation einer RK-Prothese behoben werden kann und zu sehr guten postoperativen Ergebnissen führt. Erste Versuche einer Prothesenimplantation wurden von Speed im Jahr 1941 beschrieben¹⁴⁰.

Indikationen für die Implantation einer Prothese stellen beispielsweise eine Ellenbogenluxationsfraktur, eine gleichzeitige Fraktur der proximalen Ulna, eine Ruptur oder Insuffizienz des medialen Kollateralbandes dar^{48;55;74}. Calfee stellt die Indikation bei nicht rekonstruierbaren Trümmerfrakturen und Weichteilverletzungen, die eine Instabilität des Ellenbogens hervorrufen²².

Mittlerweile existieren diverse Prothesenarten, die sich in ihren biomechanischen Eigenschaften unterscheiden. Als Prothesen wurden in der ersten Generation Silikonprothesen³⁹

oder Vitalliumprothesen verwendet. Die Silikonprothese ist weniger belastbar als die metallische²². Von Gebauer wurde sie als unzureichend für den mechanischen Anspruch des Gelenkes beschrieben⁴⁷. Morrey und andere Autoren rieten ebenfalls von der Silikonprothese ab, da diese weder den biologischen noch den biomechanischen Ansprüchen, die an sie gestellt sind, entspricht^{74;97;106;107}. Komplikationen wie Implantatlockerung, Brüche und Synovialitiden durch Silastik-Abrieb wurden beschrieben^{120;155}.

In der neueren Generation der Prothesen wurden Titanprothesen, Pyrocarbon⁸⁶, metallische Monoblockprothesen oder bipolare Prothesen nach Judet^{41,76;120} verwendet. Viele Autoren beschrieben gute Ergebnisse nach Prothesenimplantation^{9;14;104;106;120}. Bei der Prothesenimplantation müssen Weichteilverletzungen ebenfalls therapiert werden, um ein stabiles Ergebnis zu erzielen^{22;73;150}.

Zusammenfassend lässt sich die differenzierte Therapie der RK-Fraktur wie folgt beschreiben: Mason I Frakturen werden überwiegend konservativ und frühfunktionell behandelt, während Mason II Frakturen primär durch Osteosynthese und frühzeitiger Krankengymnastik behandelt werden. Bei der Mason III Fraktur bietet die RK-Resektion eine Therapieoption, um eine gute Gelenkfunktion zu erzielen, wenn eine stabile Osteosynthese nicht mehr möglich ist. Um einer Instabilität im Ellenbogengelenk entgegenzuwirken, bietet sich hier zusätzlich die Option der Implantation einer RK-Prothese an.

2.5. Arbeitsmedizinische Aspekte

Funktion und Belastbarkeit im Ellenbogengelenk sind posttraumatisch für die Arbeitsfähigkeit des Patienten wichtig. Auf dem Arbeitsmarkt stellen sich Fragen nach der Minderung der Erwerbsfähigkeit (MdE, Bezug auf die Gesetzliche Unfallversicherung), die bei

Bewegungseinschränkung des Ellenbogens zwischen 10 bis 50 von Hundert (bei vollständiger Versteifung und Verlust der Drehfähigkeit)¹⁴⁶ liegen kann.

Eine Versteifung im Ellenbogengelenk in günstiger Stellung (inklusive Drehbewegung) kann eine MdE von 30%, eine Versteifung im Ellenbogengelenk in ungünstiger Stellung eine MdE von bis zu 40% begründen¹¹³.

Hier besteht die Gefahr der Berufs- oder Arbeitsunfähigkeit des Patienten. Gegebenenfalls muss eine Umschulung erfolgen, oder die gelernte Tätigkeit ist nur noch eingeschränkt ausführbar. Johns führte eine Studie durch, in welcher die Dauer der Arbeitsunfähigkeit nach Hand- und Armverletzungen untersucht wurde. Die vordergründigen Faktoren, die eine Arbeitsunfähigkeit beeinflussen, sind die Art und der Schweregrad der Verletzung, in Aussicht stehende Schadensersatzansprüche und die körperliche Beanspruchung am Arbeitsplatz⁷².

3. Fragestellung

Die RK-Fraktur ist die häufigste knöcherne Verletzung des Ellenbogens^{52;142}. Die Frakturklassifikation, die Stabilität des Bruchs und mögliche Begleitverletzungen stellen wichtige Faktoren in der Wahl der Therapie dar¹⁷, jedoch herrscht hier noch lange kein Konsens unter den Autoren verschiedener Publikationen^{52;102}.

Undislozierte Frakturen (Mason I) werden meist konservativ (nicht-operativ) behandelt. Zusätzlich muss bei der Mason I Fraktur eine mögliche Begleitverletzung (z.B. des Bandapparates) erkannt und behandelt werden. Denn bereits bei der Mason I Fraktur kann es zu persistierenden Beschwerden und Instabilität im Langzeitverlauf kommen²¹. Zur konservativen Therapie findet sich in der Literatur ebenfalls keine Leitlinie für die beste Nachbehandlung des Patienten⁹³. Eine kurze Ruhigstellung und frühfunktionelle Nachbehandlung wird immer wieder zitiert⁵⁹, doch findet sich keine genaue Angabe, wie lange die Ruhigstellung sein soll, und wie das Nachbehandlungsschema im Detail konzipiert sein soll⁹³. Bereits bei der Mason I Fraktur besteht Uneinigkeit über die beste Therapie²¹.

Bei den beschriebenen Behandlungsverfahren für die Mason II Fraktur wird in den meisten Fällen die operative Therapie vorgeschlagen^{58;92;129}. Aber auch hier besteht keine einheitliche Meinung über die Indikation zur Operation, denn auch leicht verschobene Mason II Frakturen können nicht-operativ erfolgreich behandelt werden^{2;44;90}, insofern die Fraktur als stabil eingestuft wird^{17;77}. Kaas et al. führten eine Meta-Analyse zur Therapie der Mason II Fraktur durch und kamen zu dem Schluss, dass es noch nicht genügend Daten gäbe, um einen optimalen Behandlungsalgorithmus für diese Verletzung vorzuschlagen⁷⁷.

Betrachtet man die operative Therapie der Mason II Fraktur, stehen verschiedene Behandlungsmöglichkeiten zur Auswahl^{46;101;139;163}, diese beinhalten in den meisten Fällen Schrauben- oder Plattenosteosynthesen, allerdings werden mit der zunehmend moderneren Chirurgie auch perkutane Verfahren und experimentelle off-label Verfahren (Meniskusanker)

beschrieben^{116;139}. Mit welcher Methode lassen sich hier die besten Ergebnisse erzielen? Bei der Datenrecherche werden kleine Fallzahlen oder eine bestimmte Therapie beschrieben^{139;163}, große, vergleichende Studien fehlen jedoch. Prospektive, randomisierte Studien existieren ebenfalls noch nicht.

Über die Therapie der Mason II Fraktur besteht in der Literatur, trotz vieler publizierter Daten, kein Konsens⁵⁶.

Therapieempfehlungen für die Mason III Fraktur konzentrieren sich auf die operative Therapie. Hier sind ebenfalls die Begleitverletzungen von großer Bedeutung¹³⁷. Die Charakteristik der Verletzung bestimmt schlussendlich den Behandlungsplan: ist eine Rekonstruktion möglich wird diese angestrebt, ist dies schwer möglich, oder das Gelenk instabil kann eine Prothesenimplantation in Erwägung gezogen werden⁹. Allerdings stellt sich die Frage, ob das Langzeitergebnis nach Rekonstruktion wirklich ein besseres ist, als nach Prothesenimplantation. Oder ob das Ergebnis nach Prothesenimplantation wirklich besser ist, als nach alleiniger Resektion des RKs⁶⁷? Hier spielen die Begleitverletzungen und Stabilität des Ellenbogens eine große Rolle^{9;137}.

In der Therapie der RK-Fraktur stehen eine Fülle an Behandlungsmöglichkeiten zur Auswahl^{33;52;75;129;137;139;142}, doch wann ist welche Therapie die richtige? Ist es möglich einen Behandlungsalgorithmus zu erstellen, oder spielen so viele Faktoren eine Rolle, dass die Entscheidung schlussendlich doch wieder ganz individuell gefällt werden muss?

Anhand dieser Studie mit einem Patientenkollektiv von 161 Patienten werden die Langzeitergebnisse der Therapie der RK-Fraktur in Abhängigkeit vom Frakturtyp und Behandlung untersucht und der aktuellen Datenlage kritisch gegenübergestellt.

Ursachen und epidemiologische Daten wurden in dieser Studie dokumentiert und im Folgenden vorgestellt. Die Verletzungen werden nach Frakturtyp und erfolgter Therapie aufgeschlüsselt und die Behandlungsergebnisse dargestellt. Zur Bewertung der Ergebnisse wurden der

Broberg-Morrey-Score (BMS) sowie der Gesundheitsfragebogen SF-36 (Short Form Health Survey 36; SF 36) als validierte Tests eingesetzt. Des Weiteren wurden alle Patienten nach einem standardisierten klinischen Untersuchungsverfahren begutachtet und diese Ergebnisse werden ebenfalls betrachtet.

Arbeitsmedizinische Aspekte konnten aufgrund der erhobenen Daten ebenfalls analysiert werden, so dass Ergebnisse für die Rückführung der Patienten ins Berufsleben aufgeführt werden können.

4. Patienten und Methoden

In die Studie wurden die Patienten eingeschlossen, welche im Zeitraum von Januar 1995 bis Dezember 2006 eine RK-Fraktur erlitten und in der Chirurgischen Klinik und Poliklinik Innenstadt der LMU München behandelt wurden. Patienten, deren aktuelle Kontaktdaten nicht vorlagen, wurden bspw. über die Krankenkasse ausfindig gemacht. Gründe für einen Ausschluss aus der Studie waren der Tod des Patienten, Umzug an eine unbekannte Adresse, logistische Probleme (Zeitmangel oder weit entfernter Wohnort), die eine Teilnahme an der Studie für den Patienten unmöglich machten, und mangelndes Interesse des Patienten, an einer retrospektiven Studie teilzunehmen. Bei der Auswahl der Patienten wurden keine Einschränkungen bezüglich des Alters, Geschlechtes oder sozialen Status gemacht.

4.1. Epidemiologie

Zunächst wurde eine Anamnese zu Unfallhergang, Begleitverletzungen, Primärbehandlung und der stationären sowie ambulanten Nachbehandlung erhoben. Die anamnestischen Daten wurden mit der Dokumentation aus der Patientenakte abgeglichen.

4.2. Traumaspezifische Daten

4.2.1. *Unfallursache*

Es wurde der Unfallhergang anamnestisch abgefragt und katamnestisch vorliegende Daten miteinbezogen. Die jeweiligen Unfallursachen wurden zu Untergruppen zusammengefasst. So beinhaltet die Gruppe „Wintersport“ beispielsweise „Skifahren“, „Snowboarden“ und „Schlittenfahren“. „Verkehrsunfälle“ beinhalten „Motorrad-“ und „Autounfälle“. Unter den

übrigen Sportarten („Sport sonstiges“) wurden Unfälle bei „Risikosportarten“, „Wassersport“, „Pferdesport“ und „Ballsport“ zusammengefasst.

4.2.2. *Seitendominanz*

Die Frage, ob das RK auf der dominanten oder der nicht-dominanten Seite frakturierte, hat Auswirkung auf die berufliche Tätigkeit sowie die Lebensqualität bei der Bewältigung von Alltagsaufgaben. Daher wurden die Patienten nach ihrer dominanten Hand gefragt. Bei Patienten, die eine Ambidextrie aufwiesen, wurde die Seite, welche häufiger benutzt wird, als dominante Seite gezählt.

4.2.3. *Therapieregime*

Daten zur initialen Behandlung der Patienten wurden anamnestisch und katamnestisch erhoben. Diese beinhalten das Zeitfenster Unfall-Erstvorstellung, bzw. bis zu den primären oder sekundären therapeutischen Maßnahmen. Daten zur ambulanten Nachbehandlung der Patienten wurden anamnestisch erhoben. Bezüglich der operativen Maßnahmen wurden die Patientenakte inklusive des Operationsberichtes ausgewertet.

4.3. Verletzungsmuster

4.3.1. *Fraktureinteilung*

Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung wurden keine neuen Röntgenaufnahmen der Patienten angefertigt. Die radiologischen Befunde basieren auf konventionellen Röntgenaufnahmen in zwei Ebenen, welche zum Zeitpunkt des Unfalls und im Rahmen der routinemäßigen

Nachkontrollen durchgeführt wurden. Hierbei wurden die Standardprojektionen (anterior-posterior und seitlicher Strahlengang) gewählt. Zusätzlich wurden in einigen Fällen RK-Zielaufnahmen angefertigt^{47:117}. Die Frakturen wurden basierend auf den initialen Röntgenbildern, ergänzt durch die Dokumentation in der Patientenakte klassifiziert.

4.3.2. *Begleitverletzungen*

Um eine potentielle Häufung von Begleitverletzungen zu identifizieren, wurden die Patientenakte inklusive des Operationsberichtes bezüglich dieser Fragestellung analysiert.

4.4. *Therapie*

Es werden neben dem Outcome die verschiedenen verwendeten Therapieverfahren isoliert betrachtet und bei vergleichbaren Frakturen gegenübergestellt.

4.5. *Klinische Nachuntersuchung*

4.5.1. *Körperliche Untersuchung*

Die Patienten wurden in der Chirurgischen Klinik und Poliklinik Innenstadt der Ludwig-Maximilians-Universität nach einem standardisierten Protokoll von PD Dr. med. C. Kirchhoff und der Doktorandin befragt und untersucht (s. **Anhang**). Zunächst wurde bei der Inspektion äußere Auffälligkeiten wie Narbenplatten, Atrophien, Hautveränderungen oder Deformitäten dokumentiert. Gelenkkonturen, Motorik, Durchblutung und Sensibilität wurden untersucht und protokolliert. Bei der Bewegung wurde auf Reiben oder Knacken im Gelenkspalt geachtet.

Umfangsmessungen über dem RK, 15 cm oberhalb, 10 cm unterhalb des Ellenbogengelenkes und am Handgelenk wurden an beiden Seiten durchgeführt, um Seitendifferenzen festzustellen.

4.5.1.1. Bewegungsumfang (Range of motion)

Der Bewegungsumfang wurde goniometrisch an der erkrankten sowie an der Gegenseite vermessen und nach Neutral-Null-Methode dokumentiert.

4.5.1.2. Instabilität, Varus-/Valgus-Stresstest

Zur Beurteilung der Gelenkstabilität wurde ein Stresstest mit Varus- und Valgusstress in Extension sowie Flexion von 30° durchgeführt³⁴ (s. **Abb. 6**). Bei Varusstress wurde der Oberarm außenrotiert, bei Valgusstress innenrotiert¹⁰⁶.

4.5.1.3. Schmerzen

Palpatorisch wurden Druckschmerzhaftigkeit über dem Ellenbogengelenk, insbesondere über dem RK untersucht. Dabei wurde die Palpation in Extension, Flexion sowie in Pro- und Supination durchgeführt.

4.5.2. Broberg-Morrey-Score (BMS)

Der BMS ist ein validierter und in der Literatur häufig zitierter Score zur Beurteilung der Ellenbogenfunktion^{36;39;104}. Die erreichbare Höchstpunktzahl liegt bei 100 Pkt. 95-100 Pkt. werden als exzellentes, 80-94 Pkt. als gutes, 50-79 Pkt. als befriedigendes und Werte <50 Pkt. als unbefriedigendes Ergebnis gewertet (s. **Anhang**).

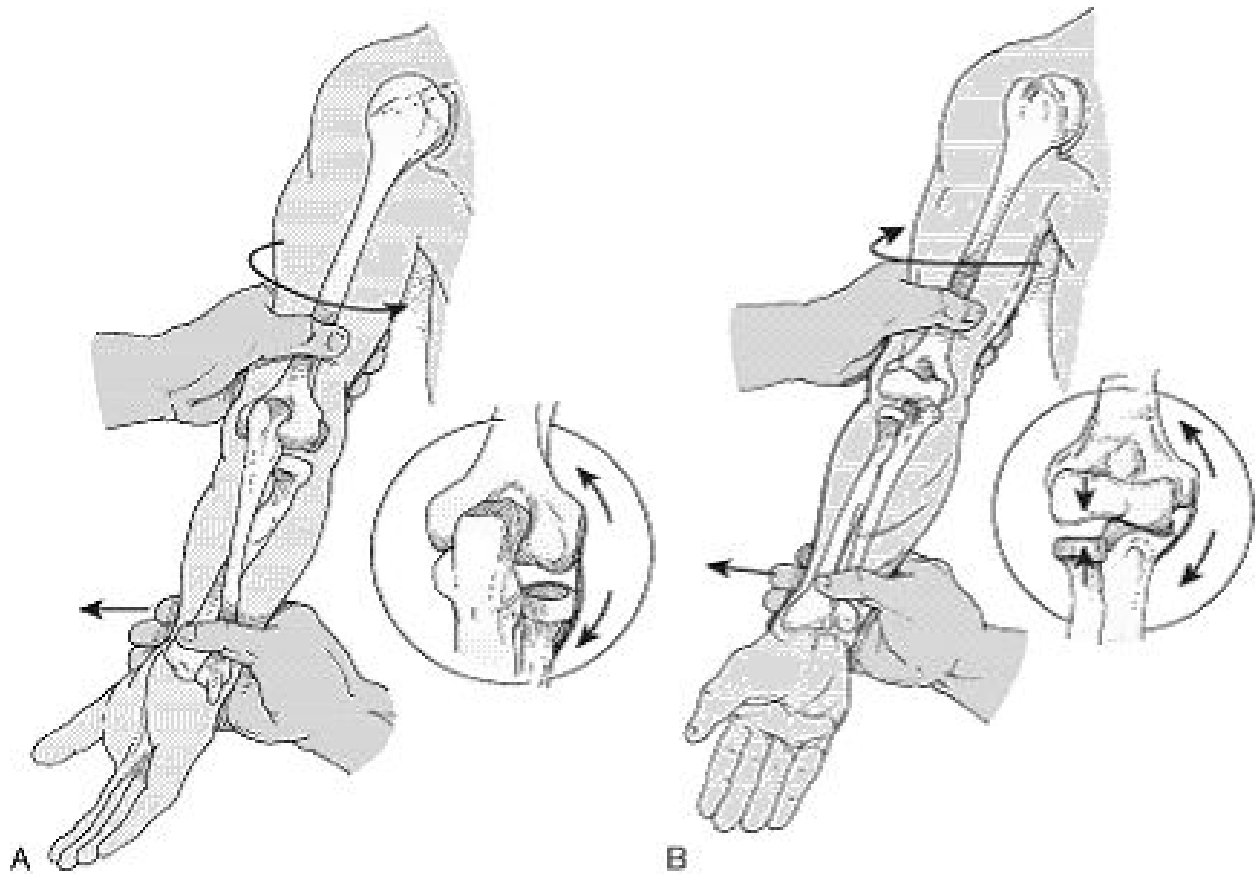


Abbildung 6: Untersuchung der Ellenbogenstabilität nach Morrey¹⁰⁶
A. Varusstress
B. Valgusstress

Es werden fünf Dimensionen abgefragt: Schmerz, Kraft, Bewegung, Stabilität und Funktion. Die erste Dimension „Schmerz“ vergibt bis zu 30 Pkt. bei vollständiger Schmerzfreiheit. Je nach Intensität und Häufigkeit der Schmerzen reduziert sich die Punktzahl, ebenso bei medikamentöser Schmerztherapie und Einschränkung der Aktivität. Für „Kraft“ können maximal 15 Pkt. erreicht werden. Die Kraft wird vom Untersucher gegen Widerstand gemessen. Als Referenz wird die Einteilung der motorischen Funktionsprüfung nach Janda⁷⁰ herangezogen. Eine volle Kraft gegen Widerstand wird mit voller Punktzahl, eine Paralyse mit 0 Pkt. bewertet. Um die „Bewegung“ zu beurteilen, wird diese sowohl an der gesunden als auch an der kranken Seite gemessen. Es wird zuerst die aktive, dann die passive Bewegung durchgeführt. Zur „Stabilitätsprüfung“ wird das Gelenk mit varischem und valgischem Stress

(mediale und laterale Stabilität) sowie mit anteriorem und posteriorem Stress belastet. Die Stabilitätsprüfung wird im Seitenvergleich durchgeführt um individuell anatomische Verhältnisse erkennen zu können. Bei einem stabilen Gelenk erhalten die Patienten eine maximale Punktzahl von je 3 Pkt. in beiden Ebenen. Bei leichter, bis zu 5° werden 2 Pkt., bei mittlerer Instabilität 1 Pkt. und bei einem schwer instabilen Zustand 0 Pkt. vergeben (s. **Anhang**).

Abschließend wird die „Funktion“ geprüft. Hier können max. 12 Pkt. für 12 Funktionseinheiten erreicht werden. Die Funktion wird anamnestisch erhoben, oder, um Fehlerquellen zu vermeiden, vom Patienten vorgeführt. Bei eingeschränkter Funktion wird in dem betreffenden Funktionsbereich eine reduzierte Punktzahl (<1 Pkt.) eingetragen. Ist trotz Hilfestellung eine bestimmte Bewegung nicht möglich, erhält der Patient in dieser Kategorie 0 Pkt.(s. **Anhang**).

Jeder Patient wird entsprechend des Auswertungsschlüssels in eine der vier Gruppen ‚exzellent‘, ‚gut‘, ‚befriedigend‘ und ‚unbefriedigend‘ eingeordnet. Bei einer grenzwertigen Gesamtpunktzahl wird das Ergebnis in die höher liegende Gruppe sortiert: bei 80 Pkt. wird das Ergebnis als ‚gut‘ eingestuft (s. **Anhang**).

4.5.3. Gesundheitsfragebogen -SF-36

Der SF-36 ist ein Instrument zur Erfassung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität von Patienten³⁷(s. **Anhang**). Dieser Fragebogen wurde als standardisierter Messbogen zur Beurteilung medizinischer Behandlungsergebnisse erstellt¹⁴⁵. Der SF-36 wurde implementiert, um die Umstände einer Verletzung zu definieren, den Erfolg der Behandlung einzuschätzen und verschiedene Behandlungsmodelle zu vergleichen. In der orthopädischen und traumatologischen Chirurgie ist der SF-36 ein anerkanntes Instrument und repräsentiert das international am häufigsten eingesetzte Instrument zur Messung der subjektiven

Lebensqualität^{37;84;118}. Innerhalb des Fragebogens werden 36 Einzelfragen bearbeitet, die 8 Dimensionen zugeordnet werden können¹²⁸. Diese beinhalten die körperliche (physikalische) Funktionsfähigkeit (KÖFU), das Rollenverhalten wegen körperlicher Funktionsbeeinträchtigung (KÖRO), Schmerzen (SCHM), den allgemeinen Gesundheitszustand (AGES), Vitalität und körperliche Energie (VITA), soziale Funktionsfähigkeit (SOFU), das Rollenverhalten wegen seelischer Funktionsbeeinträchtigung (EMRO) sowie die seelische (psychische) Funktionsfähigkeit (PSYC)^{37;156}. Es bestehen zwischen drei und sechs Antwortmöglichkeiten (Multiple-Choice Prinzip, keine Mehrfachantworten möglich) (s. **Anhang**). Die Antworten beziehen sich auf die subjektive Einschätzung der Patienten. Der Fragebogen wurde vom Untersucher mit dem Patienten gemeinsam ausgefüllt, um Fehler durch Überlesen von Informationen zu vermeiden.

Maximal konnte in jeder der 8 Dimensionen eine Punktzahl von 100 Pkt. erreicht werden. Manche Dimensionen beinhalteten nur 2 Fragen, andere 9. Die Auswertung erfolgte mittels eines Excel®-Makros. Um die erhobenen Ergebnisse einordnen zu können, muss ein Vergleich mit einer Normalpopulation erfolgen. Dazu eignet sich die Auswertung der SF-36-Daten des Bundes-Gesundheitssurvey von 1998^{37;38}. Bei der Erstellung der Vergleichspopulation (Referenzgruppe) wurden 6964 Probanden befragt, davon 51,3% Frauen und 48,7% Männer mit einem Durchschnittsalter von 46,1 Jahren (Range 18-80)³⁷. Die Ergebnisse wurden nach Geschlechtern getrennt, die Resultate wurden in Zehn-Jahres-Altersgruppen aufgeschlüsselt^{19;37;122}.

4.6. Spezielle Betrachtungen

4.6.1. *Sofortige vs. verzögerte operative Therapie*

Um festzustellen, ob eine sofortige Therapie im Vergleich zu einer verzögert eingeleiteten Therapie signifikant bessere Ergebnisse erwirkt, werden die Behandlungsergebnisse anhand des BMS und des SF-36 verglichen.

4.6.2. *Operative vs. konservative Therapie*

Da in der Literatur insbesondere die Frage offen bleibt, ob die Fraktur des RK besser mittels operativer Therapie oder mittels konservativer Therapie zu behandeln ist, werden die Frakturen im untersuchten Kollektiv gemäß ihrem klinischen Outcome, quantifiziert mittels BMS verglichen.

4.6.3. *Vergleich der operativen Verfahren*

Um Vorteile eines operativen Verfahrens hinsichtlich des funktionellen Behandlungsergebnisses zu finden, werden verschiedene Therapieverfahren bei gleich klassifizierten Frakturen isoliert betrachtet und verglichen.

4.7. Arbeitsmedizinische Aspekte

Für die Erhebung relevanter Daten zur Einschränkung im beruflichen Alltag wurde ein dezidiertes arbeitsmedizinischer Fragebogen erstellt. Dieser umfasst die berufliche Tätigkeit vor dem Unfall einschließlich der erforderlichen Bewegungsmuster. Dauer der Arbeitsunfähigkeit (AU), Minderung der Erwerbsfähigkeit (MdE), berufliche Umorientierung und durch den Unfall verursachte Früh-Berentung wurden ebenfalls abgefragt (s. **Anhang**).

4.8. Statistik

Bei metrischen Daten wurde der Mittelwert sowie die Spannweite (range) berechnet. Unterschiede metrischer Daten zwischen den Patientengruppen wurden mit Hilfe des Wilcoxon-rank-sum-Test ermittelt. Zur Berechnung der Unterschiede innerhalb einer Patientengruppe wurde der Mann-Whitney-U-Test verwendet. Die Analyse der Daten wurde mittels SigmaStat 3.5 (Inc. Chicago, Illinois) durchgeführt.

5. Ergebnisse

5.1. Epidemiologie

In diese Studie wurden alle Patienten, die im Zeitraum von Januar 1995 bis Dezember 2006 in der Chirurgischen Klinik und Poliklinik Innenstadt der Ludwig-Maximilians-Universität München auf Grund einer RK-Fraktur behandelt wurden mittels einer Abfrage der elektronischen Patientendaten-Verwaltung identifiziert (n=225). Nach systematischer Kontaktaufnahme mit den behandelten Patienten konnte schließlich ein Patientenkollektiv von n=161 nachuntersucht werden. Dies entspricht einer Wiederfindungsrate von 71,6%. Zwei Patienten wiesen eine bilaterale RK-Fraktur auf, so dass sich bei den Auswertungen hinsichtlich der Anzahl der Frakturen eine Fallzahl von n=163 ergibt. Die Geschlechtsverteilung der 161 eingeschlossenen Patienten war ausgewogen mit 87 Frauen (54,04%) und 74 Männern (45,96%).

Das mittlere Alter der Patienten zum Zeitpunkt des Traumas betrug 41,8a (range 18-80a). Frauen erlitten ihr Trauma tendenziell in einem höheren Alter als die Männer. Bei den Frauen betrug das Durchschnittsalter zum Zeitpunkt des Traumas 45,6a (range 19-80 a), bei den Männern lag es bei 38,5a (range 18-78 a). Die Frauen waren zum Zeitpunkt des Traumas signifikant älter als die Männer ($p < 0,05$, s. **Abb.7**).

Die Altersverteilung zum Zeitpunkt des Traumas zeigt einen zweigipfeligen Verlauf. Zwischen 30 und 34 a war die Inzidenz der RK-Fraktur im Patientenkollektiv am höchsten. Ein zweiter Gipfel findet sich in der Altersgruppe der 50-54-Jährigen. Im Kollektiv der jüngeren Patienten zeigte sich ein überwiegender Anteil der männlichen Patienten, wohingegen im Alter der Anteil weiblicher Patienten dominiert.

Die Nachuntersuchung erfolgte im Mittel 6,9 a post trauma (range 0,1-12 a). Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung betrug das Durchschnittsalter 49,2 a (range 23-87 a).

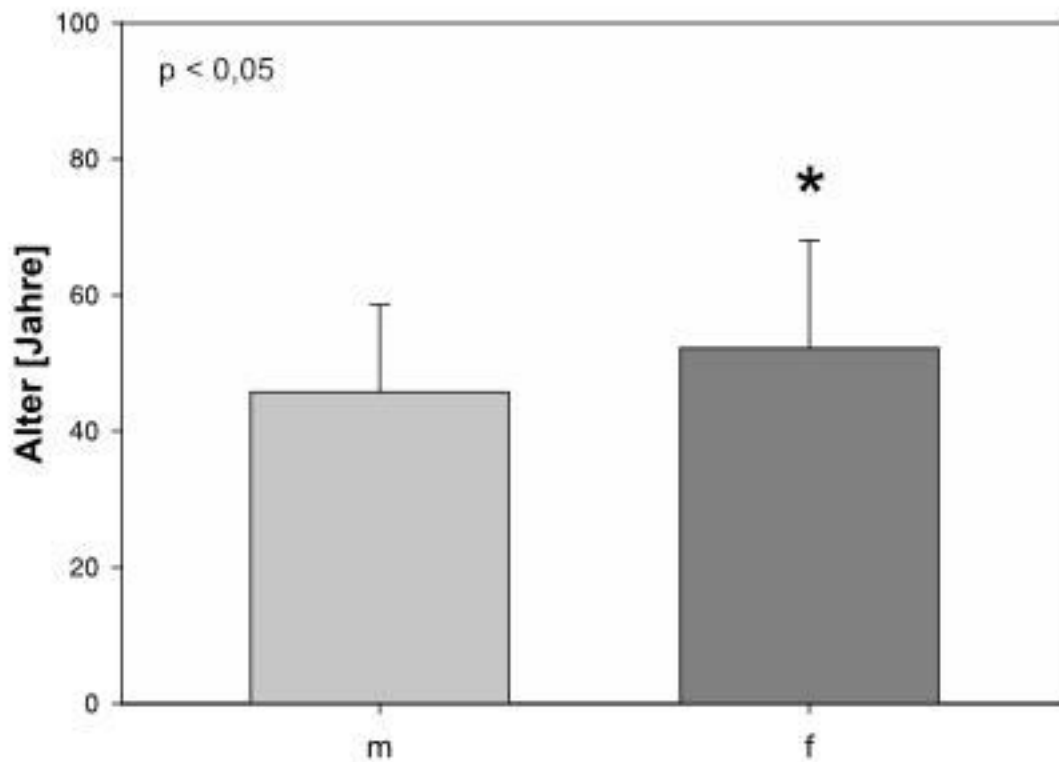


Abbildung 7: Altersverteilung im Kollektiv

5.2. Traumaspezifische Daten

5.2.1. Unfallursache

Stürze beim Gehen (zu Fuß) stellen mit 51 Fällen (31%) die häufigste Ätiologie dar, Fahrradunfälle waren in 42 Fällen (25%) ursächlich. Sportarten, bei denen es oft zu schnellen Stürzen mit reflektorischer Abstützbewegung auf den gestreckten, im Ellenbogengelenk leicht flektierten Unterarm kommt, sind im vorgestellten Patientenkollektiv eine häufige Ursache. Insbesondere Risikosportarten wie Rollerbladen, Skateboarden oder Snowboarden sind oft genannte Ursachen. Stürze aus großer Höhe (auf Baustellen, bei landwirtschaftlichen Arbeiten) waren in 17 Fällen (11%), Stürze im alkoholisierten Zustand in 13 Fällen (8%) Ursache für die

RK-Fraktur. Ein Patient mit bilateraler Fraktur stürzte beim Gehen, der zweite mit dem Motorrad (siehe Abb. 8).

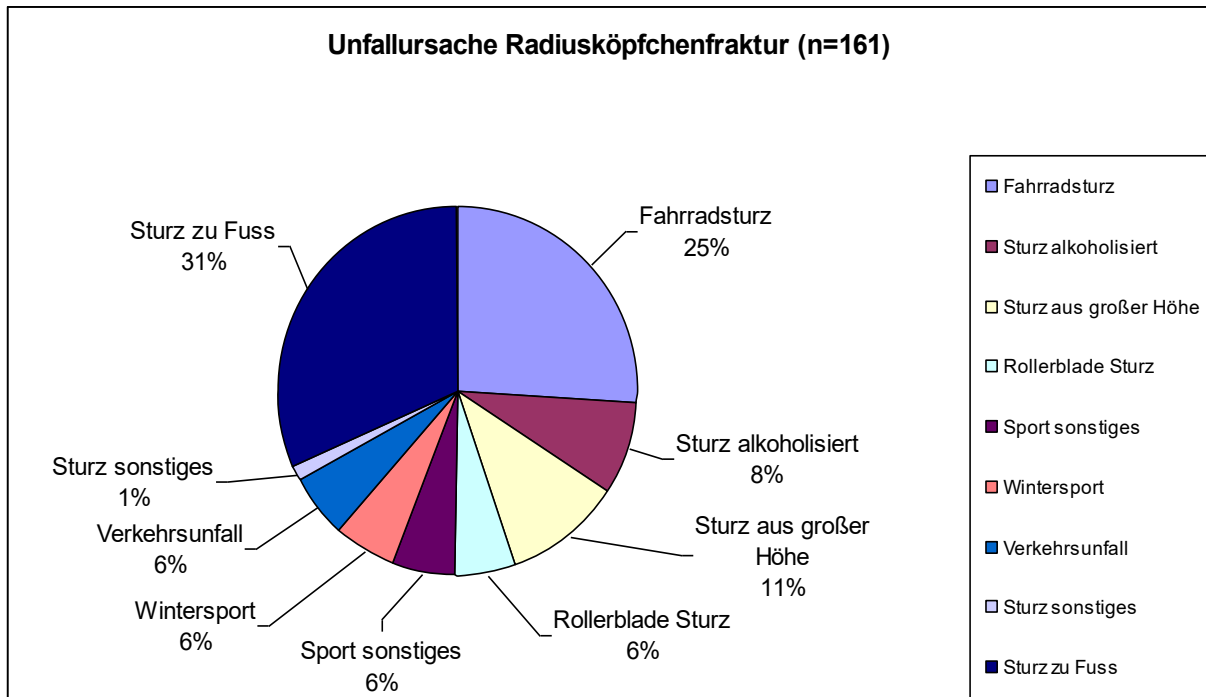


Abbildung 8: Prozentuale Verteilung der zu Grunde liegenden Unfallursache

5.2.1.1. *Ursächlicher Arbeitsunfall*

In 16 Fällen handelte es sich um einen Arbeitsunfall (9,8% der Patienten), dies beinhaltet ebenfalls Unfälle, die sich auf dem direkten Weg zur Arbeit ereigneten (Wegeunfall). Die Geschlechterverteilung war unausgewogen: 13 Männer versus drei Frauen (81% versus 19%). Bei acht Patienten (50%) war die Ursache ein Sturz aus großer Höhe. Die weiteren ausgeführten beruflichen Tätigkeiten beinhalteten Bauarbeiten (n=3), Putzen (n=2), Tanzen (n=1) und Waldarbeit (n=1). In sieben Fällen (44%) lag ein Wegeunfall zu Grunde. Dabei ereigneten sich drei Fahrradunfälle und vier Unfälle zu Fuß.

5.2.1.2. Sportunfall

80 Patienten zogen sich die RK-Fraktur während sportlicher Aktivität zu (49,1% der Fälle). Die Geschlechterverteilung bei den Sportunfällen war annähernd ausgewogen, die weiblichen Patienten waren mit 43 Fällen gegenüber 37 männlichen Patienten etwas stärker vertreten (54% versus 46%). Die Unfallursache war in 41 Fällen Fahrradstürzen zuzuschreiben (51%). Beim Wintersport und Rollerbladen ereigneten sich jeweils neun Unfälle (11%).

5.2.2. Seitendominanz

Das linke und das rechte RK wurden in der Patientengruppe annähernd gleich oft verletzt. Rechtsseitige Frakturen traten bei 85 (52%), linksseitige bei 78 Fällen (47%) auf. In der Mehrheit der Fälle (98 von 163) zogen sich die Patienten ihre Frakturen auf der dominanten Seite zu (60%). Bei den rechtshändigen Patienten zogen sich 81 Patienten (59%) Frakturen der dominanten Seite, 57 (41%) der nicht-dominanten Seite zu. Von den 19 linkshändigen Patienten zogen sich 17 (89%) ihre Fraktur auf der dominanten Seite zu. Lediglich zwei linkshändige Patienten erlitten die Fraktur auf der nicht-dominanten Seite. Damit erlitten Linkshänder signifikant häufiger eine Fraktur der dominanten Seite ($p < 0,001$).

5.2.3. Therapieregime

5.2.3.1. Zeitfenster zwischen Unfall, Erstvorstellung und Therapie

132 Patienten (82%) wurden am Unfalltag in der Notaufnahme vorstellig. Der maximale Abstand zwischen Trauma und Erstvorstellung betrug 42 Tage (d). Bei insgesamt vier Patienten wurde ein Zeitraum > 7 d zwischen Unfall und Erstvorstellung dokumentiert. Im Durchschnitt wurden die Patienten nach 0,9 d vorstellig (range 0 - 42 d).

Bei der Berechnung des Zeitraums zwischen Erstvorstellung und Therapie wurde zwischen konservativ und operativ behandelten Patienten differenziert. Patienten mit konservativer Therapie erhielten immer am Vorstellungstag eine Schiene zur Ruhigstellung sowie eine Schmerztherapie. In der operativen Gruppe variierte die Zeitspanne bis zur operativen Versorgung zwischen 0 (Operation am Tag der Vorstellung) und 19 d (MW 2,3 d). Bei 6 Patienten erfolgte die operative Versorgung nach mehr als sieben Tagen.

5.2.3.2. Krankenhausaufenthalt: stationäre und ambulante Versorgung

Aufgrund unvollständiger Dokumentation des Behandlungsverlaufs konnten nur die Ergebnisse von 92 Patienten komplett ausgewertet werden. Die stationäre Verweildauer betrug 7,9 d (range 1-51 d). Alle Patienten wurden zur ambulanten Physio- und Ergotherapie überwiesen. 90 Patienten nahmen nach eigener Angabe diese Möglichkeit in Anspruch. Die Dauer der ambulanten Krankengymnastik variierte zwischen einer Woche und 1,5 a, im Durchschnitt übten die Patienten zwei Monate (59 d) unter physiotherapeutischer Anleitung.

5.3. Verletzungsmuster

5.3.1. Fraktуреinteilung

26 Patienten (16%) erlitten eine Mason I-Fraktur. Davon waren 15 männlich und 11 weiblich. Die Mason II-Fraktur trat bei 96 Patienten (59% aller Frakturen) auf. In 46 Fällen waren männliche Patienten betroffen, in 50 Fällen weibliche (48% versus 52%). Zwei männliche Patienten erlitten eine bilaterale RK-Fraktur, bei einem wurde die Fraktur beidseits als Mason II klassifiziert, der zweite wies eine Mason II- und eine Mason III-Fraktur auf. Die Mason III-Fraktur betraf insgesamt 41 Patienten (25%), 15 männliche und 26 weibliche (s. **Abb. 9**).

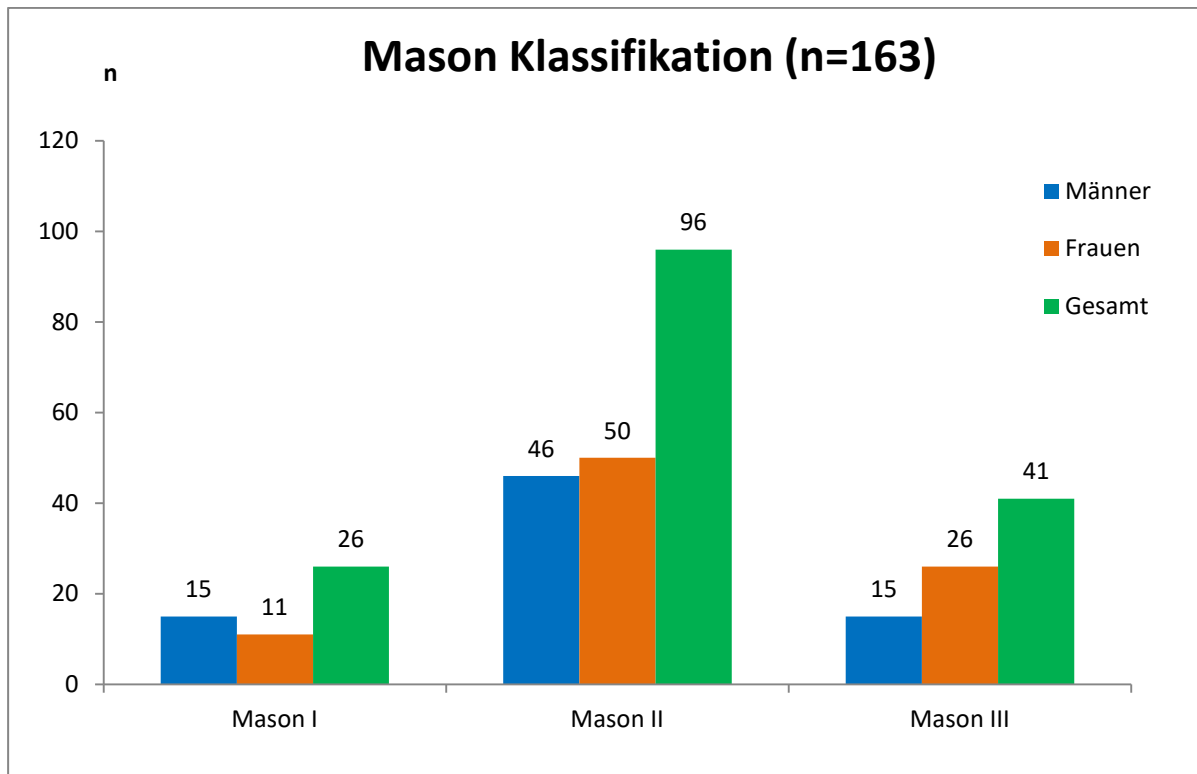


Abbildung 9: Fraktуреinteilung nach Mason, Gesamtkollektiv und aufgeteilt nach Geschlecht

5.3.2. *Begleitverletzungen*

Insgesamt wurden bei 20 Patienten Begleitverletzungen dokumentiert. Da einige Patienten kombinierte Verletzungen aufwiesen, war die Zahl der insgesamt festgestellten Begleitverletzungen mit $n=22$ höher. Davon betrafen 17 Verletzungen das Ellenbogengelenk oder den ipsilateralen Unterarm. Die am häufigsten nachweisbare Begleitverletzung war eine Fraktur des Proc. coronoideus ($n=4$), des Skaphoids ($n=3$) und eine Läsion des N. radialis ($n=4$). Bei insgesamt 34 Patienten bestand eine RK-Luxationsfraktur (s. **Tab. 3**).

5.3.2.1. *Begleitverletzungen bei Mason I-Fraktur*

Insgesamt wurden bei 4,2% der Patienten mit Mason I Fraktur Begleitverletzungen notiert. Bei Patienten mit Mason I-Fraktur wurden nur bei zwei Patienten Begleitverletzungen am

betroffenen Ellenbogen dokumentiert. Lediglich bei einem Patienten wurde gleichzeitig eine Fraktur des Proc. coronoideus diagnostiziert, ein weiterer Patient wies eine Läsion des N. radialis auf. Ein Patient erlitt bei seinem Sturz zusätzlich eine Patellafraktur, ein weiterer eine Knieprellung (s. **Tab. 3**).

Begleitverletzungen	Mason I	Mason II	Mason III	Gesamt
am betroffenen Arm				
Proc. coronoideus Fraktur	1	2	1	4
Skaphoidfraktur		2	1	3
Olekranonfraktur		1		1
N. radialis Lähmung	1	1	2	4
N. ulnaris Lähmung			1	1
Gefäßverletzung			1	1
Ulnaluxationsfraktur			1	1
Riss Lig. collaterale ulnare			1	1
Handgelenks-Prellung		1		1
an anderen Körperregionen				
<i>Verletzung</i>				
Knieprellung	1			
Patellafraktur	1			
Radius kontralateral		1		
Fibulaköpfchen		1		
Polytrauma		1		

Tabelle 3: Inzidenz der Begleitverletzungen

5.3.2.2. *Begleitverletzungen bei Mason II-Fraktur*

Bei der Mason II-Fraktur traten in 10% der Fälle Begleitverletzungen auf. Am häufigsten traten begleitende Frakturen am Proc. coronoideus (n=2) und Skaphoid (n=2) auf. Eine Olekranonfraktur, eine Lähmung des N. radialis und eine Prellung des Handgelenks wurde

ebenfalls dokumentiert. Weitere Verletzungen beinhalteten eine Fraktur des kontralateralen distalen Radius sowie des Fibulaköpfchens. Ein Patient erlitt ein Polytrauma (**s. Tab. 3**).

5.3.2.3. *Begleitverletzungen bei Mason III-Fraktur*

Prozentual war die Inzidenz von Begleitverletzungen bei der Mason III-Fraktur mit 19,5% am höchsten ($p < 0,05$). Diese beinhalteten Frakturen des Proc. coronoideus und des Skaphoids (jeweils $n=1$), Läsionen des N. ulnaris ($n=1$) und des N. radialis ($n=2$), eine Verletzung der A. brachialis, eine Luxation der Ulna, sowie eine Ruptur des Lig. collaterale ulnare (**s. Tab. 3**).

5.3.2.4. *Die RK-Luxationsfraktur – Mason IV*

Die RK-Luxationsfraktur wird auf Grund der in der Regel schweren ligamentären Verletzungen gesondert aufgeführt. Insgesamt trat bei 34 Patienten eine Ellenbogenluxation auf (21%), wobei bei 8 Patienten eine Mason I, bei 23 eine Mason II und bei drei Patienten eine Mason III Frakturen gleichzeitig vorlag.

5.4. Therapie

Von 163 Frakturen des RKs bei 161 Patienten wurden 149 Frakturen bei 147 Patienten operativ behandelt (91%). Insgesamt wurden 64 Männer und 83 Frauen operiert. Es wurden 14 Patienten mit 14 Frakturen konservativ behandelt. Bei einem Patienten wurde eine entlastende Punktion durchgeführt, da es sich dabei nicht um eine Osteosynthese oder eine Prothesenimplantation handelte, wurde dieser Patient in der Gruppe der konservativen Therapie eingeordnet.

5.4.1. *Konservative Therapie*

Bei allen 14 konservativ therapierten Frakturen handelte es sich um eine Mason I-Fraktur. Bei einem der konservativ behandelten Patienten wurde bei einem Hämarthros eine Entlastungspunktion vorgenommen. Bei den konservativ behandelten Patienten erfolgte die primäre Ruhigstellung mit einer Oberarmgipsschiene. Diese wurde von den Patienten 1-42 d getragen (MW 7,4 d).

5.4.2. *Operative Therapie*

In den meisten Fällen (n=113) erfolgte die Osteosynthese mittels Minischrauben (s. **Abb. 10**).

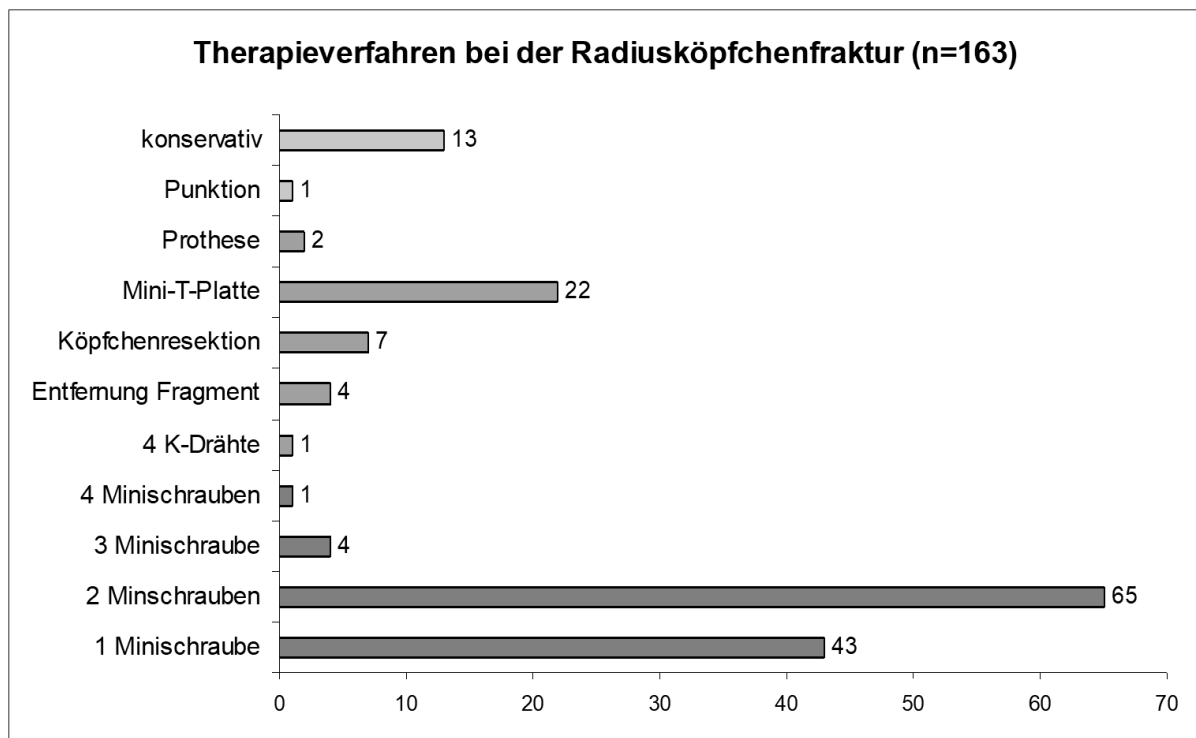


Abbildung 10: Therapieverfahren

5.4.1.1. Operative Therapie bei Mason I

Bei den 12 Patienten, die eine operative Therapie erhielten, wurden zur Osteosynthese Minischrauben verwendet, in 3 Fällen erfolgte eine Fragmentresektion. Nur bei einem Patienten wurde nach Frakturheilung eine Metallentfernung durchgeführt (s. **Tab. 4**).

Therapie	Mason I	Mason II	Mason III	Gesamt
1 Minischraube	8	35		43
2 Minischrauben	1	47	17	65
3 Minischraube		4		4
4 Minischrauben			1	1
4 K-Drähte			1	1
Fragmentresektion	3	1		4
Mini-T-Platte		9	13	22
Köpfchenresektion			7	7
Prothese			2	2
Punktion	1			1
konservativ	13			13
<i>n</i>	26	96	41	163

Tabelle 4: Therapie in Abhängigkeit vom Frakturtyp

5.4.1.2. Operative Therapie bei Mason II

Die Mason II Fraktur wurde vorrangig durch Implantation von Minischrauben stabilisiert. Insgesamt 86 Patienten erhielten 1-3 Minischrauben. Bei 9 weiteren Patienten wurden Mini-T-Platten eingesetzt, um die Frakturfragmente zu fixieren. In einem Fall wurde lediglich eine Fragmentresektion durchgeführt.

5.4.1.3. Operative Therapie bei Mason III

Bei 18 Patienten erfolgte eine Osteosynthese mittels Minischrauben und bei 13 Patienten mittels Mini-T-Platte. In 9 Fällen wurde eine RK-Resektion durchgeführt. Davon erhielten 2 Patienten sekundär eine RK-Prothese. In einem Fall erfolgte eine Osteosynthese mittels Kirschner-Drähten.

5.4.1.4. Metallentfernung

Bei 15 Patienten (10%) wurde das implantierte Material nach Frakturkonsolidierung wieder entfernt. Bei n=8 wurden Beschwerden bei der Bewegung dokumentiert. Bei n=7 wurden keine Beschwerden oder Komplikationen im Verlauf verzeichnet. Bei 10 von 113 Patienten mit Minischrauben fand eine Materialentfernung statt (9%). Davon hatte ein Patient eine Mason I-, 5 Patienten eine Mason II- und 3 Patienten eine Mason III-Fraktur. 4 von 22 Patienten, denen eine Mini-T-Platte eingesetzt worden war, wurde diese wieder entnommen (18%). Die Kirschner-Drähte wurden ebenfalls wieder entfernt. Bei 134 Patienten wurde das Material belassen.

5.5. Klinische Nachuntersuchung

5.5.1. Körperliche Untersuchung

In dem hier vorgestellten Patientenkollektiv konnten bei der Inspektion nur drei auffällige Befunde festgestellt werden. Die Gelenkkontur war in diesen Fällen gestört, hier lagen Narbenplatten und Deformierungen vor. Durchblutungsstörungen der Hand und des Unterarmes wurden bei keinem Patienten festgestellt. Sensibilitätsstörungen traten in 8 Fällen auf. 5 Patienten beklagten eine Sulcus ulnaris Symptomatik mit Parästhesien und

Taubheitsgefühl des ulnarseitigen Unterarmes und der Finger IV und V. Bei einem Patienten wurde eine N. radialis Parese diagnostiziert. Zwei Patienten berichteten von einer temporären N. radialis Läsion, welche zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung komplett remittiert war. Bei 62 Patienten (38,5%) wurde ein störendes Reiben im Gelenk festgestellt. 47 Patienten (29,2%) klagten über ein regelmäßig auslösbares aber schmerzfreies Knacken bei Bewegung.

22 Patienten klagten über postoperative Beeinträchtigungen. Bei 16 Patienten entwickelte sich im Verlauf eine Arthrose, bei 2 Patienten periartikuläre Verkalkungen. Des Weiteren wurde eine Schraubenperforation, eine sekundäre Sinterung bei Materiallockerung mit folgender Parese des N. radialis, eine sekundäre Abkipfung des RKs sowie eine verzögerte Frakturheilung im Sinne einer Pseudarthrose beschrieben.

Bei allen 7 Patienten, bei denen eine RK-Resektion erfolgte, bestand bei der Nachuntersuchung eine fortgeschrittene Cubitalarthrose. 7 Patienten, die Minischrauben erhalten hatten sowie 2 Patienten, die mittels Mini-T-Platte versorgt worden waren, litten ebenfalls unter einer Cubitalarthrose.

5.5.1.1. Bewegungsumfang (Range of motion)

Bei jedem Patienten wurde das Ellenbogengelenk in allen Freiheitsgraden auf Einschränkungen des Bewegungsausmaßes untersucht.

58 Patienten erreichten volle Streckung (36%). Bei 76 Patienten bestand ein Streckdefizit von 10° - 30° (48%). 20 Patienten hatten ein Streckdefizit von 30°-50° (13%), und bei 5 Patienten war die Streckung stark eingeschränkt, mit einem Defizit von 50°-70° (3%).

Bei der Pronation und Supination wiesen die meisten Patienten ein gutes Bewegungsausmaß auf. 133 Patienten erreichten mindestens eine Pronation von 45° (84%). 91 Patienten (57%) schafften 60° Pronation oder mehr. Bei der Supination konnten ähnliche Werte gemessen

werden. 144 Patienten konnten mindestens 40° supinieren (90%). 79 Patienten erreichten eine Supination von 60° oder mehr (50%). Im Durchschnitt lag sowohl die Pronation als auch die Supination über 50°.

5.5.1.2. Instabilität, Varus- / Valgus-Stresstest

Bei der medio-lateralen Belastung (Varus- / Valgus-Stresstest) waren bei 52 Patienten (33%) stabile Gelenkverhältnisse vorhanden. Bei weiteren 55 Patienten war eine leichte, bis 5° messbare Aufklappbarkeit feststellbar. 49 Patienten beklagten eine mittlere (< 10°) und weitere 3 Patienten eine schwere, >10° messbare, Instabilität.

Während in der antero-posterioren Ebene das Gelenk in 57% der Fälle stabil war, ließ sich beim Varus-/Valgus-Stress eine erhöhte Aufklappbarkeit feststellen. Bei 93 Patienten zeigte sich keine antero-posteriore Instabilität in der Nachuntersuchung (58%), bei 52 Patienten wurde eine leichte, kleiner als 5° messbare Instabilität festgestellt (33%). Bei 13 Patienten wurde eine mittlere, kleiner als <10° messbare Instabilität diagnostiziert (8%). Bei einem Patienten konnte eine schwere Instabilität festgestellt werden (s. **Tab.5**).

Anteriore / Posteriore		Mediale / Laterale	
keine	93	keine	52
leichte <5°	52	leichte <5°	55
mittlere <10°	13	mittlere <10°	49
schwere >10°	1	schwere >10°	3

Tabelle 5: Instabilität im Ellenbogengelenk (n=159)

5.5.1.3. Schmerzen

Bei der Frage nach subjektiv empfundenen Schmerzen berichteten 67 Patienten (42%), zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung gar keine Schmerzen im betroffenen Ellenbogengelenk zu haben. 55 Patienten berichteten von gelegentlichen, leichten Schmerzen, für die sie jedoch keine Schmerzmedikation benötigten (35%). Bei 24 Patienten bestanden gelegentliche Schmerzen, die eine leichte Einschränkung im Alltag bedeuteten, und mit bedarfsgerechter Schmerzmedikation therapiert wurden (15%). 10 Patienten berichteten, wegen der posttraumatischen Schmerzen eine regelmäßige Schmerzmitteleinnahme zu benötigen (6%). Bei 3 Patienten bestanden kontinuierliche Schmerzen, die sehr stark die Bewegung und Beanspruchung des Ellenbogens einschränkten (2%, s. **Tab. 6**).

Schmerzcharakter	Anzahl (n)	Prozent (%)
Kein Schmerz	67	42,1
Leichter Schmerz, kontinuierliche Aktivität, keine Medikation	55	34,6
Moderater Schmerz, gelegentliche Aktivität, leichte Medikation	24	15,1
Mittelstarke/starke Schmerzen, regelmäßige Medikation	10	6,3
Starke, ständige Schmerzen, deutlich limitierte Aktivität	2	1,2
Komplette Behinderung durch starke Schmerzen	1	0,6

Tabelle 6: Schmerzen, Aktivitätsminderung und Schmerzmedikation (n=159)

5.5.2. Broberg-Morrey-Score (BMS)

Zwei der Patienten (ein männlicher und ein weiblicher) waren nicht in der Lage, adäquate Aussagen zum BMS zu treffen, so dass diese nicht in die Auswertung eingehen und insgesamt von 161 Patienten 159 vollständige Datensätze vorliegen. Insgesamt erreichten 110 von 159 Patienten (69%) gute bis sehr gute Ergebnisse mit einer Punktzahl von mindestens 80 Pkt. im

BMS. 54 Patienten (34%) erreichten ein sehr gutes Ergebnis, 56 Patienten (35%) ein gutes und 39 (25%) ein zufriedenstellendes Ergebnis. 10 Patienten (6%) zeigten ein unbefriedigendes Resultat auf (s. **Abb. 11**).

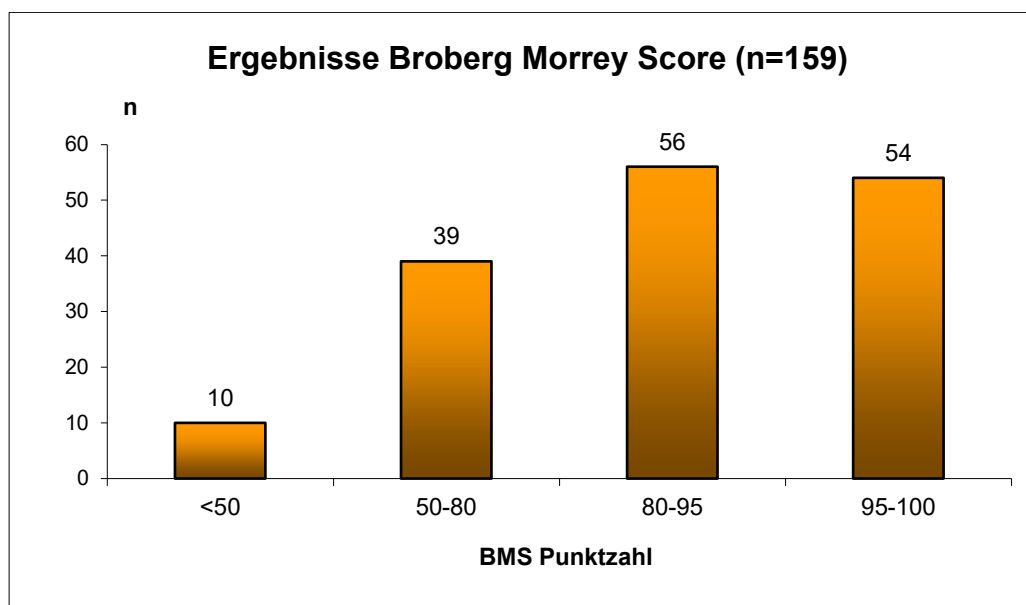


Abbildung 11: Ergebnisse aller Patienten im Broberg-Morrey-Score (n=159)

5.5.2.1. *BMS bei Mason I-Fraktur*

26 Patienten erlitten eine Mason I Fraktur. Das durchschnittliche Alter der Patienten mit Mason I-Fraktur betrug 37 a (range 18-62 a), dies lag 5,3 a unter dem allgemeinen Durchschnittsalter des Patientenkollektivs von 42,3 a.

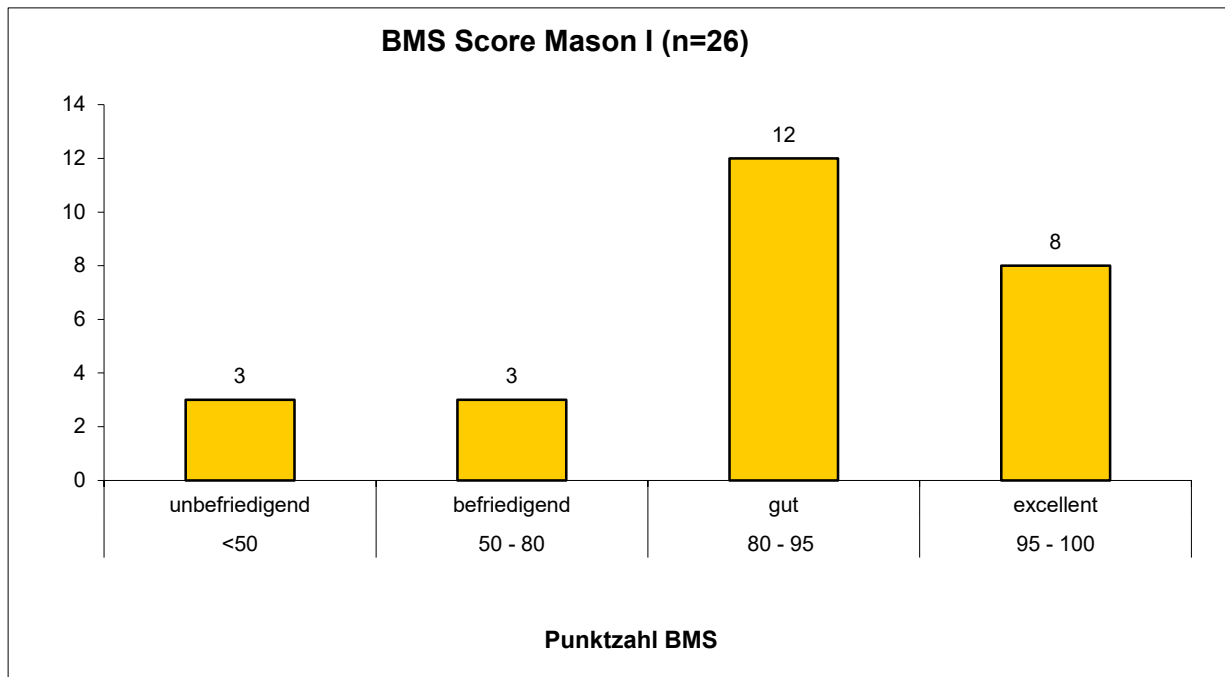


Abbildung 12: BMS bei Mason I-Fraktur (n=26)

Insgesamt erreichten 20 der 26 Patienten (80%) einen BMS Score von > 80 Pkt., demnach ein gutes oder sehr gutes Ergebnis. 8 Patienten (31%) erzielten ein sehr gutes, 12 Patienten (46%) ein gutes und 3 Patienten (12%) ein befriedigendes Ergebnis. 3 Patienten (12%) wiesen ein unbefriedigendes Ergebnis auf. Der Mittelwert des BMS bei Mason I-Fraktur liegt bei 83,4 Pkt. (s. Abb. 12).

5.5.2.2. *BMS bei Mason II-Fraktur*

Zu der Patientengruppe, die eine Mason II Fraktur erlitten, zählten insgesamt 94 Patienten. Es konnte von 93 Patienten ein vollständiger BMS erhoben werden. Das Patientenalter reflektierte das Durchschnittsalter von 42 a (range 19 – 78 a).

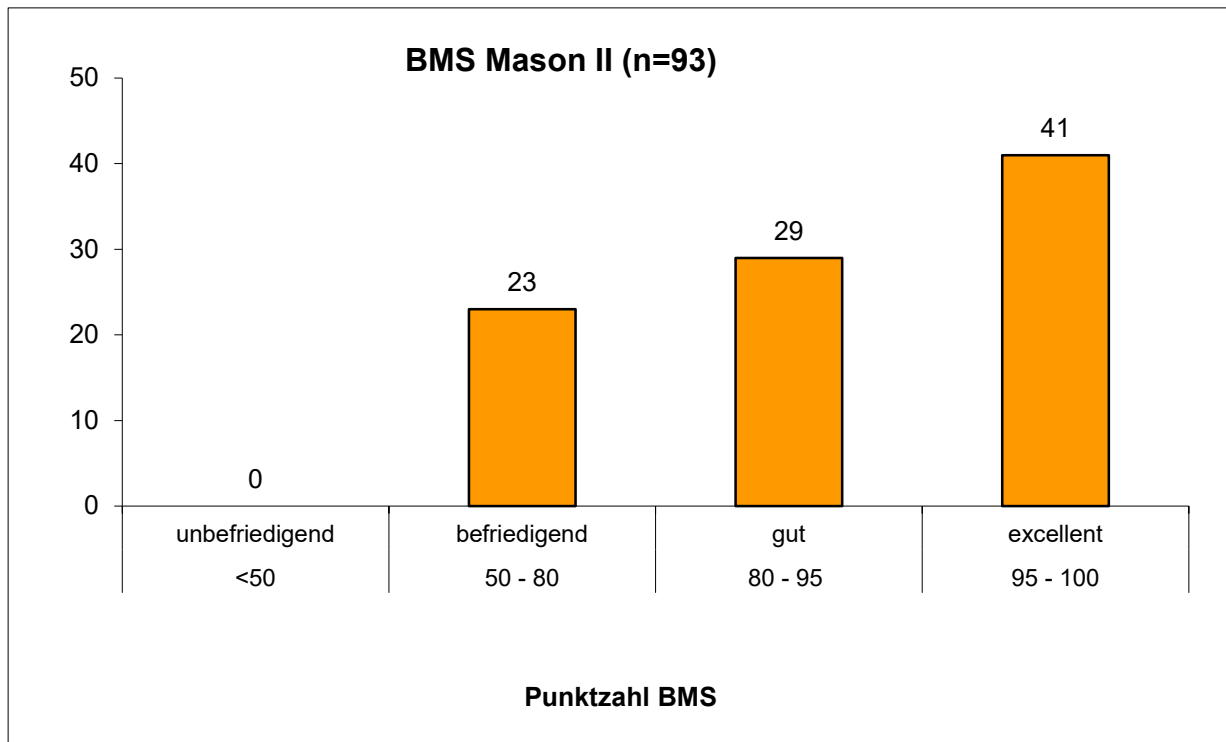


Abbildung 13: BMS bei Mason II-Fraktur (n=93)

70 der 93 Patienten mit Mason II-Fraktur (75%) erzielten ein gutes bis exzellentes Ergebnis. Im Durchschnitt lag der BMS Score bei 87 Pkt. Alle Patienten mit einer Mason II-Fraktur erzielten mindestens ein befriedigendes Ergebnis mit einer Punktzahl > 50 Pkt. (s. **Abb. 13**).

5.5.2.3. *BMS bei Mason III-Fraktur*

Aus dem Patientenkollektiv erlitten 41 Patienten eine Mason III-Fraktur. Bei 40 Patienten konnte ein valider BMS erhoben werden. Das Durchschnittsalter lag mit 47 a (range 19-80 a) knapp 5 a über dem Durchschnittsalter.

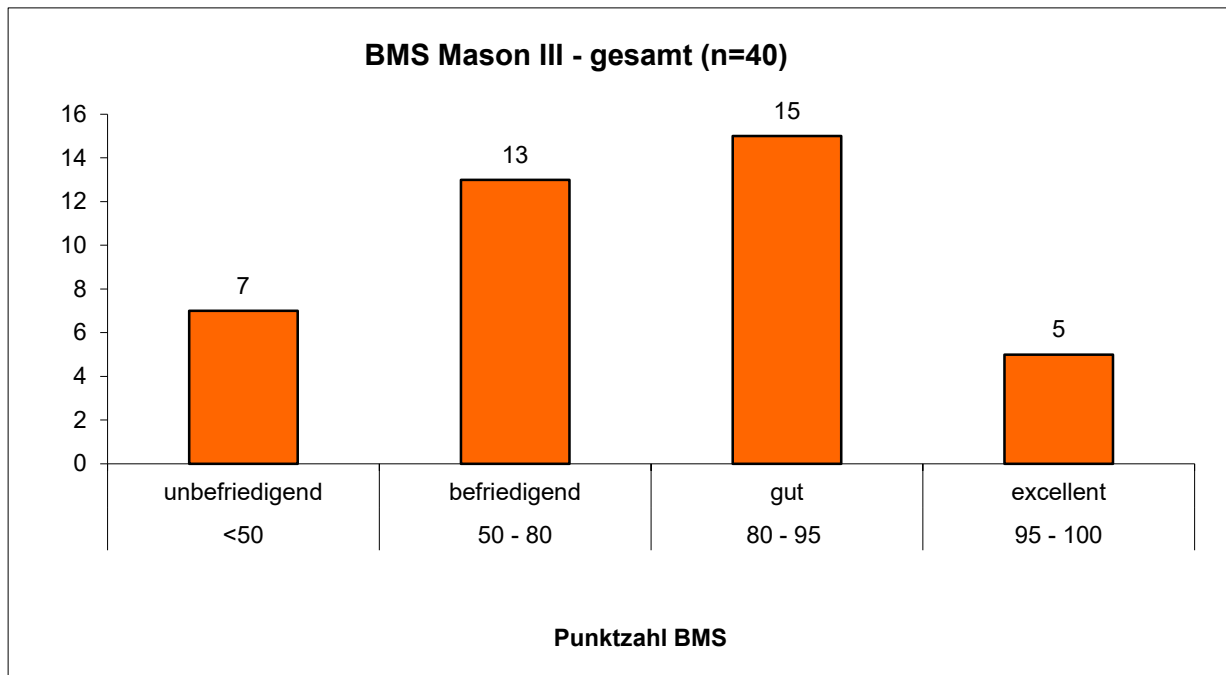


Abbildung 14: BMS bei Mason III-Fraktur (n=40)

Das durchschnittliche Ergebnis des BMS bei der Mason III-Fraktur lag bei 75,3 Pkt. (range 30-100 Pkt.). Fünf Patienten erreichten ein exzellentes Ergebnis von ≥ 95 Pkt. Gute Ergebnisse konnten 15 Patienten verbuchen, wenigstens befriedigende Ergebnisse 13 Patienten. Bei 7 Patienten war das Ergebnis unbefriedigend und die Punktzahl < 50 (s. **Abb. 14**).

5.5.2.4. *BMS in Abhängigkeit vom Frakturtyp*

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Langzeitergebnisse gemessen mittels BMS bei der Mason II Fraktur am besten ausfallen, bei der Mason III Fraktur hingegen am schlechtesten ($p < 0,05$; s. **Abb. 15**).

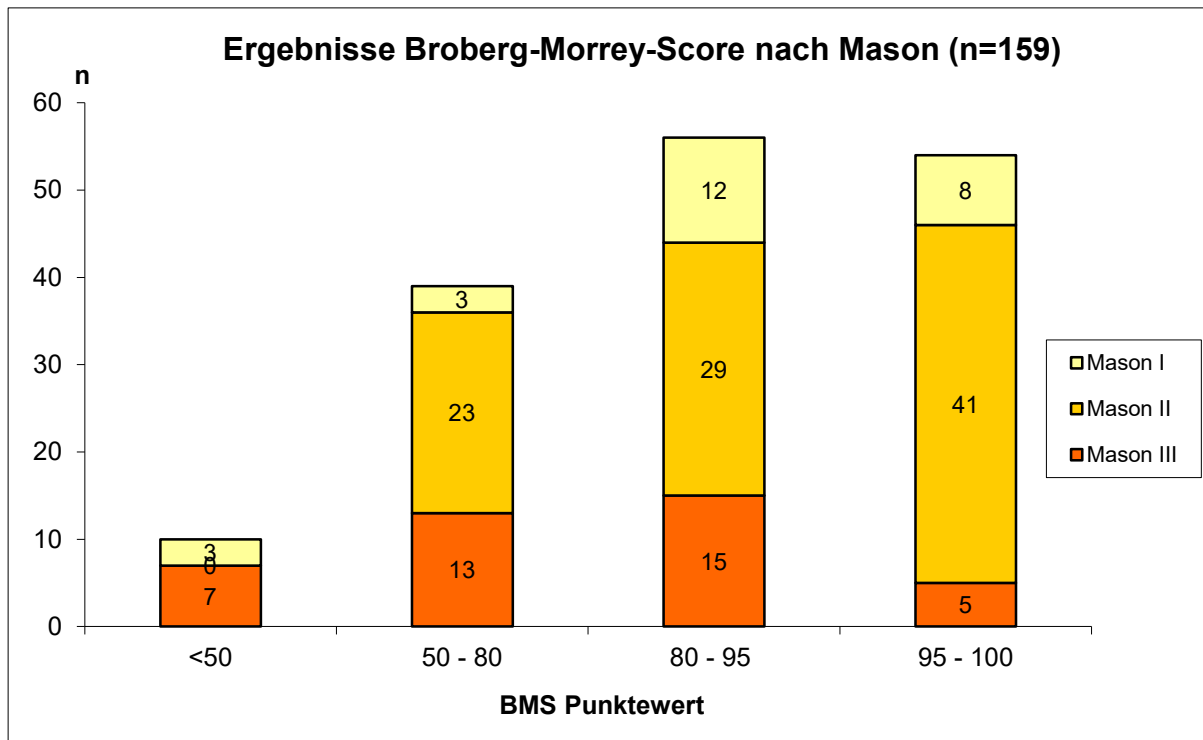


Abbildung 15: Ergebnisse des BMS nach Mason I bis III in der Übersicht

5.5.3. Gesundheitsfragebogen SF-36

Der Fragebogen konnte von 5 Patienten (2 männliche, 3 weibliche) nicht adäquat bearbeitet werden. Somit flossen 156 valide Datensätze in die Auswertung ein. Drei der weiblichen Patienten waren älter als 80 a. Da es für dieses Patientenalter keine Referenzgruppe gibt, wurden diese Patientinnen ebenfalls exkludiert. Somit ergibt sich eine Fallzahl von n=153, davon 72 männliche und 81 weibliche Teilnehmer. Das Patientenkollektiv wurde nach Geschlecht aufgeteilt und mit der altersentsprechenden bundesdeutschen Referenzgruppe verglichen³⁷.

5.5.3.1. SF-36 - Männer

Bei der Auswertung zeigte sich, dass in 6 der 8 Dimensionen die männlichen Teilnehmer (n=72) weniger Pkt. erreichten als das gesunde Vergleichskollektiv. In den Bereichen

‚Schmerzen‘ und ‚Energie und Vitalität‘ erreichten die Studienteilnehmer im Durchschnitt bessere Werte als die Normpopulation (s. **Abb. 16**).

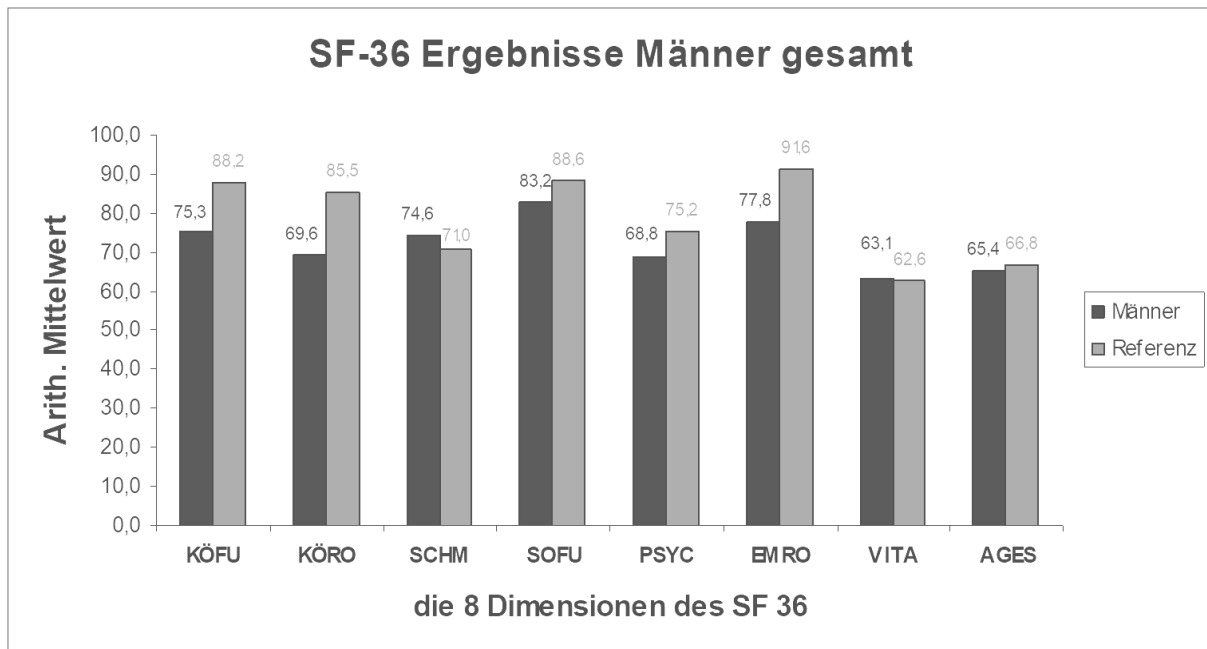


Abbildung 16: Vergleich der Mittelwerte der 8 Dimensionen des SF-36 männliche Patienten vs. Normpopulation

5.5.3.2. SF-36 - Frauen

Für die weiblichen Teilnehmer (n=81) wurde dieselbe Kalkulation durchgeführt. Die Verteilung bei den Patientinnen ist identisch mit der bei den männlichen Probanden. Frauen schneiden im Vergleich ebenfalls in denselben 6 Dimensionen schlechter ab als die Normpopulation (s. **Abb. 17**).

5.5.3.3. Zusammenfassung SF-36

Interessanterweise erreichten im Bereich SCHMERZ und im Bereich VITA (Vitalität und körperliche Energie) beide Patientenkollektive ein besseres Ergebnis als das Vergleichskollektiv der Normalpopulation. Bei den Fragen „Wie stark waren Ihre Schmerzen

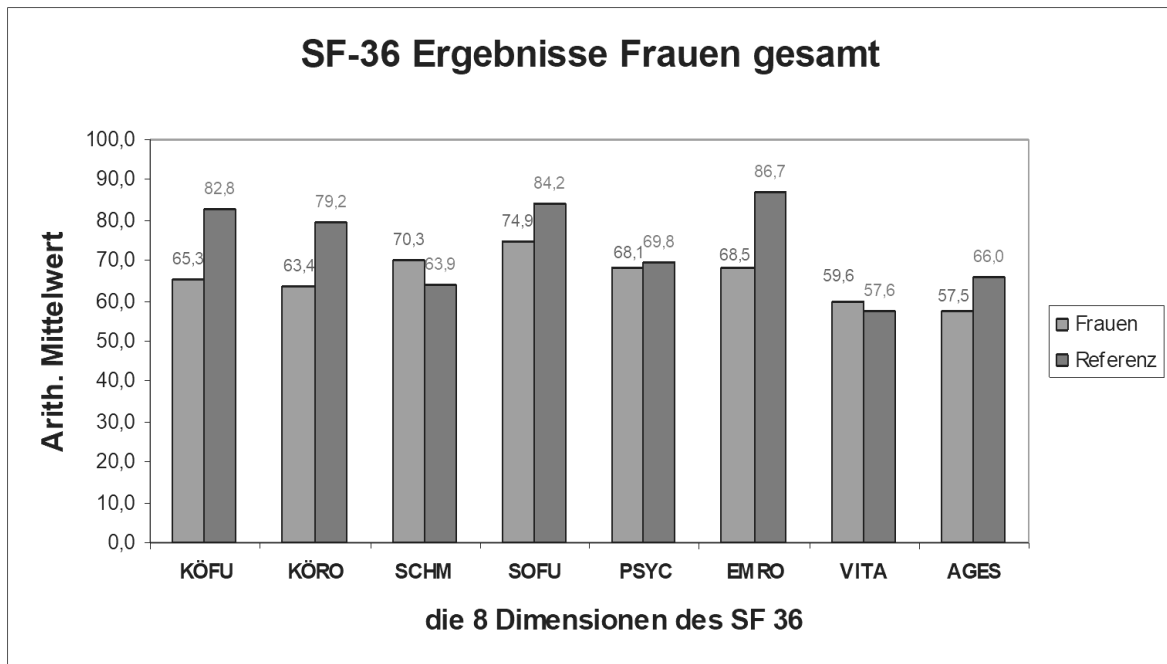


Abbildung 17: Vergleich der Mittelwerte der 8 Dimensionen des SF-36 weibliche Patienten vs. Normpopulation

in den vergangenen 4 Wochen?“ und „Inwieweit haben die Schmerzen Sie in den vergangenen 4 Wochen bei der Ausübung Ihrer Alltagstätigkeiten zu Hause und im Beruf behindert?“ schnitten die männlichen Patienten 3,6 Pkt. besser ab als die Vergleichspopulation (74,6 versus 71 von 100 möglichen Pkt.) und die Frauen schnitten 6,4 Pkt. (70,3 versus 63,9 von 100 möglichen Pkt.) besser ab, als die Normpopulation. Das Patientenkollektiv gibt also im Durchschnitt an, weniger schmerzgeplagt zu sein, als die Normpopulation. In einer weiteren Dimension erzielten beide Geschlechtergruppen eine höhere Punktzahl als die Normpopulation: diese Dimension beinhaltet Vitalität und körperliche Energie. Die Patientengruppe erzielte hier bei den Männern durchschnittlich 0,5 Pkt., bei den Frauen 2 Pkt. mehr.

5.6. Spezielle Betrachtungen

5.6.1. Sofortige vs. verzögerte operative Therapie

Um festzustellen, ob eine sofortige Therapie im Vergleich zu einer verzögert eingeleiteten Therapie signifikant bessere Ergebnisse erwirkt, wurden die Behandlungsergebnisse anhand des BMS und des SF-36 verglichen. Es wurden 145 Patientendaten in die Auswertung einbezogen, bei denen eine operative Therapie durchgeführt wurde. Erfolgte die Operation zwischen dem 7.-10. Tag nach dem initialen Trauma, so erzielten die Patienten sowohl im BMS als auch im SF-36 ein schlechteres Ergebnis (durchschnittlich 20 Pkt. weniger im BMS), als bei einer Versorgung innerhalb der ersten posttraumatischen Woche. Ein deutlicher Unterschied zwischen einer operativen Intervention innerhalb der ersten sechs Tage konnte nicht festgestellt werden ($p=0,43$; s. **Abb. 18**).

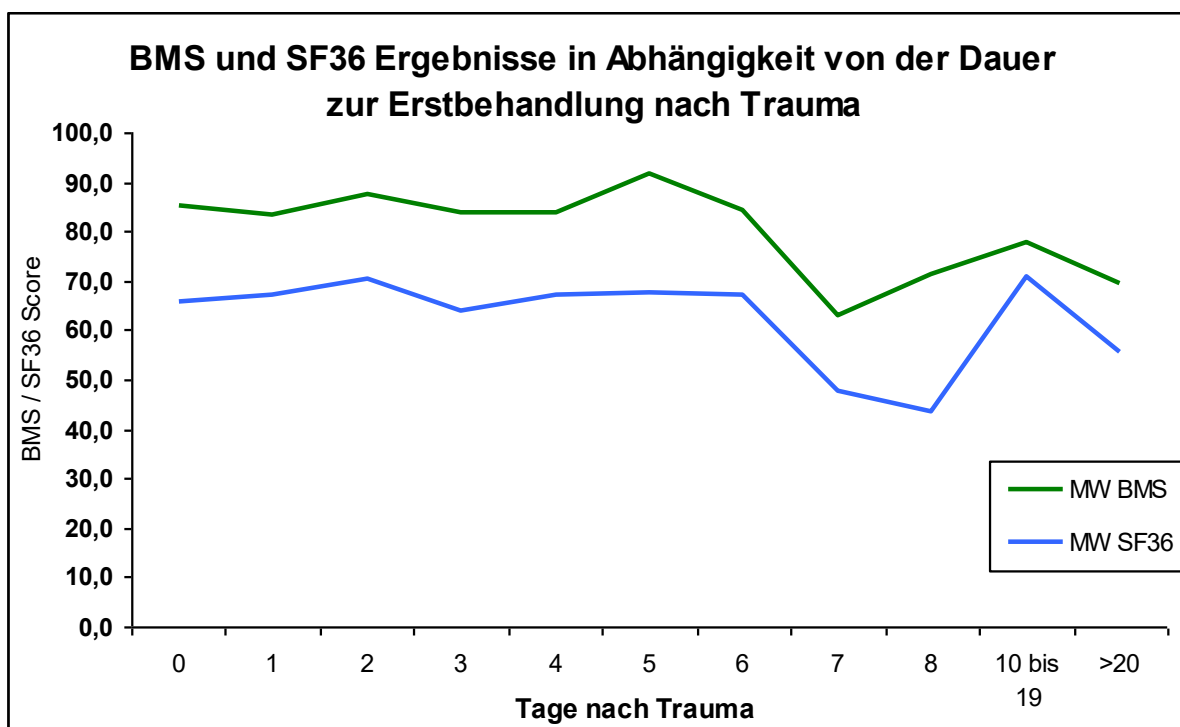


Abbildung 18: BMS und SF-36 in Abhängigkeit vom Intervall Unfall-Operation

5.6.2. Operative vs. konservative Therapie

Ein Vergleich zwischen konservativer und operativer Therapie konnte lediglich bei der Mason I Fraktur gezogen werden. Jede Mason II und Mason III Fraktur in diesem Patientenkollektiv wurde mittels operativer Therapie versorgt.

Bei einer Fallzahl von n=26 Mason I Frakturen konnten 14 Patienten mit konservativer Therapie 12 Patienten mit operativer Therapie gegenübergestellt werden. Zum direkten Vergleich wurde der BMS herangezogen. Mit einem Mittelwert von 84,5 Pkt. (Range 44-99 Pkt.) bei der operativen Therapie verglichen mit einem Mittelwert von 82,6 Pkt. (Range 45-98 Pkt.) bei der konservativen Therapie ließ sich kein signifikanter Unterschied feststellen ($p = 0,471$; s. Tab. 7).

Mason I – konservativ		Mason I - operativ	
BMS	Anzahl	BMS	Anzahl
<50	1	<50	2
50 - 80	3	50 - 80	0
80 - 95	6	80 - 95	6
95 - 100	4	95 - 100	4
n	14	n	12
MW	82,6	MW	84,5

Tabelle 7: BMS bei Mason I konservativ vs. operativ

5.6.3. Vergleich der operativen Verfahren

5.6.3.1. Schraubenosteosynthese

Die operative Versorgung mit Minischrauben erzielte im Schnitt sehr gute Ergebnisse. 76% aller Patienten mit Minischrauben konnten einen BMS von über 80 Pkt. und somit ein gutes bis

sehr gutes Ergebnis erreichen. 39 % der Patienten erreichten ein exzellentes Resultat (BMS 95-100 Pkt.; s. **Abb. 19**).

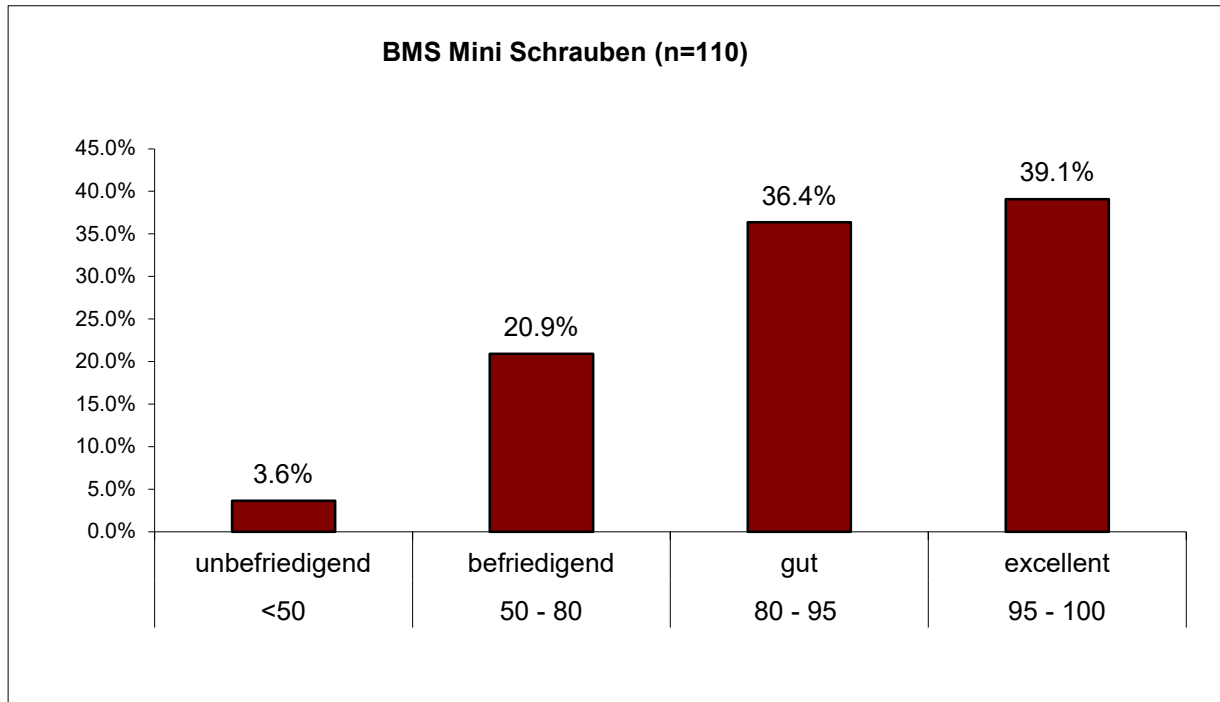


Abbildung 19: BMS bei Osteosynthese mittels Minischrauben gesamt (n=110)

5.6.3.1.1. Singuläre Minischraube

Bei 43 Patienten erfolgte die Osteosynthese mittels singulärer Minischraube. 84% der Patienten erzielten ein gutes oder exzellentes Ergebnis mit einer Punktzahl von über 80 Pkt. im BMS. Weniger als 5% wiesen ein schlechtes Ergebnis (BMS <50 Pkt.) auf (s. **Abb. 20**).

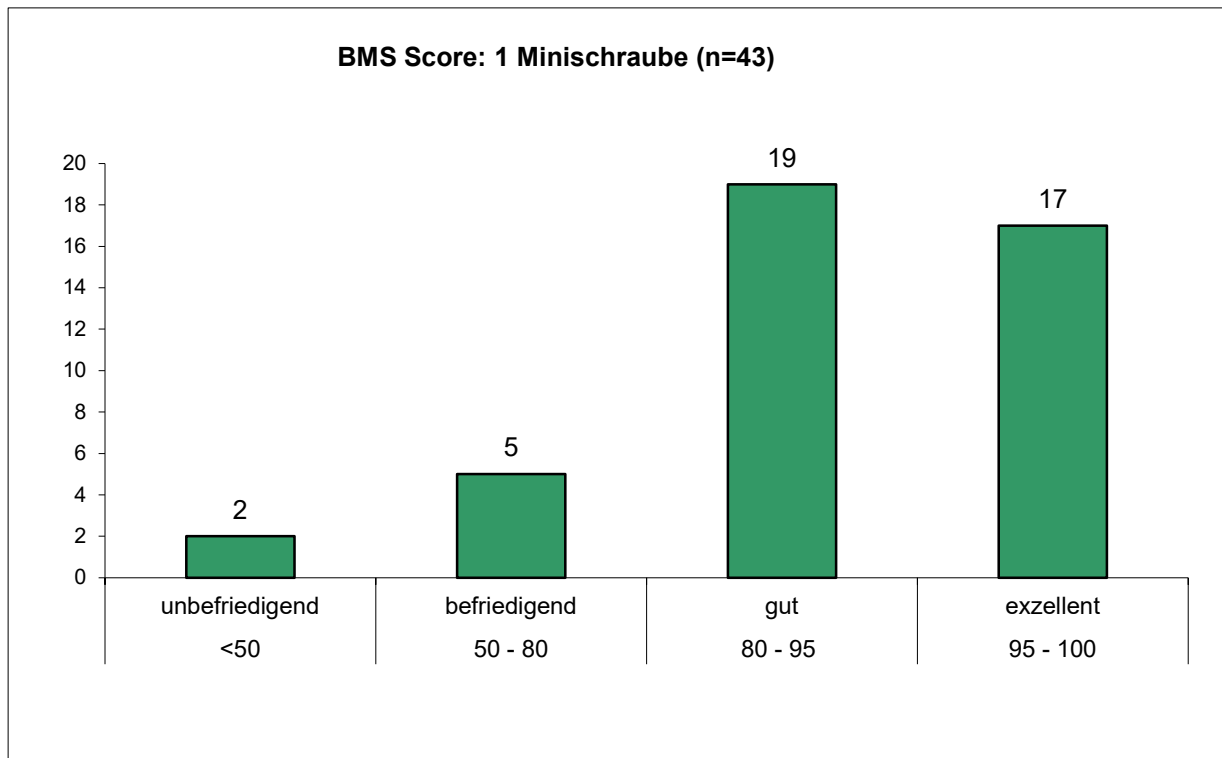


Abbildung 20: BMS bei singulärer Minischraube

5.6.3.1.2. Doppel-Minischraube

Bei 62 Patienten erfolgte die Osteosynthese mittels Doppel-Minischraube. 40% der Patienten mit zwei Minischrauben erzielten ein exzellentes Ergebnis von 95-100 Pkt. im BMS. Bei 3% der Patienten konnte kein befriedigendes Ergebnis erreicht werden (s. **Abb. 21**).

5.6.3.2. *Ergebnisse Mini-T-Platte*

Im Vergleich zur Schrauben-Osteosynthese lieferte die Versorgung mittels Mini-T-Platte weniger gute Ergebnisse. 45% erreichten gute oder sehr gute Ergebnisse (BMS 80 - 100 Pkt.). Etwas weniger Patienten (41%) vermerkten ein mittelmäßiges Ergebnis (BMS 50-80 Pkt.). 14% der untersuchten Patienten erreichten ein unbefriedigendes Resultat mit einem BMS von weniger als 50 Pkt. In vier Fällen (18%) traten postoperative Komplikationen (Abkippung des RKs, Arthrose, periartikuläre Verkalkungen) auf (s. **Abb. 22**).

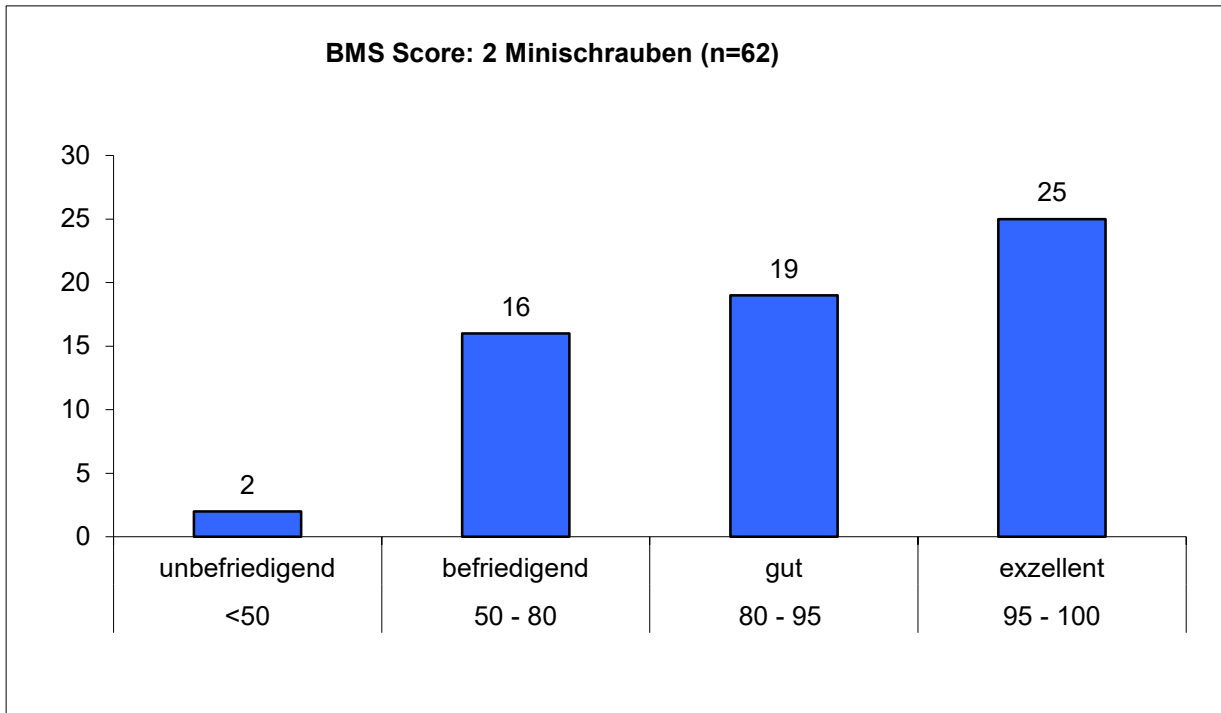


Abbildung 21: BMS bei Doppel-Minischraube

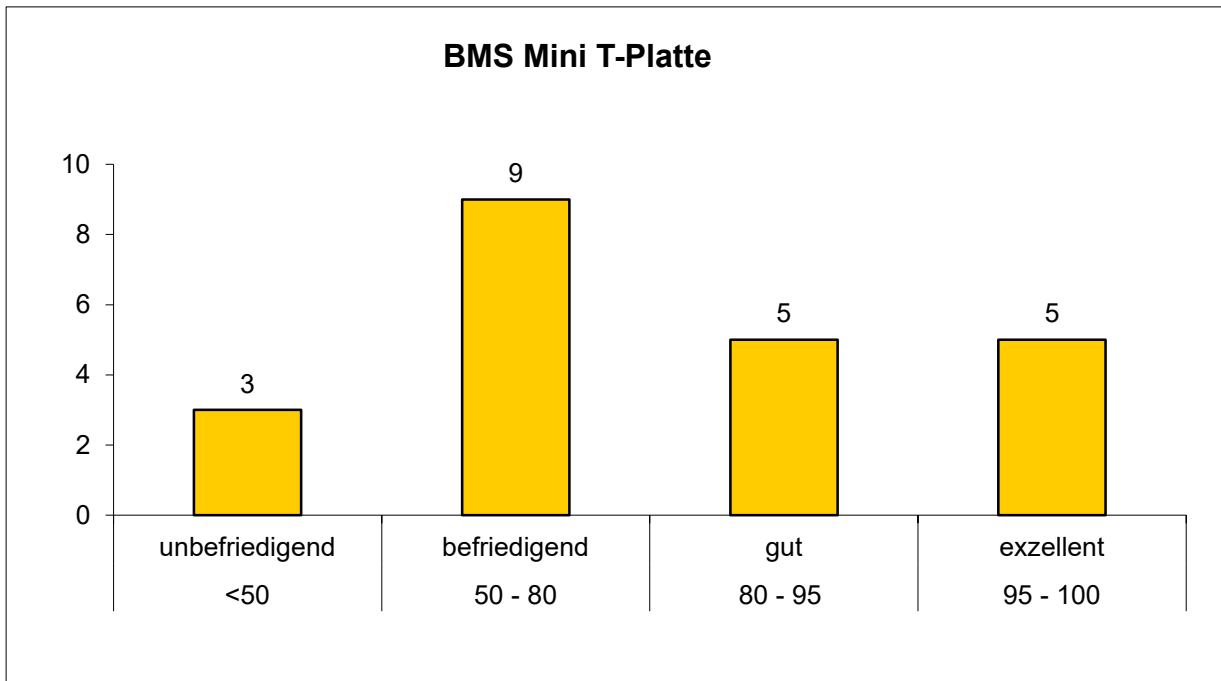


Abbildung 22: BMS bei Osteosynthese mittels Mini-T-Platte

5.6.3.3. *Vergleich Schrauben- vs. Plattenosteosynthese bei Mason II- und III-Fraktur*

Bei den Mason II- und III-Frakturen wurden in 92% der Fälle zur Osteosynthese Minischrauben oder Mini-T-Platten verwendet. Bei der Mason II-Fraktur zeigte sich ein deutlich besseres Ergebnis bei der Schraubenosteosynthese gemessen anhand des BMS im Vergleich zur Mini-T-Platten-Osteosynthese (BMS: 87,7 Pkt. vs. 78,9 Pkt.). Bei der Mason III-Fraktur konnte kein Unterschied zwischen den beiden Osteosyntheseverfahren festgestellt werden (BMS: 77,7 Pkt. vs. 76,6 Pkt.).

5.6.3.4. *Weitere operative Verfahren*

Die weiteren operativen Verfahren (K-Draht, Prothese) wurden nur in Einzelfällen angewandt. Die alleinige Resektion des RKs erzielte weniger gute Resultate im BMS. Ein Patient erreichte ein gutes Ergebnis (86 Pkt.), bei 4 Patienten war das Ergebnis befriedigend (50-80 Pkt.) und bei 2 Patienten unbefriedigend (weniger 50 Pkt.). Sowohl bei der perkutanen K-Draht Spickung (95 Pkt. im BMS), als auch bei der RK-Prothese (93 Pkt. im BMS) wurden gute bis exzellente Ergebnisse beim BMS vermerkt. Bei 4 Patienten wurde eine alleinige Fragmentresektion ohne folgende Osteosynthese durchgeführt, bei allen 4 Patienten wurde ein gutes bis sehr gutes Ergebnis (BMS 80-100 Pkt.) erreicht.

5.6.3.4.1. *RK-Resektion*

Bei der alleinigen Resektion des RKs klagten alle Patienten postoperativ über Beschwerden. Aufgrund der geringen Fallzahl der implantierten RK-Prothesen (n=2) ließen sich diesbezüglich keine signifikanten Aussagen treffen (**s. Abb. 23**).

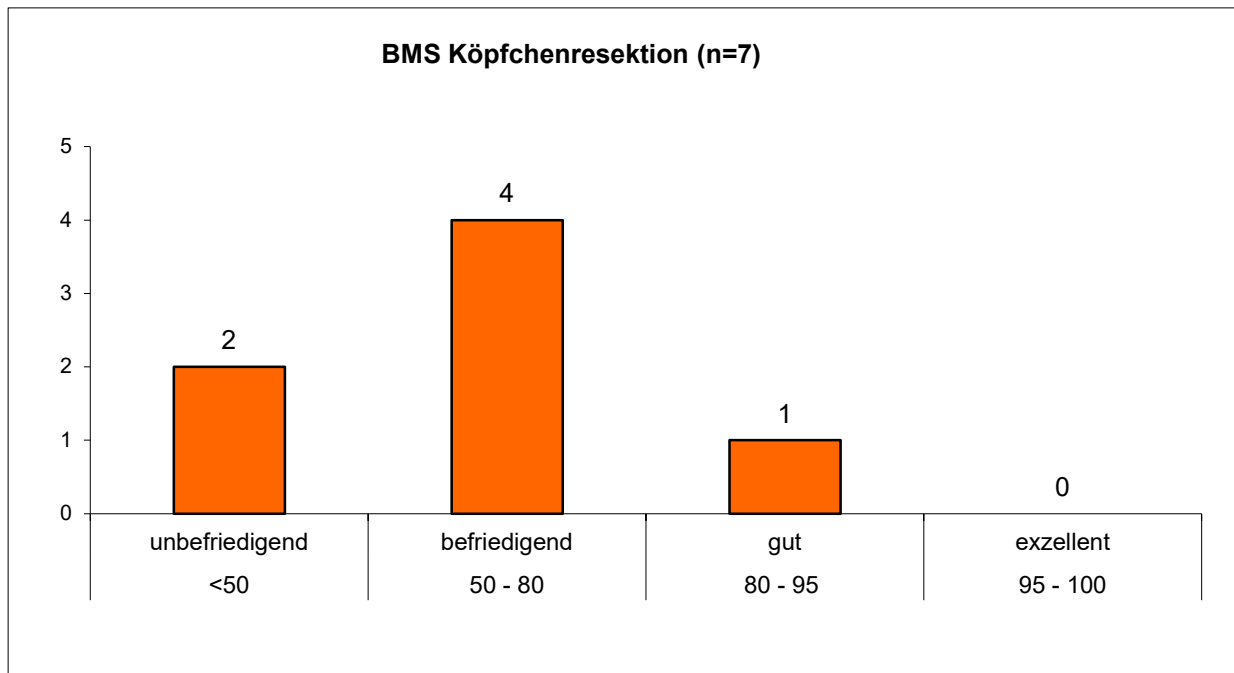


Abbildung 23: BMS bei der RK-Resektion

5.6.3.4.2. RK-Prothese

In dieser Studie wurde bei 2 Patienten im Anschluss an die RK-Resektion eine Prothese implantiert. Bei beiden Patienten wurde die operative Versorgung am Tage des Traumas vorgenommen. Bei der Nachuntersuchung zeigen sich unterschiedliche Ergebnisse. Ein Patient (37 Jahre) erzielte einen BMS von 93 Pkt. Das Bewegungsausmaß betrug 10/0/140 in der Extension und Flexion und 70/0/70 in der Pro- und Supination. Das Gelenk wies stabile Verhältnisse in der antero-posterioren Ebene auf, medio-lateral ließ sich eine Aufklappbarkeit bis 5° feststellen. Schmerzen gab er keine an. Eine Patientin (57 Jahre) beklagte ein unbefriedigendes postoperatives Verhältnis. Aufgrund der Fraktur konnte sie ihren ursprünglichen Beruf als Bäckerin nicht weiterverfolgen, eine berufliche Umorientierung war erforderlich. Nach einer 18-monatigen Arbeitsunfähigkeit wurde bei der Patientin eine MdE von 15% festgestellt.

5.6.3.5. BMS im direkten Vergleich

Zusammenfassend ist die Auswertung der verschiedenen Therapieverfahren anhand des BMS tabellarisch dargestellt (s. **Tab. 8**).

	n	BMS <50	BMS 50-80	BMS 80-95	BMS 95-100	MW BMS
Konservativ	14	1	3	6	4	82,4
Fragment-Entfernung	4	0	0	3	1	91,5
K-Drähte (4)	1	0	0	0	1	95,0
1 Minischraube	43	2	5	19	17	86,8
2 Minischrauben	65	2	16	19	25	84,9
3 Minischrauben	4	0	2	1	1	84,3
4 Minischrauben	1	0	0	1	0	82,0
Mini-T-Plättchen	22	3	9	5	5	77,6
RK-Resektion	7	2	4	1	0	62,3
RK-Prothese	2	0	0	1	0	93,0

Tabelle 8: BMS - Alle Therapieverfahren

5.6.3.6. SF-36 im direkten Vergleich

Insgesamt beurteilten die Männer ihren Gesundheitszustand bei allen Therapieoptionen besser als die Frauen. Die Mittelwerte der Normstichprobe ergaben für das männliche Geschlecht einen Punktwert von 78,7 Pkt., für das weibliche einen Punktwert von 73,8 Pkt. Diese gemittelten Werte sind wenig aussagekräftig (s. **Tab. 9**).

	Männer		Frauen	
	<i>n</i>	<i>MW SF-36</i>	<i>n</i>	<i>MW SF-36</i>
Konservativ	10	60,0	4	73,1
Fragment-Entfernung	-	-	4	50,9
K-Drähte (4)	1	84,1	-	-
1 Minischraube	17	72,5	25	64,2
2 Minischrauben	32	70,7	30	69,4
3 Minischrauben	2	79,4	2	45
4 Minischrauben	-	-	1	45,7
Mini-T-Plättchen	8	68,3	13	56,31
RK-Resektion	1	53,1	6	43,40
RK-Prothese	1	45,8	-	-

Tabelle 9: SF-36 - Alle Therapieverfahren, Männer vs. Frauen

Beim direkten Ergebnisvergleich innerhalb des Patientenkollektivs zeigte sich, dass die Frauen, die eine konservative Behandlung erlebten, die höchste Punktzahl erreichten (s. Tab.9) Schraubenosteosynthesen erreichten ebenfalls zufriedenstellende Ergebnisse. Die alleinige Resektion des RKs lieferte beim SF-36 den niedrigsten Punktwert (43Pkt.). Diese Ergebnisse spiegelten sich bei den männlichen Patienten wieder. Während die Schraubenosteosynthese und Kirschner Drähte gute Ergebnisse erzielten, erreichte die Köpfchenresektion nur mäßige Zufriedenheit (53 Pkt.). Bei den Männern wurde die konservative Behandlung als weniger befriedigend eingestuft als bei den Frauen (60 versus 73 Pkt.).

5.7. Arbeitsmedizinische Aspekte

In der Studiengruppe waren 124 von 161 Patienten zum Zeitpunkt des Traumas berufstätig (77%). 13 Patienten waren Schüler oder Studenten, 9 Hausfrauen, 10 Rentner und 5 arbeitslos. Die Daten zur Arbeitseinschränkung beziehen sich auf das gesamte Patientenkollektiv.

5.7.1. Arbeitsunfähigkeit

Bei der Befragung zur Arbeitsunfähigkeit gaben die Patienten an, wie lange sie insgesamt krankgeschrieben wurden (s. **Abb. 24**). 24 Patienten gaben an, gar nicht arbeitsunfähig gewesen zu sein. Diese Gruppe beinhaltet Schüler und Studenten, medizinisches Personal, Büroarbeiter, Handwerker, Lehrer, einen Polizisten, Rentner und Hausfrauen. 98 Patienten (60,9%) wurden für einen Zeitraum von einer bis acht Wochen für arbeitsunfähig erklärt. 123 Patienten (76,4%) benötigten einen Zeitraum von 0 bis 12 Wochen. Der längste Zeitraum betrug 90 Wochen.

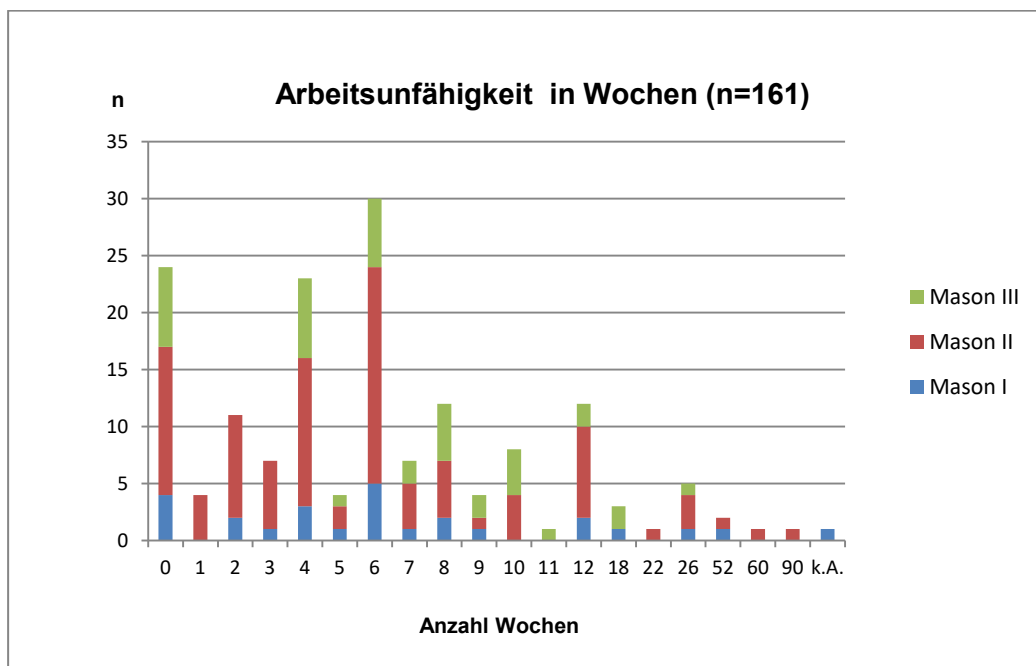


Abbildung 24: Arbeitsunfähigkeit in Wochen (gesamtes Patientenkollektiv, n= 161)

Die Arbeitsunfähigkeit dauerte bei Patienten mit Mason I Fraktur im Mittel 8,2 Wochen (range 0-52), bei Mason II Fraktur im Mittel 7,6 Wochen (range 0-90) und bei Mason III Fraktur 6,9 Wochen (range 0-26).

Patienten, die einen Arbeitsunfall hatten (n=16) waren im Durchschnitt 12,1 Wochen arbeitsunfähig (range 0 bis 52 Wochen). Patienten, welche keinen Arbeitsunfall aufwiesen waren im Vergleich deutlich kürzer mit durchschnittlich 7,1 Wochen krankgeschrieben (range 0 bis 90 Wochen).

5.7.2. *Einschränkungen im beruflichen Alltag*

Nicht jeder Patient konnte posttraumatisch seine berufliche Tätigkeit uneingeschränkt fortsetzen. 38 Patienten gaben zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung an, weiterhin von Folgen der Verletzung geplagt zu sein, welche sie bei der Ausübung ihrer beruflichen Tätigkeit behindern. In der Studie wurde zwischen Einschränkungen, Umschulung und Frührente unterschieden. Drei Patienten wurden Frührentner und 13 Patienten mussten sich beruflich umorientieren.

22 Patienten beklagten Erwerbseinschränkungen nachdem sie sich eine RK-Fraktur zugezogen hatten. 12 dieser Patienten waren in handwerklichen Berufen tätig (Bauer, Elektriker, Mechaniker, Kosmetik, Gastronomie, Sattler, Florist, Putzfrau, Bauarbeiter, Florist). Fünf Patienten gingen einer Bürotätigkeit nach.

Zwischen subjektiver Einschränkung, Umschulung und einer offiziellen Anerkennung als MdE wurde differenziert.

5.7.3. *Umschulung und berufliche Umorientierung*

Eine tatsächliche Umschulung und berufliche Umorientierung war bei 14 Patienten notwendig. Sie konnten ihrer ursprünglichen Tätigkeit nicht weiter nachgehen. Durch posttraumatische Einschränkungen waren vor allem die handwerklichen Berufe betroffen. In anderen Berufsgruppen konnte die Tätigkeit oft soweit modifiziert werden, dass der erlernte Beruf

weiterhin ausgeübt werden konnte. 137 der befragten Patienten konnten in ihren ursprünglichen Beruf zurückkehren.

5.7.4. MdE, Erwerbseinschränkung, Frührente

Eine tatsächlich anerkannte MdE wurde 6 Patienten nach der RK-Fraktur zugesprochen. Dabei handelte es sich um fünf handwerklich tätige Personen und um einen Polizisten. Die MdE lag zwischen 5-15%. Bei drei der betroffenen Patienten handelte es sich um einen Arbeitsunfall.

Drei weitere Patienten mussten aufgrund der RK-Fraktur ihre berufliche Laufbahn aufgeben und traten die Frührente an. Dabei handelte es sich um zwei Männer und eine Frau, einen Maurer, einen Stahlhochbauer und eine Postbeamtin, die sich eine Mason I und in zwei Fällen jeweils eine Mason II Fraktur zugezogen hatten.

6. Diskussion

Die RK-Fraktur ist die häufigste Verletzung am Ellenbogen und beziffert 33% der Ellenbogenverletzungen^{73;153}. Die Verletzung resultiert meist durch einen Sturz auf den ausgestreckten Arm^{52;58;74;76}.

Die Behandlungsmöglichkeiten für die RK-Fraktur reichen von der konservativen, nicht-operativen Therapie über offene und perkutane Osteosyntheseverfahren bis zur Resektion des RKs mit oder ohne anschließende Prothesenimplantation.

Über die Therapie bei der Fraktur des RKs existieren zahlreiche Studien jedoch ergibt sich aus der kritischen Durchsicht der Literatur keine einheitliche Behandlungsleitlinie^{23;28;52;59;160}. Kontroverse Resultate in verschiedenen Studien erschweren die Entstehung eines einheitlichen Behandlungsalgorithmus.

Eine vergleichbare Studie anhand eines großen Patientenkollektivs mit verschiedenen Frakturen (klassifiziert nach Mason) und verschiedenen Behandlungen, ist in der gängigen Literatur bislang nicht beschrieben. In dieser Studie werden die Frakturen in Abhängigkeit von Frakturtyp und Therapie evaluiert. So können bei gleicher Frakturklassifikation unterschiedliche Behandlungsverfahren miteinander verglichen werden.

Ziel dieser Studie war, die Langzeitergebnisse der verschiedenen Therapien bei der Behandlung der RK-Fraktur zu evaluieren, um Aussagen über die erfolgreichsten Therapieoptionen treffen zu können.

Der Erfolg einer Therapie lässt sich anhand verschiedener Faktoren klassifizieren, zum Beispiel an dem klinischen und funktionellen Ergebnis oder an der Anzahl und Schwere der aufgetretenen Komplikationen. Des Weiteren wurde die subjektive Einschätzung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität als Parameter mit einbezogen. Arbeitsmedizinische Aspekte wie die rasche Rückkehr ins Berufsleben spielen ebenfalls eine wichtige Rolle, so dass

die sozialen Folgen der Verletzung im Sinne von Arbeitsunfähigkeit, MdE oder Berufsunfähigkeit in Betracht gezogen wurden.

6.1. Epidemiologie

Epidemiologische Daten zur Inzidenz der RK-Fraktur wurden in der Vergangenheit von einigen Autoren publiziert. Gebauer⁴⁷ führte eine retrospektive Analyse der RK-Fraktur mit insgesamt 429 Patienten durch. Van Riet et al. untersuchten 333 Patienten^{153;154}, Kaas et al. stellten 2008 eine Studie mit 145 Patienten vor.

In Gebauers Patientengut belief sich das Durchschnittsalter auf 57 Jahre für die weibliche Population und auf 34 Jahre bei den männlichen Patienten. Kaas et al. publizierten ähnliche Daten⁷⁸. Dies leitete Gebauer zu der Aussage, dass „während männliche Patienten überwiegend eine Fraktur vor dem 5. Dezennium erleiden, die RK-Fraktur bei den weiblichen Patienten in zunehmender Häufigkeit jenseits der 5. Lebensdekade zu finden sei“⁴⁷.

Ähnliche Ergebnisse wurden auch in dieser Studie beobachtet, das Durchschnittsalter der Frauen zum Zeitpunkt des Traumas betrug 45,6 Jahre, das der Männer 38,5 Jahre, insgesamt wurde ein zweigipfliger Verlauf beobachtet, mit der ersten Altersgipfel zwischen 30 und 34 Jahren, überwiegend Männer-dominant, und dem zweiten Altersgipfel zwischen 50 und 54 Jahren, hier bereits deutlich vom weiblichen Geschlecht dominiert. Auch andere Autoren beschrieben eine Differenz im Durchschnittsalter von circa sieben Jahren^{106;154}.

Morrey¹⁰⁶ beschrieb außerdem eine annähernd ausgewogene Geschlechtsverteilung, welche in dieser Studie mit 74 männlichen und 87 weiblichen Patienten bestätigt werden konnte.

Die Alters- und Geschlechtsverteilung kann der beim weiblichen Geschlecht dominierenden osteoporotischen Knochenausdünnung zugrunde liegen. Dies wurde bereits von Gebauer⁴⁷

diskutiert. Die Inzidenz der Osteoporose jenseits des 50. Lebensjahres wird auf über 50% geschätzt⁸⁷. Bonura prognostizierte, dass bei jeder zweiten Frau im Alter von über 50 Jahren eine osteoporotische Fraktur zu erwarten sei, bei Männern wird dies jedoch maximal bei jedem vierten erwartet¹³.

In der Literatur wurde beschrieben, dass das RK bei jüngeren Patienten durch wesentlich heftigere Traumata frakturiert als bei älteren und somit zu schwereren Begleitverletzungen, beziehungsweise mehr Komplexverletzungen führt⁷⁵. Männer haben in der Regel schwerere Frakturen mit komplizierteren Begleitverletzungen^{106;154}.

Diese Daten konnten in unserer Studie nicht belegt werden. Im Alters- und Geschlechtervergleich weisen die schwereren Mason III Verletzungen ein höheres Durchschnittsalter auf, die männlichen Patienten zogen sich in absoluter und relativer Zahl leichtere Verletzungen zu.

6.2. Traumaspezifische Daten

6.2.1. Unfallursache

Die Frakturstehung wurde in verschiedenen Studien getestet und eine axiale Belastung entlang des pronierten Radius als Frakturmechanismus identifiziert^{5;106}. Fasst man die Ursachen der RK-Frakturen in dieser Studienpopulation zusammen, stellen Stürze beim Gehen und Fahrradunfälle mit 56% die häufigste Ätiologie dar⁵⁸. In dieser Studie entstanden alle Frakturen traumatisch. In 80 Fällen trug sich das Frakturereignis bei sportlicher Aktivität zu (49,1% der Fälle): Fahrradunfälle, Unfälle beim Wintersport und Rollerbladen¹⁰².

6.2.2. *Seitendominanz*

Rechtsseitige Frakturen traten in dieser Studie in 85 Fällen (52 %) auf, linksseitige hingegen in 78 Fällen (48%). Eine signifikante Seitendominanz wurde in der Literatur bislang nicht explizit beschrieben^{83;101}. In der Literatur ebenfalls bislang nicht beschrieben ist die Inzidenz der Verletzung auf der dominanten Seite, in dieser Studie zeigte sich, dass 60% der Patienten ihre dominante Seite verletzten. Bei den Linkshändern liegt die Verletzung des dominanten, linken Armes sogar bei 89% (im Vergleich zu den Rechtshändern mit 59% der Frakturen auf der dominanten Seite).

6.2.3. *Therapieregime*

Daten zur Primärdiagnostik und Erstbehandlung wurden in der vorgelegten Arbeit dokumentiert. 82% der Patienten wurden am Unfalltag vorstellig. Die konservative Behandlung konnte am Tag der Erstvorstellung begonnen werden, die operative Therapie fand in 19 von 145 Fällen (13,1%) am Unfalltag und in 131 (90,3%) Fällen innerhalb der ersten sechs Tage nach Unfall statt. Fand die Operation innerhalb der ersten sechs Tage nach dem Trauma statt, zeigten sich gute bis sehr gute Ergebnisse im BMS (Durchschnitt 85,1 Pkt.; range 83,2-91,8 Pkt.). Fand die OP ab dem 7. Tag nach Trauma statt, zeigte sich ein schlechteres Ergebnis (Durchschnitt 71,4; range 36-100 Pkt. n=14). Da in der aktuellen Literatur keine Vergleichsdaten vorliegen ist ein entsprechender Vergleich nicht möglich.

6.3. *Verletzungsmuster*

Zur Frakturklassifikation wurde die Mason Klassifikation⁹⁵ verwendet, um Vergleiche mit der internationalen Literatur über die Therapieverfahren heranziehen zu können. In der Literatur

wurde diese Klassifikation einheitlich gebraucht, es existieren zahlreiche Modifikationen, die Luxationsfrakturen oder begleitende Weichteilverletzungen mit in Betracht ziehen^{78;153;154}.

In der Literatur wurden in bis zu 33% der RK-Frakturen regionale Begleitverletzungen beschrieben^{47;78;106}. Van Riet et al. dokumentierten Begleitverletzungen in 26% der Fälle^{153;154}.

Dies konnte bei dieser Studie nicht belegt werden, es traten insgesamt bei 13,5% der Patienten Begleitverletzungen auf, und bei 10% der Patienten traten diese am betroffenen Ellenbogen und Unterarm auf.

Insgesamt wurden in diesem Patientenkollektiv bei 20 Patienten Begleitverletzungen diagnostiziert. Bei insgesamt 34 Patienten wurde eine RK-Luxationsfraktur festgestellt. Da einige Patienten kombinierte Verletzungen aufwiesen, betrug die Anzahl der insgesamt festgestellten Begleitverletzungen 22. Prozentual war die Inzidenz der Begleitverletzungen bei der Mason III Fraktur am höchsten, hier wurden bei acht von 40 Patienten Begleitverletzungen dokumentiert (20%). Die in der Literatur am häufigsten zitierte Begleitverletzung ist die Fraktur des Proc. coronoideus, was sich in dieser Studie ebenfalls widerspiegelte. Van Riet et al. beschrieben ebenfalls Verletzungen an der Gelenkfläche, dem Olekranon, dem medialen und lateralen Lig. collaterale, sowie im DRUG¹⁵³ mit einer Inzidenz von 8% bei Mason I, 50% bei Mason II und 48% bei Mason III. Diese Begleitverletzungen wurden in der Studiengruppe ebenfalls festgestellt, bei der Mason I Fraktur ebenfalls mit 8%, bei der Mason II und III Fraktur jedoch mit geringerer Inzidenz von 11% und 20% respektive.

In der Literatur wurde beschrieben, dass das Behandlungsergebnis nicht nur von der Art der Fraktur sondern auch von den Begleitverletzungen beeinflusst wird^{35;54;127;153}. Für das funktionelle Ergebnis und die posttraumatische Stabilität wurden knöcherne und ligamentäre Begleitverletzungen als entscheidend diskutiert^{62;88}.

6.4. Therapie

Bei den 161 Patienten mit 163 Frakturen (zwei bilaterale RK-Frakturen) traten 26 Mason I Frakturen, 96 Mason II Frakturen und 41 Mason III Frakturen auf. In 149 Fällen wurde eine Operation durchgeführt. Bei 113 Patienten wurde eine Minischraubenosteosynthese durchgeführt, 22 Patienten erhielten eine Mini-T-Platte. Bei neun Patienten wurde das RK reseziert, zwei Patienten erhielten im Anschluss eine Prothese. Bei vier Patienten wurden lediglich Fragmente entfernt, ein Patient erhielt eine Osteosynthese mit Kirschner-Drähten. In 10,1% der Fälle wurde eine Metallentfernung im Verlauf durchgeführt.

6.5. Klinische Nachuntersuchung

Bei der Nachuntersuchung wurde bei 38,5% der Patienten ein Gelenkreiben festgestellt. Arthrose wurde von mehreren Patienten als postoperative Komplikation im Verlauf angegeben. Insbesondere in der Gruppe der RK-Resektionen ohne Prothesenimplantation wurde dies dokumentiert. Postoperative Arthrose nach RK-Resektion wurde in der Literatur ebenfalls beschrieben. Auch in Studien mit jungen Patienten (unter 40 Jahren) stellten Antuna et al. in bis zu 100% arthrotische Veränderungen im Ellenbogengelenk nach Resektion des RKs fest⁶. Persistierende postoperative neurologische Störungen wurden in dieser Studie nur in einem Fall beschrieben (N. radialis).

134 von 161 Patienten hatten keine funktionelle Beeinträchtigung in der Ellenbogenstreckung (83%). 24 Patienten (14,9%) konnten ihren Arm nicht über 90° beugen. In der Pro- und Supination erreichten 83,6% bzw. 90% eine Drehbewegung von über 40°.

In der Literatur werden insbesondere bei der Mason III Fraktur Einschränkungen im Bewegungsausmaß angegeben. Hier zeigt sich beispielsweise ein Streck- und Beugedefizit von 15° und 10° respektive⁹.

Durch den Unfallmechanismus kann eine Weichteilverletzung mit Instabilität im Ellenbogengelenk entstehen. In der Studie wurden bei der Stabilitätsprüfung antero-posterior in 90% der Fälle stabile Verhältnisse gemessen. Deutlich mehr pathologische Befunde zeigte die medio-laterale Stabilitätsprüfung, hier konnten lediglich 33% der Patienten stabile Gelenkverhältnisse vorweisen. In der Literatur wurde die Verletzung der kollateralen Ligamente, insbesondere des medialen Bandes, als wichtiger Faktor für die Stabilität des Ellenbogengelenkes beschrieben¹¹⁰.

Schmerzen, die eine regelmäßige Analgesie verlangen, wurden in dieser Studie bei 8,1% der Patienten dokumentiert. Die Analyse der SF-36 Fragebögen ergab, dass das gesamte Patientenkollektiv im Durchschnitt angab, weniger schmerzgeplagt zu sein, als die Normpopulation. In einer anderen Studie zeigten sich persistierende Schmerzen in 32 bis 42% der Patienten¹⁴².

6.6. Spezielle Betrachtungen

Konservative und operative Therapie der Mason I Fraktur

Die Mason I Verletzung wurde im Studienkollektiv konservativ und operativ behandelt.

Bei der konservativen Therapie erfolgte die primäre Ruhigstellung des Ellenbogengelenkes mit einer Oberarmgipsschiene für durchschnittlich sieben bis acht Tage. In dieser Studie erreichten 71% der konservativ behandelten Patienten ein gutes bis sehr gutes Ergebnis.

Bei den operativen Eingriffen bei der Mason I Fraktur wurden in dieser Studie Fragmentresektionen oder eine Stabilisierung durch ein bis zwei Minischrauben durchgeführt. Eine Differenz im Outcome mittels BMS zwischen der konservativen und operativen Therapie bei Mason I konnte anhand der vorgestellten Daten nicht belegt werden. Der durchschnittliche BMS lag in der konservativen Gruppe bei 82,6 Pkt. und in der operativen Gruppe bei 84,5 Pkt.

In der Literatur wurde beschrieben, dass nicht dislozierte RK-Frakturen vom Typ Mason I aufgrund ihrer guten Prognose und bei geringem Weichteilschaden gut konservativ behandelt werden können^{27;95;106} und gute bis sehr gute Ergebnisse erzielen^{59;75;129}.

Die frühfunktionelle Behandlung bei Mason I Fraktur wird von diversen Autoren empfohlen^{15;27;39;41}, da bei Ruhigstellung über diesen Zeitraum bereits Kapsel-Band-Schrumpfung mit konsekutiver Bewegungseinschränkung beschrieben wurden¹²⁹.

In der Literatur wurde von Zimmermann et al. bei Instabilität oder einem die Gelenkfunktion beeinträchtigenden, losen Fragment oder Knochenflake die operative, gegebenenfalls arthroskopische, Therapie ebenfalls empfohlen, um ein gutes Ergebnis zu erreichen^{115;162}.

Obwohl die in der Literatur recherchierten Therapieansätze die konservative Therapie bei der Mason I Fraktur favorisieren, konnten die erhobenen Daten aus dieser Studie keinen deutlichen Unterschied im Ergebnis zwischen operierten oder nicht operierten Patienten belegen.

Therapie der Mason II Fraktur

Alle Mason II Frakturen im Studienkollektiv wurden operativ versorgt. Das meist angewandte Verfahren war die Mini-Schraubenosteosynthese. In geringerer Anzahl wurden T-Plättchen verwendet. Die Mini-Schrauben erzielten bessere Ergebnisse in der Nachuntersuchung als die T-Plättchen. Bei der Schraubenosteosynthese erzielten 40% ein exzellentes Ergebnis von über 95 Pkt. und 76% der Patienten ein gutes oder sehr gutes Ergebnis im BMS (über 80 Pkt.), im Vergleich erzielten bei der Plattenosteosynthese nur 22% einen BMS von über 95 und 45% einen BMS von über 80 Pkt. (siehe Kap. 5.6.3).

Die Therapie der Mason II Fraktur mittels Osteosynthese erzielte in der Literatur gute bis sehr gute Ergebnisse^{3;82;127}. Diese sollte primär und zeitnah erfolgen⁷⁴. Eine fast normale Ellenbogenfunktion wurde oft als Resultat beschrieben⁸². Über die Wahl der Osteosyntheseverfahren wurde in der Literatur diskutiert. Faschingbauer et al. empfahlen prinzipiell die Schraubenosteosynthese mit Minischrauben⁴¹, bei starker Dislokation favorisierten sie Mini-T-Platten, da diese mehr Stabilität bringen⁴¹. Bei der Schraubenosteosynthese (Interfragmentäre Zugschrauben) empfahlen Esser et al. Herbert Schrauben den AO Schrauben vorzuziehen, da diese die kleinen Fragmente besser fixieren³⁹. Der Nachteil der Miniplatten wurde in der Literatur mit einer messbaren Bewegungseinschränkung in Pro- und Supination beschrieben⁴¹. Diese wurde auch in einer Kadaverstudie von Capo et al.²⁴ nachgewiesen. Ikeda erreichte deutlich bessere Ergebnisse mit den low-profile Miniplatten als in dieser Studie gemessen wurden. Im Durchschnitt konnten seine Patienten einen BMS von 90,7 Pkt. aufweisen, im Vergleich zu 77 Pkt. in dieser Studie⁶⁸. Für T-Platten mit nicht winkelstabilen Schrauben zeigte sich ein erhöhtes Risiko der Materiallockerung²⁴.

Die Therapie der leicht dislozierten Fraktur wurde in der Literatur teils kontrovers diskutiert, ein Goldstandard wurde nicht etabliert⁴⁹. Wretenberg et al. beschrieben, dass nicht dislozierte Mason II Frakturen konservativ und lediglich Mason II mit Dislokation operativ behandelt werden sollten¹⁶¹. Per definitionem laut Mason beinhaltet die Mason II Fraktur jedoch eine Dislokation⁹⁵. In einer Studie von Strujis wurden Mason II Frakturen konservativ und operativ therapiert, es zeigte sich jedoch ein signifikant schlechteres Ergebnis in der Patientengruppe ohne operative Intervention. Dies wurde anhand einer Schmerzskala und anhand des BMS verifiziert¹⁴².

Das in dieser Studie differenzierte Ergebnis zwischen Schrauben- und Plattenosteosynthese bei der Mason II Fraktur wurde in der Literatur diskutiert, hier zeigt sich die Schraubenosteosynthese der Plattenosteosynthese im Outcome überlegen.

Therapie der Mason III Fraktur

Die Behandlung der Mason III Fraktur zeigte in dieser Studie das breiteste Spektrum an angewandten Therapiemöglichkeiten: Schraubenosteosynthese, Plattenosteosynthese, Kirschner-Drähte, Köpfchenresektion und Prothesenimplantationen. Die Schraubenosteosynthese erreichte sehr gute bis befriedigende Ergebnisse, im Durchschnitt konnte nur ein marginal besseres Ergebnis im Vergleich zur Osteosynthese mit Mini-T-Platten festgestellt werden. Ein sehr gutes Ergebnis erzielte die Kirschner-Draht Fixation, hierbei handelte es sich jedoch nur um einen Fall. Die alleinige Köpfchenresektion führte insgesamt zum schlechtesten Ergebnis, im Durchschnitt dennoch befriedigend.

Die Therapie der Wahl der Mason III Fraktur erscheint bei Durchsicht der Literatur uneinheitlich. Diskutiert wird die Frage Rekonstruktion versus Resektion, primäre oder sekundäre Resektion mit oder ohne Prothesenimplantation. In der Literaturrecherche lieferte die Osteosynthese bei Mason III Frakturen unterschiedliche Resultate und nur wenige Studien befassten sich mit den Ergebnissen. Diese beinhalteten in der Regel kleine Patientengruppen, sowie Kurzzeitergebnisse. Mehrere Studien, einschließlich dieser, beschreiben gute Ergebnisse bei der Osteosynthese, andere Autoren rieten zur primären Resektion^{41;101}.

Hotchkiss⁶⁶ riet, dass nach seinen Erkenntnissen die dislozierte Fraktur des RKs primär mit einer Osteosynthese behandelt werden sollte, bevor die Resektion des RKs in Betracht gezogen wird. Die Köpfchenresektion wird seiner Ansicht nach nicht als Standardtherapie der

Trümmerfraktur gesehen. Esser et al. belegten gute Ergebnisse in einer Studie mit 26 Patienten, er dokumentierte, dass die Osteosynthese mit Minischrauben und Miniplatten bei allen Mason II und Mason III, so wie in 66% der Mason IV Frakturen gute bis sehr gute Ergebnisse ergeben haben.

Andere Autoren beschrieben unbefriedigende Ergebnisse bei der Osteosynthese der Mason III Fraktur¹²⁷. Oft wurde mit der Osteosynthese keine ausreichende Stabilität erreicht. King et al. erzielten nur in 33% der Fälle ein gutes bis sehr gutes BMS Ergebnis mit Osteosyntheseverfahren⁸². Dieses Verfahren, so suggerierten Ring et al., sollte am besten für Mason II oder Frakturen mit weniger als drei Fragmenten reserviert bleiben¹²⁷.

Die Therapie der Mason III Verletzung wurde zahlreich in der Literatur mit frühzeitiger Resektion des Köpfchens beschrieben. Wenn eine stabile Versorgung nicht gewährleistet werden kann, wurde in der Literatur die (sekundäre) Köpfchenresektion befürwortet^{39;82;135}. Jansen et al. empfahlen anhand einer Langzeitstudie in Ermangelung einer anatomisch integeren Wiederherstellung der Gelenkflächen die Resektion des RKs der Osteosynthese vorzuziehen⁷¹.

Die Ergebnisse der alleinigen Resektion variieren in der Literatur. Gute Resultate bei alleiniger Köpfchenresektion wurden von Coleman²⁷, Goldberg⁵¹ und Janssen⁷¹ beschrieben. Faschingbauer und andere Autoren beschrieben ebenfalls gute Ergebnisse der alleinigen Resektion bei Bandstabilität^{41;57;108}. Fuchs et al. wiesen darauf hin, dass die Ergebnisse bei primärer Resektion besser ausfallen, als bei sekundärer Resektion⁴³, obwohl sich in der Studie 55% der Patienten im Alltag eingeschränkt fühlten. Auch andere Autoren sahen die RK-Resektion als Goldstandard bei der Trümmerfraktur an¹⁴³. Jedoch wurden die Ergebnisse kritisch betrachtet¹⁴³. 1995 beschrieben Esser et al., dass die Therapie der RK-Trümmerfraktur entweder in der alleinigen Resektion, oder aber der anschließenden Implantation einer Prothese bestehe³⁹.

Probleme der alleinigen RK-Resektion bestehen in der Verkürzung des Radius, der proximalen Migration, Schmerzen im DRUG, Kraftverlust, Cubitus valgus oder Reizzustände des N. ulnaris^{39;49}. Studien zeigten, dass die Stabilität im Ellenbogengelenk durch die alleinige Köpfchenresektion stark beeinträchtigt wurde^{53;66}. In weiteren Studien wurde die Humero-ulnar-Arthrose durch Proximalmigration des Radius bei Valgusinstabilität beschrieben^{15;71;104}. Insbesondere bei Ruptur des medialen Kollateralbandes sowie einer Ruptur der Membrana interossea fehlte das RK als sekundärer Stabilisator im Ellenbogengelenk^{10;26;104;110;130}.

Coleman et al. untersuchten Patienten, die bei einer RK-Fraktur eine alleinige Resektion erhielten. Obwohl die klinischen Resultate befriedigend waren, konnten radiologisch degenerative Veränderungen (Arthrose) nachgewiesen werden. Persistierende Schmerzen wurden ebenfalls dokumentiert²⁷. Mason wiederum beschrieb die posttraumatische Arthrose bei allen RK-Frakturen unabhängig von der Therapie⁹⁵.

Nach Köpfchenresektion sind die Vor- und Nachteile einer Prothese zu bedenken. Bei Instabilität des Ellenbogens besteht die Indikation zur Prothese entweder bei primärer Resektion oder nach Trümmerfraktur, die nicht adäquat per Osteosynthese stabilisiert werden konnte und bei der eine sekundäre Resektion notwendig ist.

Während in der Literatur die Diskussion um Rekonstruktion oder Resektion kreiste, konnte in dieser Studie die verschiedenen Möglichkeiten der Rekonstruktion herausgearbeitet werden und gleichzeitig gute postoperative Langzeitergebnisse mit den Schrauben- und Plattenosteosyntheseverfahren aufgezeigt werden.

Die RK-Prothese

In der Literatur wurden sowohl primäre als auch sekundäre Prothesenimplantationen beschrieben. Vor fünfzehn Jahren wurde die Implantation einer Prothese noch kontrovers

diskutiert⁷¹, in der Zwischenzeit haben sich einige Studien mit RK-Prothesen beschäftigt, so dass mittlerweile auch gute mittelfristige Ergebnisse belegt werden konnten¹⁶¹. Das funktionelle Ergebnis nach Prothesenimplantation wurde mehrfach als befriedigend beschrieben¹⁶¹.

Swanson¹⁴³ untersuchte die Silikonprothesen des RKs in einer retrospektiven Studie. Die Prothesen wurden sowohl primär als auch sekundär implantiert. Supination und Kraft wiesen deutliche Verbesserungen bei den Patienten auf, die initial lediglich eine Resektion erhalten hatten. Katthagen et al. beschrieben ein schlechteres Outcome bei sekundärer Prothesenimplantation im Vergleich zur Primärversorgung⁸⁰. Auch Weber empfahl bei komplexen Verletzungen des RKs und der periartikulären Weichteile einen primären Ersatz¹⁵⁷.

Die Implantation der Prothese muss individuell auf den Patienten abgestimmt, und die begleitenden Weichteilverletzungen müssen mit in Betracht gezogen werden^{22;62}. Verletzte Weichteile müssen rekonstruiert werden, um ein stabiles Behandlungsergebnis erreichen zu können^{22;73;151}. Die Länge des rekonstruierten Radius beeinflusst die Stabilität und Funktionalität, so dass die Prothese nicht zu lang und nicht zu kurz gewählt werden darf, um ein Over- oder Understuffing zu vermeiden^{30;125;149;152}.

Nachbehandlung

Die Patienten dieser Studie wurden zur Nachbehandlung zur ambulanten Physio- und Ergotherapie angehalten. 90 Patienten nahmen nach eigener Angabe diese Möglichkeit in Anspruch. Die durchschnittliche Dauer der ambulanten Krankengymnastik unter professioneller Anleitung lag bei zwei Monaten (59 Tage).

Die primäre Gipsruhigstellung bei konservativer Therapie erfolgte in dieser Studie über einen Zeitraum von sieben bis acht Tagen.

Eine kurze Ruhigstellung wird bei konservativer und operativer Therapie in der Literatur in den meisten Fällen beschrieben. Im Durchschnitt wurde in der Literatur ein Zeitraum vom Trauma bis zum Beginn der Krankengymnastik mit 10 Tagen angegeben¹⁰¹.

Viele Autoren beschrieben, dass der frühe Beginn einer krankengymnastischen Behandlung für das Erreichen eines guten Ergebnisses ein wichtiger Faktor ist^{9;62;74;79}. Morrey erlaubte den Patienten bei konservativer Therapie die sofortige Mobilisierung, er erläuterte zusätzlich, dass eine maximale Ruhigstellung von bis zu fünf Tagen posttraumatisch ohne Auswirkungen auf das funktionelle Ergebnis bliebe¹⁰⁶.

McKee et al. beschrieben, dass eine posttraumatische Ruhigstellung oder Komplikationen im Heilungsprozess erhebliche funktionelle Defizite verursachen können, die therapeutisch nur schwer beeinflussbar sind^{81;99}. Auch die operative Therapie sollte übungsstabile Verhältnisse schaffen⁷⁹, so dass nur eine kurzzeitige Ruhigstellung erforderlich ist⁸¹. Als Ziele der funktionellen Nachbehandlung wurden das Erreichen von Schmerzfreiheit, Beweglichkeit im Ellenbogen, Schulter und Handgelenk, Kraftaufbau und Erarbeitung von physiologischen funktionellen Gebrauchsbewegungen genannt¹⁴¹. Diese können durch manuelle Therapie, Elektrotherapie, Reizstrom, Ultraschallbehandlung, Iontophorese oder Vojtathérapie erreicht werden¹⁴¹.

6.7. Arbeitsmedizinische Aspekte

Bei dieser Studie wurde ein Augenmerk auf die Inzidenz und das Outcome der Arbeitsunfälle geworfen. In 16 Fällen handelte es sich um einen Arbeitsunfall (9,8% der Fälle), die Männer zogen sich schwerere Frakturformen als die Frauen zu: acht der neun Mason II Frakturen, und

alle Mason III Frakturen betrafen Männer. Frauen zogen sich in der Regel nur Mason I Frakturen im Rahmen der Arbeit zu. Ursächlich hierfür könnte das höhere Risiko (Bauarbeiten, Handwerk), dem die Männer bei der Berufsausübung ausgesetzt waren, sein.

Genauere Daten zu Arbeitsunfällen wurden von der Europäischen Agentur für Sicherheit und Unfallschutz am Arbeitsplatz⁴⁰, der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA)²⁰ und den Berufsgenossenschaften erfasst. Der Jahresbericht über Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz (SuGA)²⁰ beinhaltet aktuelle Daten zu Arbeitsunfällen. Für die arbeitsmedizinischen Gutachten war letztendlich aber nicht die genaue Fraktur, sondern die Funktionalität der betroffenen Region des Ellenbogens von Bedeutung. Daher wurden Untersuchungen und Ergebnisse nicht präzise zur RK-Fraktur, sondern zum Ellenbogengelenk im Allgemeinen verfasst (im aktuellen Bericht wurden Ellenbogen und Oberarm bis zur Schulter zusammengefasst und beinhalteten 8,1% der Verletzungen). Dies verdeutlicht letztendlich die Wichtigkeit der funktionellen Rehabilitation nach dem Trauma. Somit darf die RK-Fraktur auch hier nicht isoliert, sondern mit allen Faktoren wie Begleitverletzungen, postoperativer frühfunktioneller Behandlung und Langzeit-Outcome in Bezug auf Funktionalität des Ellenbogens betrachtet werden.

Obwohl die Dauer der posttraumatischen Arbeitsunfähigkeit zum Teil eine beträchtliche Länge annimmt, kann in der Regel mit einer Wiederaufnahme der Arbeit binnen zwei bis drei Monaten gerechnet werden. 94 Patienten (59,1%) dieser Studie waren für einen Zeitraum von zwei bis acht Wochen arbeitsunfähig. 53 Patienten (32,9%) benötigten insgesamt zwölf Wochen bis zur Wiederaufnahme der Arbeit. Insgesamt waren 92,5% der Patienten nach drei Monaten wieder arbeitsfähig. Der längste Zeitraum betrug 420 Tage (ein Jahr und zwei Monate).

Vergleichbare Ergebnisse wurden in anderen Studien, in denen die Arbeitsunfähigkeit dokumentiert wurde, beschrieben. Mason veranschlagte eine Arbeitsunfähigkeitsdauer von fünf Wochen für konservativ behandelte Patienten⁹⁵. In dieser Studie betrug der durchschnittliche Zeitraum der Arbeitsunfähigkeit 6,3 Wochen. Bei Patienten, die eine Köpfchenresektion erhielten, wurde eine Arbeitsunfähigkeit von 8,5-10 Wochen berechnet^{7;95}. In unserer Studie benötigten die Patienten im Durchschnitt 6,5 Wochen.

6.8. Klinische Relevanz der Ergebnisse

Die RK-Fraktur ist eine Verletzung des jüngeren und mittelalten Patienten. Sie wird insbesondere bei den jüngeren Patienten durch sportliche Aktivität verursacht. Die Wiederherstellung eines funktionell intakten Ellenbogens ist für die zeitnahe Rückführung in den Alltag und ins Berufsleben essentiell.

Anhand der vorgelegten Arbeit konnte belegt werden, dass die konservative Therapie der Mason I Fraktur in Kombination mit frühzeitiger Physiotherapie gute Ergebnisse liefert, so dass eine Operation hier nicht durchgeführt werden muss.

Bei der Mason II Fraktur steht die operative Rekonstruktion mittels Osteosynthese im Vordergrund. Die Minischrauben liefern dabei gute Behandlungsergebnisse. Die Miniplattenosteosynthese zeigt eine höhere Komplikationsrate und eine höhere Inzidenz funktioneller Einschränkungen, wie in dieser Studie gezeigt und in der Literatur ebenfalls dokumentiert wurde.

Bei der Osteosynthese ist die Untersuchung und gegebenenfalls Rekonstruktion der Weichteile, insbesondere der Kollateralbänder, für die postoperative Stabilität essenziell. Daher ist eine genaue klinische Untersuchung unerlässlich, um Verletzungen am Kapsel-Band-Apparat zu diagnostizieren.

Bei der Mason III Fraktur kann eine Osteosynthese versucht werden, eine Rekonstruktion auf dem OP Tisch mit anschließender Replantation des Köpfchens ist nicht sinnvoll und hat in der Literatur keine guten Ergebnisse geliefert.

Bei der RK-Trümmerfraktur ohne Rekonstruktionsmöglichkeit bietet die Resektion des RKs die erfolgversprechendste Therapiemöglichkeit. In dieser Studie, unterstützt von der aktuellen Literatur, konnte die alleinige Resektion keine guten Langzeitergebnisse liefern, da Instabilität, Arthrose und Schmerzen im Handgelenk eine häufige Folgeerscheinung sind. Die Implantation einer RK-Prothese sollte primär durchgeführt werden. In dieser Studie konnten aufgrund der geringen Fallzahl keine aussagekräftigen Daten zur Prothesenversorgung bei RK-Fraktur gewonnen werden.

6.9. Limitationen

Die in dieser Studie präsentierten Ergebnisse umfassen verschieden Behandlungsalgorithmen und verschiedene Operationstechniken. Diese sind mitunter von der Erfahrung des Operateurs beeinflusst, es wurden nicht alle Patienten von demselben OP Team versorgt.

Limitiert werden Aussagen zu den Ergebnissen durch nicht einheitliche Nachbehandlungsschemata. Die Patienten befolgten kein standardisiertes Protokoll nach dem Eingriff, welches einen besseren Vergleich der Ergebnisse untereinander ermöglichen würde. Des Weiteren wurden die Patienten in einem bestimmten Zeitraum nachuntersucht, nicht aber zu einem bestimmten Zeitpunkt nach der Verletzung (z.B. ein Jahr, zwei Jahre oder fünf Jahre), so dass der Zeitraum Unfall bis Untersuchung variiert. Das Ergebnis ist demnach möglicherweise noch verbesserbar, wenn der Abstand zum Unfall noch nicht so lang ist, oder

es treten gegebenenfalls bereits Spätfolgen auf, die bei den Patienten, welche ein kurzes zeitliches Intervall zum Unfall haben, noch nicht auftreten.

In dieser Studie können keine signifikanten Aussagen zu den Radiusköpfchenprothesen getroffen werden, da die Fallzahl der Prothesen im Patientengut zu gering ist.

7. Zusammenfassung

Die RK-Fraktur entsteht traumatisch durch Unfälle bei sportlichen Aktivitäten, Fahrradfahren oder Stürzen beim Gehen. Studien beschrieben den Unfallmechanismus durch axiale Krafteinwirkung über den Unterarm und der anatomischen Begebenheit, dass das RK mit dem Capitulum humeri kollidiert, welches in der Fraktur des RKs resultiert.

Dokumentiert wurde diese Verletzung bei beiden Geschlechtern zu äquivalenten Teilen, wobei die männliche Population in jüngerem Alter (meist durch traumatische Sportverletzungen) und die weibliche Population im 5. Dezennium oder später, begünstigt durch erhöhte Prävalenz der Osteoporose, betroffen waren.

Die gängige Einteilung der Fraktur ist nach Mason in drei Kategorien, wobei Mason I die nicht dislozierte Fraktur (Meißelfraktur), Mason II die leicht dislozierte oder impaktierte Fraktur und Mason III die Mehrfragment- oder Trümmerfraktur beschreibt. Eine vierte Kategorie wurde von Broberg und Morrey beschrieben, hierbei handelt es sich um die Luxationsfraktur des RKs¹³³.

Die häufigsten Begleitverletzungen bei der RK-Fraktur sind die gleichzeitige Fraktur des Proc. coronoideus und Verletzungen des Bandapparates. Insbesondere bei Luxation wurden Verletzungen der Kollateralbänder beschrieben. Diese Begleitverletzungen führen zu einer Instabilität des Ellenbogengelenkes und müssen operativ rekonstruiert werden.

In der vorliegenden Arbeit konnte eine übersichtliche Evaluation der Therapieverfahren durchgeführt werden. Bei der Mason I Fraktur erzielte die operative und die konservative Therapie ähnlich gute Ergebnisse. Die guten Ergebnisse in dieser und anderen Studien über die konservative Therapie der nicht dislozierten Fraktur lassen die operativen Maßnahmen bei

dieser Verletzung in den Hintergrund treten. Die Mason I Fraktur sollte demzufolge konservativ mit Analgesie, kurzer Gipsruhigstellung sowie Physiotherapie mit frühfunktioneller Nachbehandlung behandelt werden.

Bei der Mason II Fraktur erzielte die offene Reposition mit Minischraubenosteosynthese die besten Langzeitergebnisse. Die Plattenosteosynthese mit Mini-T-Platten erzielte gute Ergebnisse, ist aber im Vergleich der Schraubenosteosynthese unterlegen.

Bei der Mason III Fraktur traten die meisten und schwersten Begleitverletzungen auf. Dieses muss bei der Wahl der Therapie und bei der Beurteilung des Behandlungsergebnisses beachtet werden.

Für die Mason III Fraktur konnten in dieser Arbeit gute Ergebnisse bei der Behandlung mit Osteosyntheseverfahren vorgestellt werden. Ist eine Rekonstruktion des RKs möglich und ist der Kapselbandapparat intakt, kann die Osteosynthese angestrebt werden.

Ist der Erhalt des RKs nicht möglich, sollte die Prothesenimplantation primär durchgeführt werden. Sekundäre Resektion oder Prothesenimplantation nach unbefriedigendem primärem therapeutischem Ergebnis mit Osteosynthese erzielen weniger gute Resultate.

Die alleinige Resektion des RKs zeigt in der Regel eine radiale Migration nach proximal mit Schmerzen im Ellenbogen und Handgelenk, Instabilität, Prädisposition zur Arthrose, Kraftverlust, Bewegungseinschränkung, verminderter Belastbarkeit und Einschränkungen im Alltag.

Die Implantation von RK-Prothesen wurde in dieser Studie in zwei Fällen dokumentiert, in der Literatur wurden bislang sehr gute Ergebnisse mit RK-Prothesen beschrieben, Langzeitergebnisse der neuen Generation der Prothesen stehen noch aus.

Anhand dieser Studie konnten die verschiedenen Therapiemöglichkeiten bei der RK-Fraktur anhand der Osteosyntheseverfahren und anhand des Frakturtyps aufgeschlüsselt werden. Konsens konnte mit der Literatur über die Behandlung der Mason I und II Frakturen erreicht werden. Die Therapie der Mason III Fraktur zeigte in dieser Studie gute Resultate mit köpfchenerhaltenden Osteosyntheseverfahren. Für die alleinige Resektion konnten in dieser Studie und in der aktuellen Literatur keine guten Ergebnisse dokumentiert werden. Die Therapie der nicht rekonstruierbaren Trümmerfrakturen tendiert zur Resektion mit primärer Prothesenimplantation, erste Studien zu den Prothesen der neuen Generation zeigen in der Literatur gute Ergebnisse.

Die chirurgische Therapie der RK-Fraktur beinhaltet verschiedene Möglichkeiten. Einige Verfahren zeigen reproduzierbar gute bis sehr gute Ergebnisse und gelten in der aktuellen Literatur als bewährte Therapien. Durch perkutane und arthroskopische Ansätze erhält auch die minimal invasive Chirurgie zunehmend Bedeutung in der Therapie der RK-Fraktur. Bei den nicht rekonstruierbaren Trümmerfrakturen zeigt die frühe Resektion und primäre Prothesenimplantation in der Literatur die besten Resultate. Das Langzeitergebnis wird neben der Wahl des operativen Verfahrens zusätzlich durch Begleitverletzungen und der schlussendlich erreichten Stabilität des Gelenkes beeinflusst.

Trotz der modernen chirurgischen Therapiemöglichkeiten zeichnet sich immer wieder ein Trend zur konservativen Therapie ab, der nicht nur für die Mason I, sondern interessanterweise

auch zunehmend für die Mason II Fraktur gilt. Hier können geplante prospektive randomisierte Studien Aufschluss über die besseren Langzeitergebnisse bringen.

8. Übersicht Tabellen und Abbildungen

Tabelle 1:	Physiologische ROM im Ellenbogengelenk nach Neutral-Null-Methode
Tabelle 2:	Frakturklassifikation nach Mason, modifiziert nach Broberg und Morrey
Tabelle 3:	Inzidenz der Begleitverletzungen
Tabelle 4:	Therapie in Abhängigkeit vom Frakturtyp
Tabelle 5:	Instabilität im Ellenbogengelenk
Tabelle 6:	Schmerzen, Aktivitätsminderung und Schmerzmedikation
Tabelle 7:	BMS bei Mason I konservativ vs. operativ
Tabelle 8:	BMS - Alle Therapieverfahren
Tabelle 9:	SF-36 - Alle Therapieverfahren, Männer vs. Frauen

Abbildung 1:	Das knöcherne Ellenbogengelenk
Abbildung 2:	Bandstrukturen des Ellenbogens
Abbildung 3	Der ‘Verletzungsbogen’ beschrieben von Amis und Miller
Abbildung 4:	Typischer Unfallmechanismus bei der Fraktur des RKs (aus Morrey: The Elbow and its Disorders)
Abbildung 5:	Frakturklassifikation des proximalen Radius (aus Müller AO Classification of Fractures, 2006)
Abbildung 6:	Untersuchung der Ellenbogenstabilität nach Morrey ¹⁰⁶
Abbildung 7:	Altersverteilung im Kollektiv
Abbildung 8:	Prozentuale Verteilung der zu Grunde liegenden Unfallursache

- Abbildung 9:** Fraktуреinteilung nach Mason, Gesamtkollektiv und aufgeteilt nach Geschlecht
- Abbildung 10:** Therapieverfahren
- Abbildung 11:** Ergebnisse aller Patienten im Broberg-Morrey-Score
- Abbildung 12:** BMS bei Mason I-Fraktur
- Abbildung 13:** BMS bei Mason II-Fraktur
- Abbildung 14:** BMS bei Mason III-Fraktur
- Abbildung 15:** Ergebnisse des BMS nach Mason I bis III in der Übersicht
- Abbildung 16:** Vergleich der Mittelwerte der 8 Dimensionen des SF-36 männliche Patienten vs. Normpopulation
- Abbildung 17:** Vergleich der Mittelwerte der 8 Dimensionen des SF-36 weibliche Patienten vs. Normpopulation
- Abbildung 18:** BMS und SF-36 in Abhängigkeit vom Intervall Unfall-Operation
- Abbildung 19:** BMS bei Osteosynthese mittels Minischrauben gesamt
- Abbildung 20:** BMS bei singulärer Minischraube
- Abbildung 21:** BMS bei Doppel-Minischraube
- Abbildung 22:** BMS bei Osteosynthese mittels Mini-T-Platte
- Abbildung 23:** BMS bei der RK-Resektion
- Abbildung 24:** Arbeitsunfähigkeit in Wochen

9. Literaturverzeichnis

1. Agropoulos Z, Papachristou G, Gavras M, Hartofilakidis-Garofalidi. Carpal Scaphoid fracture associated with fracture of the radial head. *Injury* 1973;5:84-6.
2. Akesson T, Herbertsson P, Josefsson PO, Hasselius R, Besjakov J, Karlsson MK. Primary nonoperative treatment of moderately displaced two-part fractures of the radial head. *J.Bone Joint Surg.Am.* 2006 Sep;88(9):1909-14.
3. Akesson T, Herbertsson P, Josefsson PO, Hasselius R, Besjakov J, Karlsson MK. Displaced fractures of the neck of the radius in adults. An excellent long-term outcome. *J.Bone Joint Surg.Br.* 2006;88(5):642-4.
4. Ambacher T, Maurer F, Weise K. Behandlungsergebnisse nach primärer und sekundärer Radiusköpfchenresektion. *Der Unfallchirurg* 2000;103:437-43.
5. Amis AA, Miller JH. The mechanisms of elbow fractures: an investigation using impact tests in vitro. *Injury* 1995;26:163-8.
6. Antuna SA, Sanchez Marquez JM, Barco R. Long term results of radial head resection following isolated radial head fractures in patients younger than forty years old. *J.Bone Joint Surg.Am.* 2010;92:558-66.
7. Arner O, Ekengren K, Von Schreeb T. Fractures of the Head and Neck of the Radius, A Clinical and Roentgenographic Study of 310 Cases. *Acta Chirurgica Scandinavica* 1957;112(2):115-34.
8. Arvidsson H, Johansson O. Arthrography of the elbow-joint. *Acta radiol.* 1955;43:445-52.
9. Bain GI, Ashwood N, Baird R, Unni R. Management of Mason type-III radial head fractures with a titanium prosthesis, ligament repair, and early mobilization. Surgical technique. *J.Bone Joint Surg.Am.* 2005;87 Suppl 1:136-47.

10. Beingsner DM, Dunning CE, Gordon KD, Johnson JA, King GJ. The effect of radial head fracture size on elbow kinematics and stability. *J Orthop Res* 2005;23(1) :210-7.
11. Bennett JB. Radial head fractures: Diagnosis and management. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* 1993;2:264-73.
12. Böhler L. *Die Technik der Knochenbruchbehandlung*. 9.-11. Auflage ed.Maudrich, Wien, 1944:485-506.
13. Bonura F. Prevention, screening, and management of osteoporosis: an overview of the current strategies. *Postgrad.Med.* 2009;121:5-17.
14. Brinkman JM, Rahusen FT, de Vos MJ, Eygendaal D. Treatment of sequelae of radial head fractures with a bipolar radial head prosthesis: good outcome after 1-4 years follow-up in 11 patients. *Acta Orthop.* 2005;76(6):867-72.
15. Broberg MA, Morrey BF. Results of delayed excision of the radial head after fracture. *Journal of Bone & Joint Surgery (Am.)* 1986;68:669-74.
16. Broberg MA, Morrey BF. Results of treatment of fracture-dislocations of the elbow. *Clin.Orthop.Relat Res.* 1987;109-19.
17. Bruinsma WE, Kodde IF, de Muinck Keizer RJ, Kloen P, Lindenhovius AL, Vroemen JP, Haverlag R, van den Bekerom MP, Bolhuis HW, Bullens PH, Meylaerts SA, van der Zwaal P, Steller PE, Hageman M, Ring DC, den Hartog D, Hammacher ER, King GJ, Athwal GS, Faber KJ, Drosdowech D, Grewal R, Goslings JC, Schep NW, Eygendaal D. A randomized controlled trial of nonoperative treatment versus open reduction and internal fixation for stable, displaced, partial articular fracture of the radial head: the RAMBO trial. *BMC Musculoskeletal Disorders* 2014;15:147.

18. Buckup K. *Klinische Test an Knochen, Muskeln und Gelenken*. 3. Auflage ed. Stuttgart: Thieme Verlag, 2005.
19. Bullinger M, Kirchberger I. SF-36 Fragebogen zum Gesundheitszustand (SF-36 Questionnaire concerning Health Status). 1998. Göttingen, Bern, Toronto, Seattle, Toronto, Hogrefe.
20. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin. 2009. 27-10-2009.
21. Burkhart KJ, Franke S, Wegmann K, Ries C, Dehlinger F, Müller LP, Hollinger B. Mason I Fracture - a simple injury? *Unfallchirurg* 2015;118(1):9-17.
22. Calfee R, Madom I, Weiss AP. Radial head arthroplasty. *J.Hand Surg.[Am.]* 2006;31:314-21.
23. Capo JT, Dziadosz DT. Operative Fixation of Radial Head Fractures. *Techniques in Shoulder and Elbow Surgery* 2007;8:89-97.
24. Capo JT, Svach D, Ahsgar J, Orillaza NS, Sabatino CT. Biomechanical Stability of Different Fixation Constructs for ORIF of Radial Neck Fractures. *Orthopedics* 2008;31:991.
25. Celli A, Nicoli E. Fractures of the radial head associated with dislocation of the elbow. *Chir Organi Mov* 2004;89:7-19.
26. Charalambous CP, Stanley JK, Siddique I, Powell E, Ramamurthy C, Gagey O. Radial head fracture in the medial collateral ligament deficient elbow; biomechanical comparison of fixation, replacement and excision in human cadavers. *Injury* 2006;37:849-53.
27. Coleman DA, Blair WF, Shurr D. Resection of the radial head for fracture of the radial head. *J.Bone Joint Surg.Am.* 69, 385-392. 1987.
28. Cutler CW. Fractures of the head and neck of the radius. *Annals of Surgery* 83(2), 267-278. 1926.

29. Desai MM, Sonone SV, Badve SA. Terrible triad of the elbow: a case report of a new variant. *J.Postgrad.Med.* 2006;52:43-4.
30. Doornberg JN, Linzel DS, Zurakowski D, Ring D. Reference points for radial head prosthesis size. *J.Hand Surg.[Am.]* 2006;31:53-7.
31. Doser A, Markmiller M, Strohm PC, Südkamp NP. Diagnostik und Behandlung der Essex-Lopresti-Verletzung. *Der Unfallchirurg* 2006;109:593-9.
32. Drenckham D. Skelett und Muskelsystem. In: Benninghoff A, Drenckham D, eds. *Anatomie*. 16. Auflage ed. München, Jena: Urban & Fischer, 2003:231-532.
33. Duckworth AD, Watson BS, Will EM, Petrisor BA, Walmsley PJ, Court-Brown CM, McQueen MM. Radial head and neck fractures: functional results and predictors of outcome. *J Trauma* 2011;71:643-8.
34. Duparc J, Gschwend N, Rozing PM. *Chirurgische Techniken in Orthopädie und Traumatologie - Oberarm, Ellenbogen und Unterarm*. München: Elsevier, 2005.
35. Edwards GS, Jr., Jupiter JB. Radial head fractures with acute distal radioulnar dislocation. Essex-Lopresti revisited. *Clin.Orthop.Relat Res.* 1988;61-9.
36. Egol KA, Immerman I, Paksima N, Tejwani N, Koval KJ. Fracture-dislocation of the elbow functional outcome following treatment with a standardized protocol. *Bull.NYU.Hosp.Jt.Dis.* 2007;65:263-70.
37. Ellert U, Bellach B-M. Der SF-36 im Bundes-Gesundheitssurvey - Beschreibung einer aktuellen Normstichprobe. *Gesundheitswesen* 61 (1999) Sonderheft 2 S184 - 190 . 1999. Georg Thieme Verlag Stuttgart, New York.
38. Ellert U, Knopf H. Zufriedenheit mit Lebensumständen und Gesundheit. *Gesundheitswesen* 61 (1999) Sonderheft, 145-150. 1999. Stuttgart, New York, Georg Thieme Verlag.

39. Esser RD, Davis S, Taavao T. Fractures of the radial head treated by internal fixation: late results in 26 cases. *J.Orthop.Trauma* 1995;9:318-23.
40. Europäische Agentur für Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz. European Agency for Safety and Health at Work. 2009. 1-9-2009.
41. Faschingbauer M, Melners J, Wallstabe S, Seide K, Jürgens C. Ellengelenknahe Unterarmfrakturen. *Trauma und Berufskrankheit* 9, Suppl 2, S192-S196. 2007. Springer Verlag.
42. Frankle MA, Koval KJ, Sanders RW, Zuckerman JD. Radial head fractures associated with elbow dislocations treated by immediate stabilization and early motion. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* 1999;8:355-60.
43. Fuchs S, Chylarecki C. Do functional deficits result from radial head resection? *J.Shoulder.Elbow.Surg.* 1999;8:247-51.
44. Furey MJ, Sheps DM, White NJ, Hildebrand KA. A retrospective cohort study of displaced segmental radial head fractures: is 2 mm of articular displacement an indication for surgery? *J Shoulder Elbow Surg* 2014;22:636-41.
45. Gabel J, Bühren V. Off-Label Anwendungen bei winkelstabiler Plattenfixation. *Trauma und Berufskrankheit* 8, 235-243. 2006. Springer Verlag.
46. Gebauer M, Barvencik F, Rucker AH, Rueger JM. Surgery for dislocated radial head fractures. *Unfallchirurg* 2005;108:669-71.
47. Gebauer M, Rucker AH, Barvencik F, Rueger JM. Therapy for radial head fractures. *Unfallchirurg* 2005;108:657-67.
48. Geel CW, Palmer AK. Radial head fractures and their effect on the distal radioulnar joint. A rationale for treatment. *Clin.Orthop.Relat Res.* 1992;79-84.

49. Geel CW, Palmer AK, Ruedi T, Leutenegger AF. Internal fixation of proximal radial head fractures. *J.Orthop.Trauma* 1990;4:270-4.
50. Givissis PK, Symeonidis PD, Ditsios KT, Dionellis PS, Christodoulou AG. Late Results of Absorbable Pin Fixation in the Treatment of Radial Head Fractures. *Clin.Orthop.Relat Res.* 2008;466:1217-24.
51. Goldberg I, Peylan J, Yosipovitch Z. Late Results of excision of the radial head for an isolated closed fracture. *J.Bone Joint Surg.Am.* 1986;675-9.
52. Goost H, Rangger C. Radiusköpfchenbrüche - Wo liegt das Problem? *Trauma und Berufskrankheit* Supplement 3, 2004-6, S339-S343. 2004. Springer Verlag.
53. Hall JA, McKee MD. Posterolateral rotatory instability of the elbow following radial head resection. *J.Bone Joint Surg.Am.* 2005;87:1571-9.
54. Harrington IJ, Sekyi-Otu A, Barrington TW, Evans DC, Tuli V. The functional outcome with metallic radial head implants in the treatment of unstable elbow fractures: a long-term review. *J.Trauma* 2001;50:46-52.
55. Harrington IJ, Tountas AA. Replacement of the radial head in the treatment of unstable elbow fractures. *Injury* 1981;12:405-12.
56. Harrison JWK, Chitre A, Lammin K, Warner JG, Hodgson SP. Radial Head Fractures in Adults. *Current Orthopaedics* 2007;21:59-64.
57. Herbertsson P, Josefsson PO, Hasselius R, Besjakov J, Nyqvist F, Karlsson MK. Fractures of the radial head and neck treated with radial head excision. *J.Bone Joint Surg.Am.* 2004;86-A:1925-30.

58. Herbertsson P, Josefsson PO, Hasserijs R, Karlsson C, Besjakov J, Karlsson M. Uncomplicated Mason type-II and III fractures of the radial head and neck in adults. A long-term follow-up study. *J.Bone Joint Surg.Am.* 2004;86-A:569-74.
59. Herbertsson P, Josefsson PO, Hasserijs R, Karlsson C, Besjakov J, Karlsson MK. Displaced Mason type I fractures of the radial head and neck in adults: a fifteen- to thirty-three-year follow-up study. *J.Shoulder.Elbow.Surg.* 2005;14:73-7.
60. Hilgert RE, Dallek M, Radonich H, Jungbluth KH . Die unterschiedlichen Verletzungsmuster jugendlicher und erwachsener Inline-Skater. *Unfallchirurgie* 1998;24:277-83.
61. Hodge JC. Bilateral radial head and neck fractures. *J.Emerg.Med.* 1999;17:877-81.
62. Holdsworth BJ, Edwards C. Fractures and Dislocations of the elbow. *Surgery* 2006;24:12:421-5.
63. Holz U, Weller S, Schmikarski C. Ergebnisse nach konservativer Behandlung der Radiusköpfchenfraktur. *Hefte Unfallheilkd* 1982;155:126-33.
64. Hotchkiss RN. Fractures and Dislocations of the Elbow. In: Rockwood C, Green D, Buchholz RW et al., eds. *Fractures in Adult*. New York, Philadelphia: Lippincott-Raven-Publishers, 1996:929-1024.
65. Hotchkiss RN. Longitudinal instability of the forearm. From the 67th annual meeting of the American Academy of Orthopaedic Surgeons (ASSH). 2000. 15-3-2000.
66. Hotchkiss RN. Displaced Fractures of the Radial Head: Internal Fixation or Excision? *J.Am.Acad.Orthop.Surg.* 1997;5:1-10.
67. Ikeda M, Sugiyama K, Kang C, Tagagaki T, Oka Y. Comminuted fractures of the radial head: comparison of resection and internal fixation. Surgical technique. *J.Bone Joint Surg.Am.* 2006;88 Suppl 1 Pt 1:11-23.

68. Ikeda M, Yamashina Y, Kamimoto M, Oka Y. Open reduction and internal fixation of comminuted fractures of the radial head using low-profile mini-plates. *J.Bone Joint Surg.Br.* 2003;85:1040-4.
69. Itamura J, Roidis N, Mirzayan R, Vaishnav S, Leach T, Shean C. Radial head fractures: MRI evaluation of associated injuries. *J.Shoulder.Elbow.Surg.* 2005;14:421-4.
70. Janda V. *Manuelle Muskelfunktionsdiagnostik*. 4.Auflage ed.Urban & Fischer Verlag, 2000.
71. Janssen RP, Vegter J. Resection of the radial head after Mason type-III fractures of the elbow: follow-up at 16 to 30 years. *J.Bone Joint Surg.Br.* 1998;80:231-3.
72. Johns AM. Time off work after hand injury. *Injury* 1981;12:417-24.
73. Johnson JA, Beingessner DM, Gordon KD, Dunning CE, Stacpoole, RA, King GJ. Kinematics and stability of the fractured and implant-reconstructed radial head. *J.Shoulder.Elbow.Surg.* 2005;14:195S-201S.
74. Josten C, Korner J. Frakturen und Luxationen am proximalen Unterarm. *Trauma und Berufskrankheit* 2000;2 (Suppl.2):194-8.
75. Josten C, Lill H. *Ellenbogenverletzungen*. Darmstadt: Steinkopff Verlag, 2002:1-182.
76. Judet T, Garreau de Loubresse C, Piriou P, Charnley G. A floating prosthesis for radial-head fractures. *J.Bone Joint Surg.Br.* 1996;78:244-9.
77. Kaas L, Struijs PA, Ring D, van Dijk CN, Eygendaal D. Treatment of Mason Type II radial head fractures without associated fractures or elbow dislocation: a systematic review. *J.Hand Surg.[Am.]* 2012;1416-21.

78. Kaas L, van Riet RP, Vroemen J, Eygendaal D. The incidence of associated fractures of the upper limb in fractures of the radial head. *Strategies in Trauma and Limb Reconstruction* 2008;3:71-4.
79. Källicke T, Muhr G, Frangen TM. Dislocation of the elbow with fractures of the coronoid process and radial head. *Arch.Orthop.Trauma Surg.* 2007;127:925-31.
80. Katthagen JC, Jensen G, Lill H, Voigt C. Monobloc radial head prostheses in complex elbow injuries: results after primary and secondary implantation. *Int.Orthop.* 2012.
81. Kayser R, Stahel PF. Ellenbogenverletzungen und Relevanz funktioneller Defizite. *Manuelle Medizin* 2006;44:291-4.
82. King GJ, Evans DC, Kellam JF. Open reduction and internal fixation of radial head fractures. *J.Orthop.Trauma* 1991;5:21-8.
83. Kleinschmidt AA, Wening JV. Die bilaterale, metachrone dislozierte Radiushalfraktur als Rarität kindlicher Frakturen. *Journal der Deutschen Gesellschaft für Plastische und Wiederherstellungschirurgie e.V.* 2001;29-32.
84. Kosinski M, Keller SD, Hatoum HT, Kong SX, Ware JE Jr. The SF-36 Health Survey as a generic outcome measure in clinical trials of patients with osteoarthritis and rheumatoid arthritis: tests of data quality, scaling assumptions and score reliability. *Med.Care* 1999;37:MS10-MS22.
85. Koslowsky TC, Mader K, Gausepohl T, Pennig D. Reconstruction of Mason type-III and type-IV radial head fractures with a new fixation device: 23 patients followed 1-4 years. *Acta Orthop.* 2007;78:151-6.
86. Lamas C, Castellanos J, Proubasta I, Dominguez E. Comminuted radial head fractures treated with pyrocarbon prosthetic replacement. *Hand 11 A.D.;*1:27-33.

87. Lewiecki EM. Managing osteoporosis: challenges and strategies. *Cleve.Clin.J.Med.* 2009;76:457-66.
88. Lill H, Voigt C. Injuries of the elbow joint. *Chirurg* 2004;75:1037-50.
89. Lindemann-Sperfeld L, Jansch L, Genest M, Haferkorn K, Marintschev I, Otto W. Differential therapy in radial head fractures. *Zentralbl.Chir* 2002;127:218-33.
90. Lindenhovius ALC, Felsch Q, Ring D et al. The long-term outcome of open reduction and internal fixation of stable displaced isolated partial articular fractures of the radial head. *J Trauma* 2009;67:143-6.
91. Liow RY, Cregan A, Nanda R et al. Early mobilisation for minimally displaced radial head fractures is desirable. A prospective randomised study of two protocols. *Injury* 2002;33:801-6.
92. Lutz Lindemann-Sperfeld. Differenzialtherapie der Radiusköpfchenfraktur in Abhängigkeit vom Frakturtyp. *Trauma und Berufskrankheit* 2004;Volume 2, Number 4:304-12.
93. Mahmoud SS, Moideen AN, Kotwal R et al. Management of Mason type 1 radial head fractures: a regional survey and review of literature. *Eur J Orthop Surg Traumatol* 2013;Epub ahead of print.
94. Malmvik J, Herbertsson P, Josefsson PO et al. Fracture of the radial head and neck of Mason types II and III during growth: a 14-25 year follow-up. *J.Pediatr.Orthop.B* 2003;12:63-8.
95. Mason ML. Some observations on fractures of the head of the radius with a review of one hundred cases. *The British Journal of Surgery* 1954;42:123-32.
96. Mason ML., Shutkin NM. Immediate active motion treatment of fractures of the head and neck of the radius. *Surg Gynaecol Obstet* 1943;76:731-7.

97. Mayhall WST, Tiley FT, Paluska DJ. Fracture of Silastic Radial-Head Prosthesis. *J.Bone Joint Surg.Am.* 1981;63:459-60.
98. McKee MD, Jupiter JB. Trauma to the adult elbow and fractures of the distal humerus. In: Browner B, Jupiter JB, Levine L et al., eds. *Skeletal Trauma*. Philadelphia: Saunders, 1998:1455-69.
99. McKee MD, Pugh DM, Wild LM et al. Standard surgical protocol to treat elbow dislocations with radial head and coronoid fractures. Surgical technique. *J.Bone Joint Surg.Am.* 2005;87 Suppl 1:22-32.
100. McRae R. *Praxis der Frakturenbehandlung*. 3. Auflage ed. Stuttgart, Jena, New York: Gustav Fischer Verlag, 1995.
101. Meyer-Marcotty M. Die Differenzialtherapie der Radiusköpfchenfraktur: Eine kritische Analyse anhand der Ergebnisse von 53 Patienten. *Der Unfallchirurg* 2002;105, Nr. 6:532-9.
102. Michels F, Pouliart N, Handelberg F. Arthroscopic management of Mason type 2 radial head fractures. *Knee.Surg.Sports Traumatol.Arthrosc.* 2007.
103. Miller JH. Mechanism of elbow injury. In: Dowson D, Wright V, eds. *Introduction to the Biomechanics of Joints and Joint replacements*. London: Mechanical Engineering Press, 1981:222.
104. Moghaddam A, Lennert A, Studier-Fischer S et al. Endoprothesenversorgung nach Radiusköpfchentrümmerfrakturen. *Unfallchirurg* 2008;111:997-1004.
105. Moll KJ, Moll M. *Anatomie*. 15. Auflage ed. Lübeck, Stuttgart, Jena, Ulm: Gustav Fischer Verlag, 1997.
106. Morrey BF. Radial head fractures. In: Morrey BF, ed. *The elbow and its disorders*. Philadelphia: Saunders; 3 edition (March 15, 2000), 2000.

107. Morrey BF, Askew L, Chao EY. Silastic prosthetic replacement for the radial head. *J.Bone Joint Surg.Am.* 63, 454-458. 1981.
108. Morrey BF, Chao EY, Hui FC. Biomechanical study of the elbow following excision of the radial head. *Journal of Bone & Joint Surgery* 1979;61 (1):63-8.
109. Morrey BF, Chao E. Passive Motion of the elbow joint. *J.Bone Joint Surg.Am.* 58, 501-508. 1976.
110. Morrey BF, Tanaka S, An KN. Valgus stability of the elbow. A definition of primary and secondary constraints. *Clin.Orthop.Relat Res.* 1991;265:187-95.
111. Müller ME. *AO Classification of Fractures - Long Bones.* (2006 /I). 2006. Switzerland, AO Publishing.
112. Netter FH, et al. *Atlas der Anatomie des Menschen.* ICON Learning Systems, 2003.
113. Niethard FU, Weber M, Heller KD. *Orthopädie compact.* 1 ed. Stuttgart: Thieme Verlag, 2005.
114. O'Driscoll SW, Jupiter JB, Cohen MS et al. Difficult elbow fractures: pearls and pitfalls. *Instr.Course Lect.* 2003;52:113-34.
115. O'Driscoll SW, Morrey BF. Arthroscopy of the elbow. Diagnostic and therapeutic benefits and hazards. *J.Bone Joint Surg.Am.* 1992;74:84-94.
116. Ottink DA, van Zutphen SW, van Doorn R et al. Successful fixation of Mason type 2 radial head fractures using Meniscus Arrows. *Knee.Surg.Sports Traumatol.Arthrosc.* 2014;22:49-52.
117. Pappas N, Bernstein J. Fractures in Brief - Radial Head Fractures. *Clin.Orthop.Relat Res.* 2009;914-6.
118. Patel AA, Donegan D, Albert T. The 36-item short form. *J.Am.Acad.Orthop.Surg.* 2007;15:126-34.

119. Pike JM, Athwal GS, Faber KJ et al. Radial Head Fractures - An Update. *J.Hand Surg.[Am.]* 2009;34:557-65.
120. Pomianowski S, Morrey BF, Neale PG et al. Contribution of monoblock and bipolar radial head prostheses to valgus stability of the elbow. *J.Bone Joint Surg.Am.* 2001;83 -A:1829-34.
121. Radin EL, Riseborough EJ. Fractures of the radial head. A review of eighty-eight cases and analysis of the indications for excision of the radial head and non-operative treatment. *J.Bone Joint Surg.Am.* 1966;48:1055-64.
122. Radoschewski M, Bellach B-M. Der SF-36 im Bundes-Gesundheits-Survey – Möglichkeiten und Anforderungen der Nutzung auf der Bevölkerungsebene. *Gesundheitswesen* 61 (1999) Sonderheft 2 S191-S199© . 1999. Georg Thieme Verlag Stuttgart · New York.
123. Regel G, Seekamp A, Blauth M et al. Complex injury of the elbow joint. *Unfallchirurg* 1996;99:92-9.
124. Ring D, Jupiter JB, Zilberfarb J. Posterior dislocation of the elbow with fractures of the radial head and coronoid. *J.Bone Joint Surg.Am.* 2002;84-A:547-51.
125. Ring D, Koris M, Jupiter JB. Instability after total elbow arthroplasty. *Orthop.Clin.North Am.* 2001;32:671-7, ix.
126. Ring D, Psychoyios VN, Chin KR et al. Nonunion of nonoperatively treated fractures of the radial head. *Clin.Orthop.Relat Res.* 2002;235-8.
127. Ring D, Quintero J, Jupiter JB. Open reduction and internal fixation of fractures of the radial head. *J.Bone Joint Surg.Am.* 2002;84-A:1811-5.
128. Werte der acht SF-Skalen nach Alter und Geschlecht [database online]. Robert Koch Institut, 2004.

129. Röhm C, Lill H, Korner J et al. Radiusköpfchenfrakturen: Rekonstruktion, Resektion, Ersatz? *Trauma und Berufskrankheit* 2002;4 (Supplement 1):91-5.
130. Rosenblatt Y, Athwal GS, Faber KJ. Current recommendations for the treatment of radial head fractures. *Orthop.Clin.North Am.* 2008;39:185.
131. Rössler H, Rüter W. *Orthopädie und Unfallchirurgie*. 19. Auflage ed.Elsevier GmbH, Urban & Fischer Verlag, 2004.
132. Rössler H, Rüter W. *Orthopädie und Unfallchirurgie*. 19 ed. München, Germany: Elsevier GmbH, 2005.
133. Ruchholtz S, Wirtz D. *Orthopädie und Unfallchirurgie*. 1 ed. Stuttgart: Georg Thieme Verlag, 2010:343.
134. Rüter A, Trentz O, Wagner M. *Unfallchirurgie*. 2.Auflage ed.Elsevier Verlag, 2004.
135. Sanders RA, French HG. Open reduction and internal fixation of comminuted radial head fractures. *Am.J.Sports Med.* 1986;14:130-5.
136. Schiebler TH, Korf HW. *Anatomie*. 10. Auflage ed.Steinkopff Verlag, 2007.
137. Schneiders W, Stryer V, Olbrich A et al. Open reconstruction of radius head fractures with and without accompanying ligament instability. Treatment results. *Unfallchirurg* 2013;116:1085-91.
138. Seijas R, Joshi N, Hernandez A et al. Terrible triad of the elbow--role of the coronoid process: a case report. *J.Orthop.Surg.(Hong.Kong.)* 2005;13:296-9.
139. Simon P, Unterhauser F, von Roth P et al. Treatment of Mason type II radial head fracture by percutaneous reduction. *Unfallchirurg* 2014;117:341-7.
140. Speed K. Ferrule Caps for the head of the radius. *The Journal of Surgery, Gynecology, Obstetrics* 1941;73:845.

141. Strohbach D. Behandlung des Ellenbogengelenkes aus physiotherapeutischer Sicht. *Manuelle Medizin* 44, 281-284. 10-8-2006. Springer Verlag.
142. Struijs PA, Smit G, Steller EP. Radial head fractures: effectiveness of conservative treatment versus surgical intervention. A systematic review. *Arch.Orthop.Trauma Surg.* 2007;127:125-30.
143. Swanson AB, Jaeger SH, La RD. Comminuted fractures of the radial head. The role of silicone-implant replacement arthroplasty. *J.Bone Joint Surg.Am.* 1981;63:1039-49.
144. Takigawa N, Ryu J, Kish VL et al. Functional anatomy of the lateral collateral ligament complex of the elbow: morphology and strain. *J.Hand Surg.[Br.]* 2005;143-7.
145. Tarlov AR, Ware JE, Jr., Greenfield S et al. The Medical Outcomes Study. An application of methods for monitoring the results of medical care. *JAMA* 1989;262:925-30.
146. Thomann K-D, Schröter F, Grosser V. *Orthopädisch- unfallchirurgische Begutachtung*. 1 ed. München: Elsevier, 2009.
147. Van Glabbeek F., van Riet RP, Verstreken J. Current concepts in the treatment of radial head fractures in the adult. A clinical and biomechanical approach. *Acta Orthop Belg.* 2001;67:430-41.
148. Van Glabbeek F., van Riet RP, Verstreken J. Current concepts in the treatment of radial head fractures in the adult. A clinical and biomechanical approach. *Acta Orthop Belg.* 2001;67:430-41.
149. Van Glabbeek F, van Riet RP, Baumfeld JA et al. Detrimental effects of overstuffing or understuffing with a radial head replacement in the medial collateral-ligament deficient elbow. *J.Bone Joint Surg.Am.* 2004;86-A:2629-35.
150. Van Glabbeek F, van Riet RP, Baumfeld JA et al. The kinematic importance of radial neck length in radial head replacement. *Med.Eng Phys.* 2005;27:336-42.

151. Van Glabbeek F, van Riet RP, Baumfeld JA et al. The kinematic importance of radial neck length in radial head replacement. *Med.Eng Phys.* 2005;27:336-42.
152. Van Glabbeek F, van Riet RP, Baumfeld JA et al. The kinematic importance of radial neck length in radial head replacement. *Med.Eng Phys.* 2005;27:336-42.
153. van Riet RP, Morrey BF. Documentation of Associated Injuries Occurring With Radial Head Fracture. *Clin.Orthop.Relat Res.* 2008;466:130-4.
154. van Riet RP, Morrey BF, O'Driscoll SW et al. Associated injuries complicating radial head fractures: a demographic study. *Clin.Orthop.Relat Res.* 2005;441:351-5.
155. Vanderwilde RS, Morrey BF, Melberg MW et al. Inflammatory arthritis after failure of silicone rubber replacement of the radial head. *Journal of Bone & Joint Surgery Br.* 1994;76:78-81.
156. Ware JE, Jr., Sherbourne CD. The MOS 36-item short-form health survey (SF-36). I. Conceptual framework and item selection. *Med.Care* 1992;30:473-83.
157. Weber O, Kabir K, Gravius S et al. Behandlungsergebnisse nach postprimärer Versorgung von Ellenbogenverletzungen mit einer Radiuskopfprothes. *Obere Extremität* 2008;3:136-42.
158. Wick M, Lies A, Muller EJ et al. Prostheses of the head of the radius. What outcome can be expected? *Unfallchirurg* 1998;101:817-21.
159. Wildin CJ, Bhowal B, Dias JJ. The incidence of simultaneous fractures of the scaphoid and radial head. *The Journal of Hand Surgery* 2001;26:25-7.
160. Wirth CJ, Zichner L. *Orthopädie und Orthopädische Chirurgie, Ellenbogen, Unterarm, Hand.* Stuttgart: Thieme, 2003:451-457.
161. Wretenberg P, Ericson A, Stark A. Radial head prosthesis after fracture of radial head with associated elbow instability. *Arch.Orthop.Trauma Surg.* 126, 145-149. 2006. Springer Verlag.

162. Zimmermann G, Wagner C, Moghaddam A et al. Radiusköpfchenfraktur und Ellenbogenluxation. *Trauma und Berufskrankheit* 6, 297-303. 13-10-2004. Springer Verlag.
163. Zwingmann J, Welzel M, Dovi Akue D et al. Clinical results after different operative treatment methods of radial head and neck fractures: a systematic review and meta-analysis of clinical outcome. *Injury* 2014;44:1540-50.

10. Anhang

10.1. Klinischer Untersuchungsbogen

Nachuntersuchungsbogen zur RK-Fraktur

1. Epidemiologie

Datum der Nachuntersuchung: ____ . ____ . 20__
 Wie lang nach Trauma: _____ (in Jahren)
 Geschlecht: m w
 Unfallursache: _____
 Unfalldatum: ____ . ____ . ____ (tt.mm.jjjj)
 Datum Aufnahme: ____ . ____ . ____ (tt.mm.jjjj)
 Therapie: konservativ
 operativ Datum OP: ____ . ____ . ____ (tt.mm.jjjj)
 Lokalisation: rechts links
 Dominante Seite: rechts links

2. Begleitverletzungen:

Nervenläsionen: Nein Ja : _____
 Gefäßläsionen: Nein Ja : _____
 Muskelläsionen: Nein Ja : _____

Bei Luxationen bitte ausfüllen:

Art der Luxation: einfache
 hintere
 posterolaterale
 Sonstige: _____
 Luxationsfrakturen: keine
 Radiusköpfchen
 Caputulum Humeri
 Proc. Coronoideus
 Epicondylus (lat. / med.)
 Sonstige knöcherne Abschlagfragmente: _____

3. Erstversorgung

Gips Fixateur Externe IROM Schiene

4. Nachbehandlung

Dauer der stationären Behandlung (in d)	
Dauer der ambulanten Behandlung (in d)	
Dauer der Gipsruhigstellung (in d)	
Beginn mit der Schienenbehandlung (in d nach dem Unfall)	
Dauer der Schienenbehandlung (in d nach Unfall)	
Krankengymnastische Nachbehandlung (in d)	
Dauer der Arbeitsunfähigkeit (in d)	
Beweglichkeit zum Abschluss der Behandlung: Extension / Flexion	- - °
Beweglichkeit zum Abschluss der Behandlung: Supination / Pronation	- - °
Stabilität zum Abschluss der Behandlung	
Bei initialer Luxation: Relaxation?	<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja, Datum:

5. Klinische Nachuntersuchung

Gelenkkonturen: _____

Motorik: _____

Durchblutung: _____

Sensibilität: _____

Durchbewegung: Reiben Knacken

Bewegungsumfang

	rechts			links		
Extension / Flexion						
Supination / Pronation						

Umfangsmessung

	rechts	links
+ 15 cm		
Gelenk (Radiusköpfchen)		
+ 10 cm		
Handgelenk		

Valgus / Varus- Stresstest

Stabilität gegeben? Ja Nein, _____

10.2. Broberg-Morrey-Score

1. Schmerzsymptomatik (30 Pkt.)	
Kein Schmerz	30 Pkt.
Leichter Schmerz, kontinuierliche Aktivität, keine Medikation	25 Pkt.
Moderater Schmerz, gelegentliche Aktivität, leichte Medikation	15 Pkt.
Mittelstarke/starke Schmerzen, regelmäßige Medikation	10 Pkt.
Starke, ständige Schmerzen, deutlich limitierte Aktivität	5 Pkt.
Komplette Behinderung durch starke Schmerzen	0 Pkt.

2. Kraft (15 Pkt.) (5 Pkte = normal, 4 Pkte = gut, 3 Pkte = mäßig, 2 Pkte = schwach, 1 Pkt = minimal, 0 Pkte = Paralyse)	
Flexion	/5 Pkt.
Extension	/4 Pkt.
Pronation	/3 Pkt.
Supination	/3 Pkt.

3. Beweglichkeit (37 Pkt.)			
Flexion		Extension	
0 – 30 Grad	0 Pkt.	0 – 10 Grad	8 Pkt.
30 – 50 Grad	3 Pkt.	10 – 30 Grad	7 Pkt.
50 – 70 Grad	6 Pkt.	30 – 50 Grad	5 Pkt.
70 – 90 Grad	9 Pkt.	50 – 70 Grad	2 Pkt.
90 – 100 Grad	11 Pkt.	70 – 90 Grad	0 Pkt.
100 – 110 Grad	13 Pkt.		
110 – 120 Grad	15 Pkt.		
> 120 Grad	17 Pkt.		
Pronation: 0,1 Pkt. pro Grad, maximal 6 Pkt.			
Supination: 0,1 Pkt. pro Grad, maximal 6 Pkt.			

4. Stabilität (6 Pkt.)			
Anterior / Posterior		Medial / Lateral	
Stabiles Gelenk (ohne Zeichen der Instabilität)	3 Pkt.	Stabiles Gelenk (ohne Zeichen der Instabilität)	3 Pkt.
Leicht instabil (5mm bzw. 5° Nachgeben)	2 Pkt.	Leicht instabil (5mm bzw. 5° Nachgeben)	2 Pkt.
Mittelschwer instabil (10mm bzw. 10°)	1 Pkt.	Mittelschwer instabil (10mm bzw. 10°)	1 Punkt
Schwer instabil (> 10mm bzw. > 10°)	0 Pkt.	Schwer instabil (> 10mm bzw. > 10°)	0 Pkt.

5. Funktion (12 Pkt.)					
	Uneingeschränkt (1 Punkt)	Leicht eingeschränkt (0,75 Pkt.)	Schwierig (0,5 Pkt.)	Mit Hilfe (0,25 Pkt.)	Nicht möglich (0 Pkt.)
Hosentasche benutzen					
Vom Stuhl aufstehen					
Analhygiene					
Kontralat. Achsel waschen					
Mit Besteck essen					
Haare kämmen					
5-8 kg Tragen					
Anziehen					
Ziehen					
Werfen					
Leichte Arbeit					
Sport					

6. Ergebnisse Broberg-Morrey-Score	
95 – 100 Pkt.	Exzellent
80 – 95 Pkt.	Gut
50 – 80 Pkt.	Befriedigend
< 50 Pkt.	Unbefriedigend

10.3. GesundheitsfragebogenSF-36

Ihre Gesundheit und Ihr Wohlbefinden

In diesem Fragebogen geht es um die Beurteilung Ihres Gesundheitszustandes. Der Bogen ermöglicht es, im Zeitverlauf nachzuvollziehen, wie Sie sich fühlen und wie Sie im Alltag zurechtkommen. *Vielen Dank für die Beantwortung dieses Fragebogens!*

Bitte kreuzen Sie für jede der folgenden Fragen das Kästchen der Antwortmöglichkeit an, die am besten auf Sie zutrifft.

1. Wie würden Sie Ihren Gesundheitszustand im allgemeinen beschreiben?

Ausgezeichnet:	Sehr gut	Gut	Weniger gut	Schlecht
▼	▼	▼	▼	▼
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2. Im Vergleich zum vergangenen Jahr, wie würden Sie Ihren derzeitigen Gesundheitszustand beschreiben?

Derzeit viel besser als vor einem Jahr	Derzeit etwas besser als vor einem Jahr	Etwas so wie vor einem Jahr	Derzeit etwas schlechter als vor einem Jahr	Derzeit viel schlechter als vor einem Jahr
▼	▼	▼	▼	▼
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3. Die folgenden Fragen beschreiben Tätigkeiten, die Sie vielleicht an einem normalen Tag ausüben. Sind Sie durch Ihren derzeitigen Gesundheitszustand bei diesen Tätigkeiten eingeschränkt? Wenn ja, wie stark?

	Ja, stark eingeschränkt	Ja, etwas eingeschränkt	Nein, überhaupt nicht eingeschränkt
	▼	▼	▼

- Anstrengende Tätigkeiten, z.B. schnell laufen, schwere Gegenstände heben, anstrengenden Sport treiben ; ;
- Mittelschwere Tätigkeiten, z.B. einen Tisch verschieben, staubsaugen, kegeln, Golf spielen ; ;
- Einkaufstaschen heben oder tragen ; ;
- Mehrere Treppenabsätze steigen ; ;
- Einen Treppenabsatz steigen ; ;
- Sich beugen, knien, bücken ; ;
- Mehr als einen Kilometer zu Fuß gehen ; ;
- Mehrere hundert Meter zu Fuß gehen ; ;
- Einhundert Meter zu Fuß gehen ; ;
- Sich baden oder anziehen ; ;

4. Wie oft hatten Sie in den vergangenen 4 Wochen aufgrund Ihrer körperlichen Gesundheit irgendwelche Schwierigkeiten bei der Arbeit oder anderen alltäglichen Tätigkeiten im Beruf bzw. zu Hause?

	Immer	Meistens	Manchmal	Selten	Nie
	▼	▼	▼	▼	▼

- Ich konnte nicht so lange wie üblich tätig sein ; ; ; ;
- Ich habe weniger geschafft als ich wollte ; ; ; ;
- Ich konnte nur bestimmte Dinge tun ; ; ; ;
- Ich hatte Schwierigkeiten bei der Ausführung (z.B. ich musste mich besonders anstrengen) ; ; ; ;

5. Wie oft hatten Sie in den vergangenen 4 Wochen aufgrund seelischer Probleme irgendwelche Schwierigkeiten bei der Arbeit oder anderen alltäglichen Tätigkeiten im Beruf bzw. zu Hause (z.B. weil Sie sich niedergeschlagen oder ängstlich fühlten)?

	Immer	Meistens	Manchmal	Selten	Nie
	▼	▼	▼	▼	▼

- Ich konnte nicht so lange wie üblich tätig sein ; ; ; ;
- Ich habe weniger geschafft als ich wollte ; ; ; ;
- Ich konnte nicht so sorgfältig wie üblich arbeiten ; ; ; ;

6. Wie sehr haben Ihre körperliche Gesundheit oder seelischen Probleme in den vergangenen 4 Wochen Ihre normalen Kontakte zu Familienangehörigen, Freunden, Nachbarn oder zum Bekanntenkreis beeinträchtigt?

	Überhaupt nicht	Etwas	Mäßig	Ziemlich	Sehr
	▼	▼	▼	▼	▼

; ; ; ;

7. Wie stark waren Ihre Schmerzen in den vergangenen 4 Wochen?

	Keine Schmerzen	Sehr leicht	Leicht	Mäßig	Stark	Sehr stark
	▼	▼	▼	▼	▼	▼

; ; ; ; ;

8. Inwieweit haben die Schmerzen Sie in den vergangenen 4 Wochen bei der Ausübung Ihrer Alltagstätigkeiten zu Hause und im Beruf behindert?

	Überhaupt nicht	Etwas	Mäßig	Ziemlich	Sehr
	▼	▼	▼	▼	▼

; ; ; ;

9. In diesen Fragen geht es darum, wie Sie sich fühlen und wie es Ihnen in den vergangenen 4 Wochen gegangen ist. (Bitte kreuzen Sie in jeder Zeile die Zahl an, die Ihrem Befinden am ehesten entspricht). Wie oft waren Sie in den vergangenen 4 Wochen...

	Immer	Meistens	Manchmal	Selten	Nie
voller Leben?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
sehr nervös?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
so niedergeschlagen, dass nichts Sie aufheitern konnte?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ruhig und gelassen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
voller Energie?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
entmutigt und traurig?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
erschöpft?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
glücklich?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
müde?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

10. Wie häufig haben Ihre körperliche Gesundheit oder seelischen Probleme in den vergangenen 4 Wochen Ihre Kontakte zu anderen Menschen (Besuche bei Freunden, Verwandten usw.) beeinträchtigt?

Immer	Meistens	Manchmal	Selten	Nie
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

11. Inwieweit trifft jede der folgenden Aussagen auf Sie zu?

	Trifft ganz zu	Trifft weitgehend zu	Weiß nicht	Trifft weitgehend nicht zu	Trifft überhaupt nicht zu
Ich scheine etwas leichter als andere krank zu werden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich bin genauso gesund wie andere Menschen, die ich kenne	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich erwarte, dass meine Gesundheitszustand sich verschlechtert	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mein Gesundheitszustand ist ausgezeichnet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

10.4. Fragebogen zur beruflichen Tätigkeit

1. Tätigkeit vor dem Unfall (Berufsbezeichnung)
2. Tägliche Aufgaben bei dieser Tätigkeit (Bewegungsmuster)
3. Wie lange waren Sie krankgeschrieben?
4. Bestand nach dem Unfall Erwerbseinschränkung?
5. War aufgrund der Unfallfolge eine berufliche Umorientierung erforderlich?
6. War eine frühe Berentung erforderlich?

11. Glossar

A., Aa	Arteria/e
AO	Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthese
AU	Arbeitsunfähigkeit
BMS	Broberg-Morrey-Score
DRUG	Distales radio-ulnares Gelenk
GUV	Gesetzliche Unfallversicherung
Lig., Ligg	Ligament / Ligamenti
LUCL	Lateral ulnar collateral ligament
M., Mm	Musculus / Musculi
MdE	Minderung der Erwerbsfähigkeit
MOS	Medical Outcome Score
N., Nn	Nervus / Nervi
RK	Radiusköpfchen
RKF	RK-Fraktur
SF	Short Form (Health Survey)
SF-36	Short Form Health Survey 36
V., Vv	Vena/e

12. Danksagung

Ich bedanke mich ganz herzlich bei meinem Doktorvater, PD Dr. med. Chlodwig Kirchhoff und bei Prof. Dr. med. Peter Biberthaler für die Überlassung des Themas.

Besonderer Dank gilt Prof. Dr. med. Wolf Mutschler für die Möglichkeit der Datenerhebung im Innenstadt-Klinikum der LMU München und die Überlassung der Patientendaten.

Außerordentlicher Dank gilt meinem Betreuer, Priv.-Doz. Dr. med. Marc Beirer, für die unermüdliche Unterstützung und Geduld bei der Fertigstellung dieser Dissertation, sowie die wissenschaftliche Betreuung und Beratung.

Des Weiteren möchte ich mich bei meiner Familie, insbesondere Markus, Dominik und Antonia für den Zuspruch und das Korrekturlesen bedanken.

13. Lebenslauf

Name: Natalie Hölzl (geb. Müller)
Geburtsdatum: 23.08.1979
Geburtsort: Korbach
Staatsangehörigkeit: deutsch
Wohnort: 87544 Blaichach

Schulische Ausbildung:

1986 - 1990: Grundschule Sachsenberg, Lichtenfels, Hessen
1990 - 1995: Gymnasium Edertalschule, Frankenberg, Hessen
1995 - 1997: Royal Hospital School, Ipswich, United Kingdom

Studium:

1997 – 2000: **Royal Holloway, University of London**
(Abschluss Bachelor of Science Management Studies & French)

2001 – 2002: **Nature Care College**, Sydney, Australien
(Sports Therapy - Sporttherapeutisches Fachhochschulstudium)

2002-2004: **Ludwig-Maximilians-Universität, München**
(Studium der Humanmedizin, Abschluss Physikum)

2004 - 2009: **Technische Universität München**
(Studium der Humanmedizin, Abschluss Staatsexamen)

Beruflicher Werdegang:

1997 und 1998: Biodata AG Deutschland, **Lichtenfels**
Vertriebsassistentin

1998 - 1999: Portcullis Computer Security Ltd, **London**, United Kingdom
Assistant Marketing Manager

1999: Biodata Information Systems America, **San Francisco**, USA
Marketing & Sales Assistant

2000 - 2001: Biodata Information Systems Australia, **Sydney**, Australia
Marketing Manager

2001 - 2002: Redwood Anti-Ageing Company, **Sydney**, Australia
Marketing Manager

Juli 2009 Ärztliche Approbation

2009 - 2013: Assistenzärztin,
Abteilung Unfallchirurgie, Orthopädie, Hand- und
Wiederherstellungschirurgie
Chefarzt: Dr. med. M. Markmiller (2009-2011),
Prof. Dr. med. G. Täger (seit 2011),
Klinikum Kempten Oberallgäu,
Robert-Weixler Str. 50, 87439 Kempten

Seit 15.09.2014: Assistenzärztin,
Klinik für Anästhesie, Operative Intensivmedizin, Notfallmedizin
Chefarzt Prof. Dr.med. Dr. med. habil. Mathias Haller,
Chefarzt PD Dr. med. Florian Wagner (seit 01.03.2017)
Klinikum Kempten Oberallgäu,
Robert-Weixler Str. 50, 87439 Kempten

Aus- und Fortbildung:

Mountain Emergency Doctor
Diploma of Wilderness and Expedition Medicine
Diploma of Mountain Medicine
Zusatzbezeichnung Notfallmedizin (2013)
Bergrettungsnotarzt
ATLS Provider, ACLS Provider , PALS Provider

Mitgliedschaften:

Gesellschaft für Orthopädisch - Traumatologische Sportmedizin (GOTS)
Verbandsärzte Deutschland e.V.
Deutsche Gesellschaft für Berg- und Höhenmedizin (Vorstand)
Berufsverband Deutscher Anästhesisten (BDA)
Arbeitsgemeinschaft der in Bayern tätigen Notärzte (agbn)
Internationale Commission für Alpine Rettung (ICAR) Medical Commission
Bergwacht Bayern

14. Erklärung

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die der Fakultät für Medizin der Technischen Universität München zur Promotionsprüfung vorgelegte Arbeit mit dem Titel: „**Die Fraktur des Radiusköpfchens - Retrospektive Analyse der Therapie von Frakturen des Radiusköpfchens in Abhängigkeit vom Frakturtyp**“ in der Klinik und Poliklinik für Unfallchirurgie, Klinikum rechts der Isar, München, unter der Anleitung und Betreuung durch Univ.-Prof. Dr. med. Peter Biberthaler und Priv.-Doz. Dr. med. Chlodwig Kirchhoff ohne sonstige Hilfe erstellt und bei der Abfassung nur die gemäß § 6 Abs. 5 angegebenen Hilfsmittel benutzt habe.

Die Daten für die vorliegende Studie wurden in der Chirurgischen Abteilung des Innenstadt Klinikums der Ludwig-Maximilians-Universität München erhoben.

Ich habe die Dissertation in keinem anderen Prüfungsverfahren als Prüfungsleistung vorgelegt.

Die vollständige Dissertation wurde in ... veröffentlicht.

Die Fakultät für ... hat der Vorveröffentlichung zugestimmt.

Ich habe den angestrebten Doktorgrad noch nicht erworben und bin nicht in einem früheren Promotionsverfahren für den angestrebten Doktorgrad endgültig gescheitert.

Ich habe bereits am ... bei der Fakultät für ... der Hochschule ... unter Vorlage einer Dissertation mit dem Thema ... die Zulassung zur Promotion beantragt mit dem Ergebnis:

Die Promotionsordnung der Technischen Universität München ist mir bekannt.

Blaichach, den 12.04.2017