Aus der Klinik für Chirurgie des Stütz- und Bewegungsapparates
Sektion Unfallchirurgie der Universität zu Lübeck

und

Aus der Abteilung für Unfallchirurgie, Orthopädie und Sporttraumatologie
des Berufsgenossenschaftlichen Unfallkrankenhauses Hamburg

(Direktor: Prof. Dr. med. C. Jürgens)

KRONENFORTSATZBRÜCHE DER ULNA

EINE RETROSPEKTIVE MULTICENTERSTUDIE VON 58 KORONOIDFRAKTUREN

Inauguraldissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der Universität zu Lübeck

- Aus der Sektion Medizin -

vorgelegt von

Jil Wäldchen

aus Frankfurt/M.

Lübeck 2013

1. Berichterstatter: Priv.-Doz. Dr. med. Arndt-Peter Schulz
2. Berichterstatter: Prof. Dr. med. Jens Meyer

Tag der mündlichen Prüfung: 27.08.2013

Zum Druck genehmigt. Lübeck, den 27.08.2013

- Promotionskommission der Sektion Medizin -

INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS I
ABBILDUNGSVERZEICHNIS IV
TABELLENVERZEICHNIS VI
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS VII

I EINLEITUNG 1
1. ANATOMIE DES ELLENBOGENGELENKES 2
1.1 ARTICULATIO CUBITI (ELLENBOGENGELENK) 2
1.2 GELENKKAPSEL UND BANDAPPARAT 3
1.3 MUSKULATUR DES ELLENBOGENGELENKES 5
1.4 GEFÄSSVERSORGUNG UND NERVENBAHNEN DES ELLENBOGENS 5
2. BIOMECHANIK DES ELLENBOGENGELENKES 6
3. KORONOIDFRAKTUREN 8
3.1 KLASSIFIKATIONEN 8
3.2 VERLETZUNGSURSACHEN 8
3.3 ELLENBOGENLUXATION 9
3.4 KNÖCHERNE BEGLEITVERLETZUNGEN 10
3.4.1 RADIUSKÖPFCHENFRAKTUREN 10
3.4.2 OLECRANONFRAKTUREN 11
3.5 VERLETZUNGSKOMBINATIONEN 11
3.5.1 MONTEGGIA-FRAKTUREN 11
3.5.2 TERRIBLE TRIAD OF THE ELBOW 12
3.6 DIAGNOSTIK 12
3.7 THERAPIE 13
3.7.1 KORONOIDFRAKTUREN 13
3.7.2 RADIUSKÖPFCHENFRAKTUREN 15
3.7.3 OLECRANONFRAKTUREN 15
3.7.4 MONTEGGIA-FRAKTUREN 15
3.7.5 TERRIBLE TRIAD OF THE ELBOW 15
3.8 POSTOPERATIVE THERAPIE 16
3.9 KOMPLIKATIONEN 16
4. PROBLEMATIK UND ZIELSTELLUNG DER ARBEIT 18

II MATERIAL UND METHODEN 19
1. STUDIENDESIGN 19
2. PATIENTENKOLLEKTIV 19
3. DIE KLINISCHE NACHUNTERSUCHUNG 21
4. KRAFTMESSUNG 21
5. RÖNTGENAUFNAHMEN 22
6. EVALUATION DER BEHANDLUNGSERGEBNISSE 22
6.1 MAYO ELBOW PERFORMANCE SCORE 22
6.2 DISABILITIES OF THE ARM, SHOULDER AND HAND SCORE 24
7. STATISTISCHE AUSWERTUNG 25
III ERGEBNISSE 26
1. EPIDEMIOLOGIE 26
1.1 ALTERS- UND GESCHLECHTERVERTEILUNG 26
1.2 BERUF 27
1.3 KOSTENTRÄGER 27
1.4 UNFALLURSACHEN 27
2. KLASSIFIKATION DER KORONOIDFRAKTUREN 29
3. BEGLEITVERLETZUNGEN 30
3.1 RADIUSKÖPFCHENFRAKTUREN 31
3.2 FRAKTUREN DER PROXIMALEN ULNA UND OLECRANONFRAKTUREN 32
4. VERLETZUNGSKOMBINATIONEN 32
5. THERAPIE DER KORONOIDFRAKTUREN 33
5.1 STATIONÄRER AUFENTHALT 33
5.2 ERSTVERSORGUNG 33
5.3 OPERATIVE THERAPIE 33
5.3.1 OPERATIONSTECHNIK 35
5.3.2 BEGLEITVERLETZUNGEN 35
5.4 POSTOPERATIVE THERAPIE 37
6. KOMPLIKATIONEN 38
7. NACHUNTERSUCHUNGSERGEBNISSE 39
7.1 INSPEKTION 39
7.2 PALPATION 40
7.3 NEUROLOGISCHER UNTERSUCHUNGSBEFUND 40
7.4 FUNKTIONSPRÜFUNG 40

7.5 BEWEGUNGSAUSMASS SUBJEKTIV UND OBJEKTIV 42
7.6 STABILITÄTSPRÜFUNG 43
7.7 KRAFTMESSUNG 43
7.8 UMFANGMESSUNG 44
7.9 FUNKTION SUBJEKTIV 44
7.10 SCHMERZEN 45
7.11 AUSWERTUNG DER RÖNTGENBILDER 46
8. GESAMTBEURTEILUNG 47
8.1 MAYO ELBOW PERFORMANCE SCORE 47
8.2 DISABILITIES OF THE ARM, SHOULDER AND HAND SCORE 48
9. EINFLUSS AUF DAS BEHANDLUNGSERGEBNIS 48
9.1 SOZIALE FAKTOREN 48
9.2 KORONOIDFRAKTUREN 49
9.3 RADIUSKÖPFCHENFRAKTUREN 50
9.4 ELLENBOGENLUXATION 50
9.5 VERLETZUNGSKOMBINATIONEN 51
9.6 IMMOBILISATION 52
9.7 KOMPLIKATIONEN 53
9.8 DATENGEWINNUNG 54
IV DISKUSSION 55
V ZUSAMMENFASSUNG 66
VI LITERATURVERZEICHNIS 67
VII ANHANG 75
1. FALLKASUISTIKEN 75
2. FORMULARE KLINISCHE NACHUNTERSUCHUNG 79
PATIENTENANSCHREIBEN 79
FRAGEBOGEN 81
PATIENTENAUFKLÄRUNG 90
EINVERSTÄNDNISERKLÄRUNG 92
UNTERSUCHUNGSBOGEN 93
VIII DANKSAGUNG 96
IX LEBENSLAUF 97

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abb. 1:	Articulatio humeri	2
Abb. 2:	Die drei Komponenten des ulnaren Seitenbandkomplexes (MUCL)	4
Abb. 3:	Die vier Komponenten des radialen Seitenbandkomplexes (LCL)	5
Abb. 4:	Bewegungsumfang des Ellenbogengelenkes	6
Abb. 5:	Instabilität bei gleichzeitiger Koronoid- und Radiusköpfchenfraktur	7
Abb. 6:	Klassifikation der Koronoidfrakturen nach Regan und Morrey	8
Abb. 7:	Luxationsformen	9
Abb. 8:	Klassifikation der Radiusköpfchenfrakturen nach Mason	10
Abb. 9:	Klassifikation der Monteggia-Verletzungen nach Bado	12
Abb. 10:	Unterteilung der Incisura semilunaris	13
Abb. 11:	Kraftmessung	21
Abb. 12:	Mayo Elbow Performance Score	23
Abb. 13:	Geschlechterverteilung	26
Abb. 14:	Alters- und Geschlechterverteilung	26
Abb. 15:	Berufsgruppen	27
Abb. 16:	Unfallursachen	28
Abb. 17:	Einteilung nach Regan und Morrey	29
Abb. 18:	Verteilung der Begleitverletzungen	31
Abb. 19:	Einteilung nach Mason	32
Abb. 20:	Primär operative Therapie der Koronoidfrakturen	35
Abb. 21:	Therapie der Radiusköpfchenfrakturen	36
Abb. 22:	Signifikante Differenz zwischen Patienten mit und ohne Fixateur externe	38
Abb. 23:	Ergebnisse im Mayo Elbow Performance Score	47
Abb. 24:	Signifikante Differenz zwischen BG und GKV	49
Abb. 25:	Signifikante Differenzen zwischen verschiedenen Therapieverfahren	49
Abb. 26:	Tendenzieller Unterschied zwischen Patienten mit und ohne Erhalt des Radiusköpfchens	50
Abb. 27:	Signifikante Differenz bei Immobilisation $\leq$ bzw. > 21 Tage	52
Abb. 28:	Signifikante Differenz zwischen Patienten mit und ohne Fixateur externe	53

Abb. 29: Signifikante Differenz zwischen Patienten mit und ohne Komplikationen im Behandlungsverlauf 54
Abb.30: Differenzen zwischen studienbezogener (NU) und gutachterlicher (GA) Untersuchung sowie Fragebogenergebnissen (FB) 54
Abb. 31: Röntgenkontrolle postoperativ 75
Abb. 32a : Röntgenkontrolle postoperativ 76
Abb. 32b: Röntgenkontrolle zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung 76
Abb. 33a: Röntgenkontrolle postoperativ 77
Abb. 33b: Röntgenkontrolle direkt nach Entfernung des Fixateur externe 77
Abb. 34: Röntgenkontrollen posttraumatisch und zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung..... 78

TABELLENVERZEICHNIS

Tab. 1: Ein- und Ausschlusskriterien 19
Tab. 2: Häufigkeit der Koronoidfrakturen nach unterschiedlichen Kriterien 29
Tab. 3: Häufigkeit der Koronoidfrakturen in Abhängigkeit von der Unfallursache 30
Tab. 4: Anteil der Begleitverletzungen nach PCU-Frakturtyp 31
Tab. 5: Verletzungskombinationen 33
Tab. 6: Anteil operativ therapierter PCU-Frakturen nach Frakturtyp 34
Tab. 7: Verteilung der Operationstechniken nach PCU-Frakturtyp 35
Tab. 8: Anteil operativ therapierter Radiusköpfchenfrakturen nach Frakturtyp 36
Tab. 9 Verteilung der Komplikationen nach PCU-Frakturtyp 39
Tab.10: Bewegungsausmaß (Extension/Flexion) in Bezug auf den PCU-Frakturtyp 41
Tab.11: Rotationsbogen (Pronation/Supination) in Bezug auf den PCU-Frakturtyp 42
Tab.12: Subjektive Funktion in Bezug auf den PCU-Frakturtyp 45
Tab.13: Schmerzen in Bezug auf den PCU-Frakturtyp 45
Tab.14: Verteilung der Ergebnisse im MEPS nach PCU-Frakturtyp 48
Tab.15: Verletzungskombinationen mit durchschnittlichen Nachuntersuchungsbefunden bezüglich erreichter Punktzahl im MEPS und Extension-Flexion ulnohumeral 51
Tab. 16: Verletzungskombinationen mit durchschnittlichen Nachuntersuchungsbefunden bezüglich Unterarmrotation und Instabilität 52

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

A.	Arteria
AAOS	American Association of Orthopaedic Surgeons
Abb.	Abbildung
ANOVA	Analysis of variance
AZ	Aktenzeichen
bzw.	beziehungsweise
d.	days
DASH	Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand Score
d.h.	das heißt
Dr.	Doktor
et al.	et altera
Fa.	Firma
IsoPCU-F	Isolierte Fraktur des Processus coronoideus ulnae ohne Luxation
kathol.	katholisch
lat.	lateinisch
LCL	Laterales Kollateralband
Lig.	Ligamentum
LuxPCU	Isolierte Fraktur des Processus coronoideus ulnae mit Luxation
m.	months
M.	Musculus
MdE	Minderung der Erwerbsfähigkeit
med.	medicinae
MEPS	Mayo Elbow Performance Score
MontPCU	Monteggia-Fraktur mit Fraktur des Processus coronoideus ulnae
MUCL	Mediales ulnares Kollateralband
N.	Nervus
Nn.	Nervi
OlePCU-F	Fraktur des Processus coronoideus ulnae mit begleitender Olecranonfraktur ohne Luxation
PCU	Processus coronoideus ulnae
PCURK-F	Kombinierte Fraktur des Processus coronoideus ulnae und des Radiusköpfchens ohne Luxation
PD	Privatdozent

p.o.	per os
Prof.	Professor
prox.	proximal
ProxUlnTT	„terrible triad“-Verletzung mit zusätzlicher proximaler Ulnaschaft-Fraktur
R.	Ramus
S.	Seite
s.	siehe
s.o.	siehe oben
SPSS-Statistics	Superior Performing Software System
t.	times
Tab.	Tabelle
TT	Typische „terrible triad“-Verletzung
w.	weeks
y.	years
z.B.	zum Beispiel

I. EINLEITUNG

Als Processus coronoideus ulnae (lat. corona = Krone, Synonym Kronenfortsatz) oder auch als Koronoid bezeichnet man den prominenten, dreieckigen Knochenvorsprung am proximalen Ende der Ulna [36].

Es handelt sich dabei um „ein kleines Knochenstück mit großer Bedeutung“ [34], denn der Processus coronoideus ulnae (PCU) ist der wichtigste knöcherne Stabilisator des Ellenbogengelenkes [19, 62].

Bislang existieren nur wenige Studien, die sich mit dem klinischen Verlauf von Koronoidfrakturen beschäftigen [1, 18, 21, 45, 49, 66, 84, 91]. Kaum eine Studie weist Fallzahlen von mehr als 40 Patienten auf, denn operationspflichtige Frakturen des Processus coronoideus ulnae sind selten.

Frakturen des Koronoids treten als Begleitverletzung bei 2 bis 15% der dorsalen Ellenbogenluxationen auf [34, 44, 60, 84, 86, 107], zum Teil in Kombination mit einer Radiusköpfchenfraktur („terrible triad of the elbow“ [26, 63, 74, 109]). Isolierte Koronoidfrakturen sind sehr selten [60, 84, 86].

Anhand biomechanischer Untersuchungen konnte nachgewiesen werden, dass eine isolierte Fraktur des Processus coronoideus ulnae über 50% seiner Höhe trotz intaktem Kapsel-Band-Apparat zu einer Instabilität mit dorsaler Luxation des Gelenkes führt [13, 16]. In Kombination mit einem Radiusköpfchenverlust entsteht schon bei einer Koronoidfraktur von nur 25% seiner Höhe Instabilität [13].

Etwa 23 bis 61% der Koronoidfrakturen werden operativ versorgt [1, 84]. Ziel der Therapie ist ein stabiles, gut bewegliches und belastbares Gelenk. Bestehende Therapieempfehlungen werden bei geringem Evidenzlevel bisher jedoch kontrovers diskutiert. Häufig bestimmen Begleitverletzungen das therapeutische Vorgehen. Die Komplikationsrate an Reluxationen, persistierenden Instabilitäten und Bewegungseinschränkungen ist hoch und erschwert die Therapie [34, 44, 58, 67, 71, 79, 80, 81].

1. ANATOMIE DES ELLENBOGENGELENKES

1.1 ARTICULATIO CUBITI (ELLENBOGENGELENK)

Das Ellenbogengelenk (Abb. 1) ist ein zusammengesetztes Gelenk (Articulatio composita) und ermöglicht sowohl Scharnier- als auch Drehbewegungen (Trochoginglymus). Es besteht aus drei Anteilen mit gemeinsamem Kapsel-Band-Apparat:

- Articulatio humero-ulnaris (Humeroulnargelenk)
- Articulatio humero-radialis (Humeroradialgelenk) und
- Articulatio radio-ulnaris proximalis (proximales Radioulnargelenk). [60, 97]

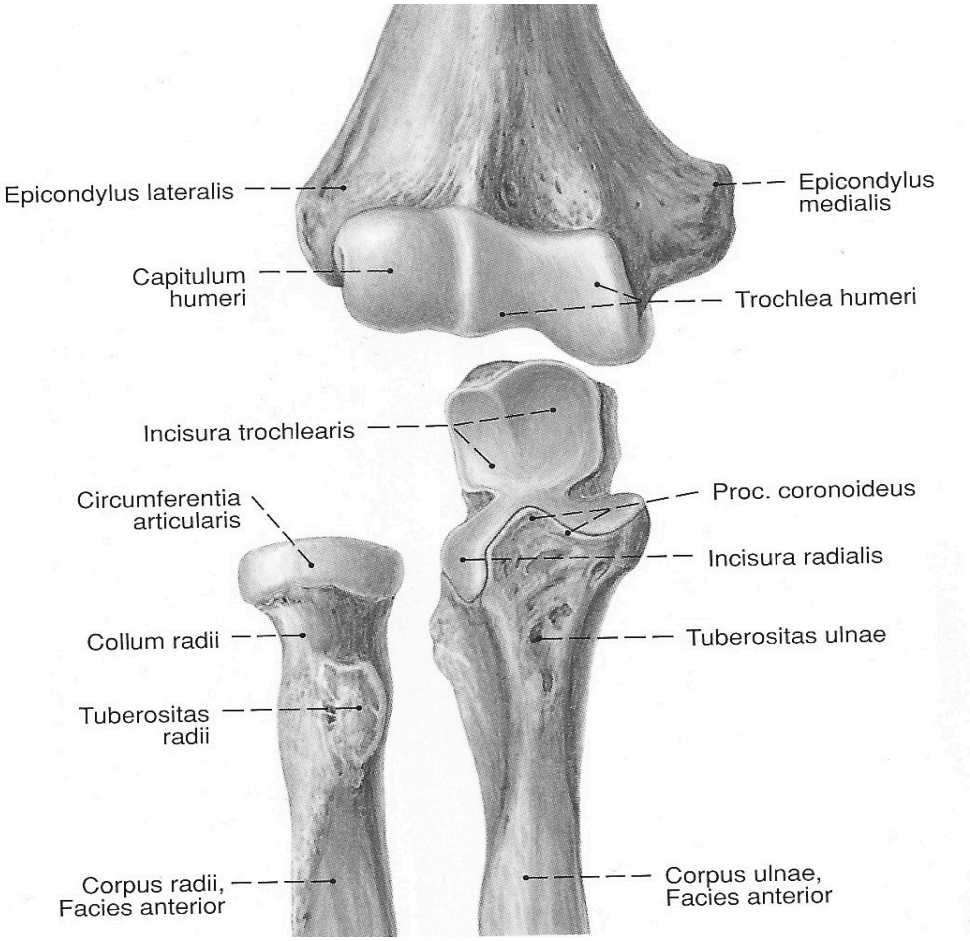


Abb.1: Articulatio humeri (Ellenbogengelenk) [101]

ARTICULATIO HUMERO-ULNARIS (HUMEROULNARGELENK)

Das Humeroulnargelenk wird gebildet von der Trochlea humeri und der Incisura trochlearis ulnae (= Incisura semilunaris). Die Incisura trochlearis ulnae umfasst zangenartig die Trochlea humeri. Sie läuft nach vorne in den Processus coronoideus ulnae, nach hinten in das Olecranon aus (Abb.1). Das Olecranon ulnae verhindert dabei eine Überstreckung des Ellenbogengelenkes.

Dieses Teilgelenk ist ein Scharniergelenk, welches Extension und Flexion des Unterarms gegenüber dem Oberarm ermöglicht. [44, 97]

ARTICULATIO HUMERO-RADIALIS (HUMERORADIALGELENK)

Capitulum humeri und Fovea articularis radii bilden das Humeroradialgelenk. Strukturell handelt es sich um ein Kugelgelenk. Da der Radius durch das Lig. anulare radii und die Membrana interossea antebrachii eng an die Ulna fixiert ist, wird eine Seitenbewegung in Form von Abduktion und Adduktion verhindert. Das Gelenk weist daher nur zwei Freiheitsgrade auf: Extension und Flexion des Unterarms gegenüber dem Oberarm sowie Pronation und Supination des Radius gegenüber der Ulna. [97]

ARTICULATIO RADIO-ULNARIS PROXIMALIS (PROXIMALES RADIOULNARGELENK)

Die Circumferentia articularis des Radiusköpfchens bildet mit der Incisura radialis ein Drehgelenk (Abb. 1). Der Zusammenhalt erfolgt durch das Lig. anulare radii. Dieses Gelenk ermöglicht die Umwendbewegungen (Pronation und Supination) des Unterarms. [97]

1.2 GELENKKAPSEL UND BANDAPPARAT

Alle drei Teilgelenke werden von einer einzigen Gelenkkapsel umfasst. Sie entspringt am Humerus ventral oberhalb der Fossa coronoidea und der Fossa radialis, dorsal oberhalb der Fossa olecrani. Epicondylus medialis und lateralis liegen als Ursprungsfelder für die Unterarmmuskeln extrakapsulär. Ulnar setzt sie am Rand der Incisura trochlearis und radial am Collum radii an. Die Gelenkkapsel ist weit und dünn. Sie wird gesichert durch Bänder und muskuläre Kapselspanner. Ventral verhindern Faserzüge des M. brachialis, dass bei Beugung Teile der weiten Gelenkkapsel eingeklemmt werden. Dorsal wird die Kapsel durch Muskelfaserzüge des M. triceps verstärkt. Dadurch ist das Gelenk zuverlässig gesichert und abgedichtet. [97]

Der ULNARE SEITENBANDKOMPLEX (MUCL) besteht aus drei Komponenten (Abb. 2): dem anterioren, dem posterioren und dem transversalen Bündel. Das anteriore Bündel entspringt am Epikondylus medialis und setzt medial am Processus coronoideus ulnae an. Es ist während der Beugung des Ellenbogengelenkes angespannt und stellt den Hauptstabilisator gegen Valgusstress dar. Es trägt zwischen 55 und 70% zur Valgusstabilität bei [7, 60].

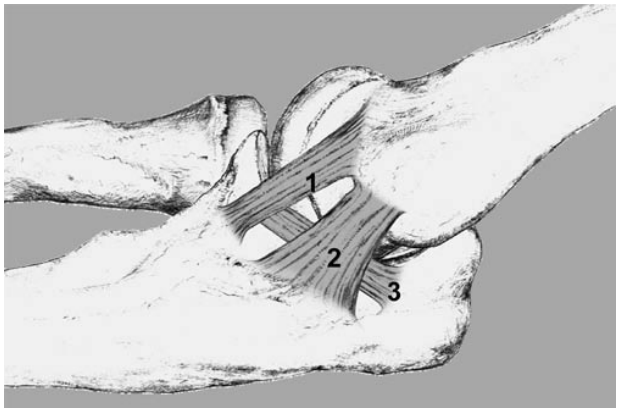


Abb. 2: Die drei Komponenten des ulnaren Seitenbandkomplexes (MUCL).
1 anteriores Bündel, 2 posteriores Bündel, 3 transversales Bündel [71]

Der RADIALE SEITENBANDKOMPLEX (LCL) besteht aus vier unterschiedlichen Komponenten (Abb. 3): dem Lig. anulare radii (AL), dem lateralen/radialen Seitenband (RCL), dem lateralen ulnaren Seitenband (LUCL) und dem akzessorischen lateralen Seitenband. Dieser Komplex dient als Stabilisator gegen Varusstress [71].

Das LATERALE/RADIALE SEITENBAND (RCL) entspringt am Epicondylus lateralis und besteht aus einer pars anterior und einer pars posterior, welche medial in die Ulna und das Lig. anulare einstrahlen. Dabei verläuft die pars posterior hinter dem Radiusköpfchen, so dass die Drehbewegung des Radiusköpfchens nicht gestört wird [41, 60].

Das LIGAMENTUM ANULARE RADII (AL) ist Teil der Gelenkkapsel und verläuft um die Zirkumferenz des Radiusköpfchens [60]. Es setzt ventral und dorsal an der Incisura radialis ulnae an und ermöglicht durch seine überknorpelte Innenfläche eine ungehinderte Drehung des Radius gegenüber der Ulna [41].

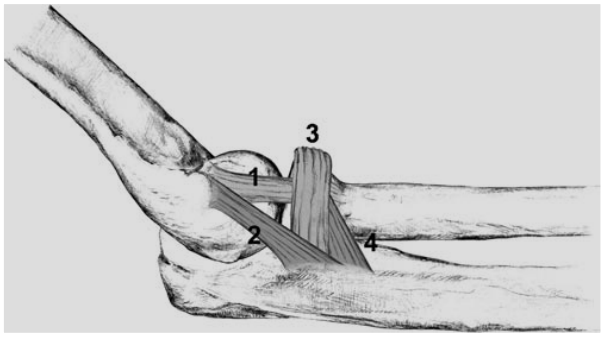


Abb. 3: Die vier Komponenten des radialen Seitenbandkomplexes (LCL).
1 laterales radiales Seitenband (RCL),
2 laterales ulnares Seitenband (LUCL),
3 Lig. anulare (AL),
4 akzessorisches laterales Seitenband[71]

1.3 MUSKULATUR DES ELLENBOGENGELENKES

Zu den wichtigsten Beugern des Ellenbogengelenkes zählen der M. biceps brachii, der darunterliegende M. brachialis und der M. brachioradialis. Diese drei Muskeln dämpfen als Weichteilmasse zusammen mit dem ulnaren Seitenbandkomplex den Anschlag des Processus coronoideus ulnae gegen den Humerus [73]. Kräftigster Strecker im Ellenbogengelenk ist der M. triceps brachii, gefolgt vom M. anconeus [105]. Die Flexoren sind den Extensoren bezüglich der Kraft überlegen: das Verhältnis beträgt 5:3. Daher ist der frei herabhängende Arm im Ellbogengelenk physiologisch meist gebeugt [110].

Der M. biceps brachii ist außerdem der wichtigste Supinator des Ellenbogengelenkes, gefolgt vom M. supinator. Unterstützend wirken der M. abductor pollicis longus, der M. extensor pollicis longus und der M. brachioradialis [105]. Zu den wichtigsten Pronatoren zählen der M. pronator teres und der M. pronator quadratus [105].

1.4 GEFÄSSVERSORGUNG UND NERVENBAHNEN DES ELLENBOGENS

Die Gefäßversorgung des Ellenbogens erfolgt aus der A. brachialis, welche zusammen mit dem N. medianus und ihren Begleitvenen unter der Aponeurose des M. biceps brachii hindurch in die Fossa cubitalis zieht. Dort teilt sie sich in die A. radialis und die A. ulnaris. Der N. medianus verläuft zwischen den Köpfen des M. pronator teres nach distal. Die A. radialis verläuft lateral der Ellenbeuge zusammen mit dem N. radialis zwischen M. brachioradialis und M. brachialis. Die A. radialis verläuft weiter zum Handgelenk. Der N. radialis teilt sich in einen R. superficialis und einen R. profundus, welcher die Unterarmextensoren innerviert. Die A. ulnaris verläuft medial der Ellenbeuge zusammen mit dem N. ulnaris, welcher die Ellenbeuge von dorsal aus dem Sulcus nervi ulnaris erreicht. Der N. ulnaris innerviert die

Unterarmflexoren. Die sensible Innervation der Ellenbeuge erfolgt durch die Nn. cutanei antebrachii medialis, lateralis et posterior [50, 60, 100].

2. BIOMECHANIK DES ELLENBOGENGELENKES

Das Ellenbogengelenk ermöglicht Bewegungen in zwei Ebenen (Abb. 4): EXTENSION/FLEXION um eine transversale Achse durch das Capitulum humeri und die Längsachse der Trochlea humeri (physiologisches Bewegungsausmaß nach der Neutral-Null-Methode 0-0-145°) und PRONATION/SUPINATION um eine durch das Radiusköpfchen und das Caput ulnae ziehende Achse (physiologisches Bewegungsausmaß nach der Neutral-Null-Methode 75-0-85°) [60]. Frauen und Kinder können das Ellenbogengelenk oft um 5 bis 10° überstrecken [97]. Die meisten Verrichtungen des Alltags erfordern einen Bewegungsumfang von Extension/Flexion 0-30-130° und Pronation/Supination 50-0-50° („100°-Regel“ nach Morrey) [60].

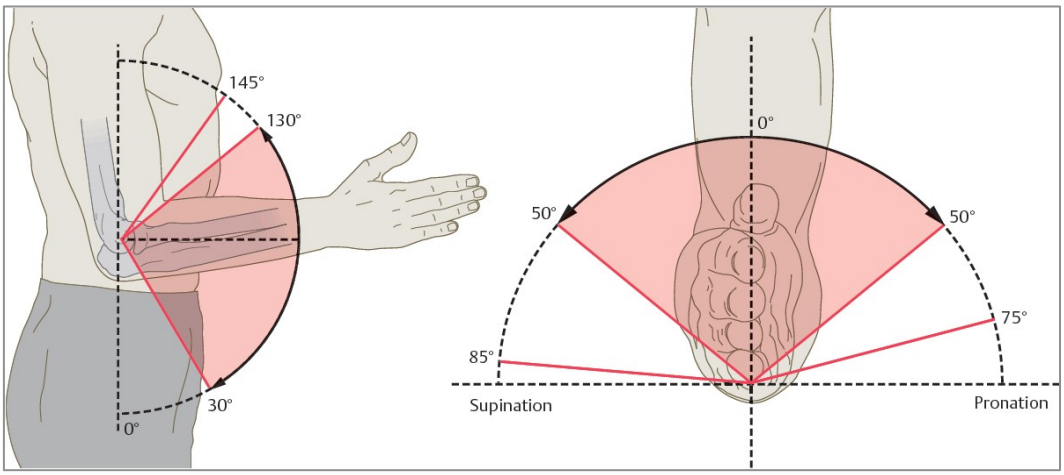


Abb. 4: Bewegungsumfang des Ellenbogengelenkes („100°-Regel“ nach Morrey) [85]

Die Stabilität des Ellenbogengelenkes wird durch statische und dynamische Komponenten ermöglicht. Zu den statischen Komponenten zählt zum einen die Gelenkführung, bestehend aus humeroradialer, humeroulnarer und radioulnarer Gelenkfläche. Zum anderen sorgt der Kapsel-Band-Apparat, bestehend aus ulnarem und radialem Seitenbandkomplex sowie ventraler Kapsel und Membrana interossea antebrachii, für Stabilität [60].

M. brachialis, M. biceps brachii, M. triceps brachii und M. anconeus stabilisieren dynamisch [50, 80]. Das Humeroulnargelenk ist für 55% der Varusstabilität in Streckung und für bis zu 75% der Varusstabilität in Beugung verantwortlich [7, 20]. Zusätzlich stabilisieren das humeroradiale Teilgelenk, der radiale Seitenbandkomplex und die ventrale Kapsel gegen Varusstress [60].

Die Valgusstabilität in Flexion und Extension wird vom ulnaren Seitenbandkomplex, der anterioren Kapsel und dem Humeroulnargelenk gewährleistet [7]. Das Radiusköpfchen trägt bei intaktem ulnarem Bandapparat mit etwa 30% zur Valgusstabilität bei. Bei Ruptur des ulnaren Bandapparates steigt sein Anteil auf bis zu 75% [7]. Eine gleichzeitige Radiusköpfchenfraktur erfordert daher – um eine Valgusinstabilität zu vermeiden - eine Radiusköpfchenrekonstruktion oder eine Rekonstruktion des ulnaren Bandapparates bei erforderlicher Radiusköpfchenresektion [42].
Bei gleichzeitiger Fraktur von Processus coronoideus ulnae und Radiusköpfchen fehlt das gesamte Widerlager von Trochlea und Capitulum humeri (Abb. 5): es entsteht Instabilität [34]. Der Processus coronoideus ulnae sollte in diesem Fall immer refixiert oder rekonstruiert werden [17, 34].

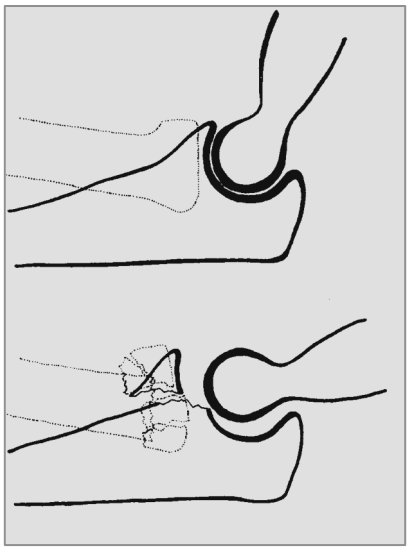


Abb.5: Instabilität bei gleichzeitiger Koronoid- und Radiusköpfchenfraktur. Bei frakturiertem Processus coronoideus ulnae fehlt in Streckstellung ein Teil, bei gleichzeitiger Radiusköpfchenfraktur das gesamte Widerlager für die Gelenkrollen des Humerus. [34]

Axiale Kräfte auf den gestreckten Ellenbogen werden von der humeroradialen und der humeroulnaren Gelenkfläche im Verhältnis 3:2 aufgenommen. Dadurch frakturiert beim Sturz auf die gestreckte Hand besonders häufig das Radiusköpfchen, gefolgt von Radiushals, Capitulum humeri, Processus coronoideus ulnae und Seitenbandrupturen [60]. Die Frakturform wird zusätzlich vom Grad der Beugung während der axialen Gewalteinwirkung beeinflusst [4].

3. KORONOIDFRAKTUREN

3.1 KLASSIFIKATION

Die Einteilung der Koronoidfrakturen erfolgt entsprechend der Fragmentgröße und dem damit verbundenen Instabilitätsgrad nach der KLASSIFIKATION VON REGAN UND MORREY [84]:

Typ I: Spitzenabriss

Typ II: Frakturen <50%

Typ III: Frakturen >50% (Abb. 6).

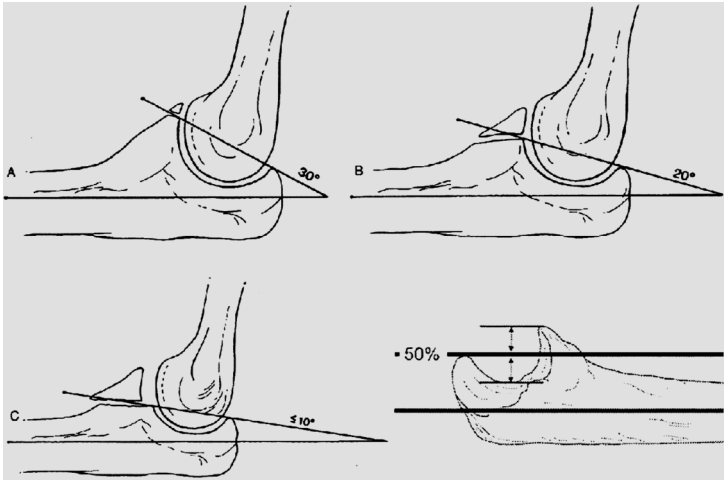


Abb. 6: Klassifikation der Koronoidfrakturen nach Regan und Morrey.
Typ I Abscherfraktur (A), Typ II Fragmentgröße< 50% (B), Typ III Fragmentgröße > 50% (C) [62]

3.2 VERLETZUNGSURSACHEN

Axial einwirkende Gewalten auf das Ellenbogengelenk können sowohl isolierte Verletzungen des Processus coronoideus ulnae als auch Luxationen des Ellenbogengelenkes mit Abscherfrakturen des Koronoids und Luxationen oder Luxationsfrakturen des Radiusköpfchens verursachen [69]. Frakturen des Processus coronoideus ulnae treten in bis zu 15% aller dorsalen Ellenbogenluxationen auf [34, 44, 60, 84, 86, 107]. Isolierte Frakturen des Processus coronoideus ulnae sind sehr selten [60, 84, 86].

3.3 ELLENBOGENLUXATION

Eine Luxation des Ellenbogengelenkes bedeutet eine Verrenkung des Unterarms gegenüber dem Condylus humeri. Die Inzidenz einer Ellenbogenluxation beträgt 5,21/ 100.000 Personen und Jahr [103]. Sie ist die zweithäufigste Luxation des Erwachsenen [53, 54, 60, 63, 90]. Luxationsfrakturen treten in 30-50% aller Ellenbogenluxationen auf und haben ihren höchsten Anteil im fünften und sechsten Lebensjahrzehnt [53, 82, 89]. Eine Schädigung kapsuloligamentärer Strukturen entsteht laut „Ringkonzept“ nach O’Driscoll [79] in Form einer Rotationskomponente von lateral nach medial. Demnach kommt es zunächst zu einem Riss des lateralen Kollateralbandes, gefolgt von einer von lateral nach medial fortschreitender Kapselruptur und schließlich zur Verletzung des medialen Kollateralbandes. Gleichzeitige Gefäß- und Nervenverletzungen sowie offene Luxationsfrakturen sind selten [54, 78]. Man unterscheidet eine dorsale/dorsolaterale (80-90%), eine dorsomediale (7-9%) eine anteriore (selten) sowie eine divergierende (sehr selten) Luxationsrichtung [60, 63, 89] (Abb. 7).

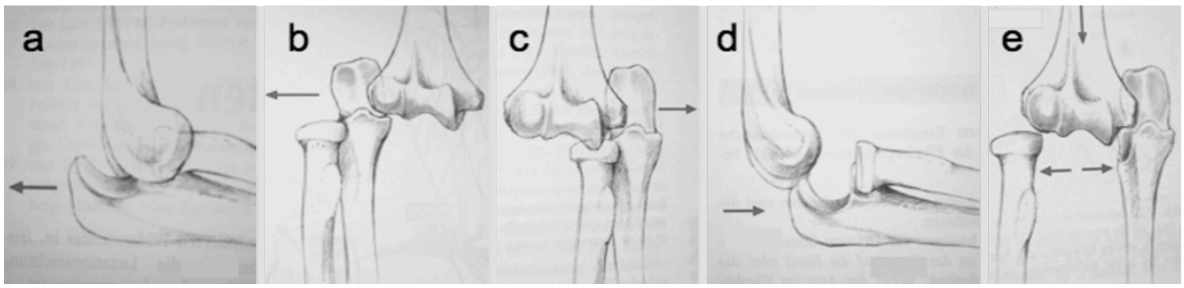


Abb.7: Luxationsformen. Dorsal (a), dorsolateral (b), dorsomedial (c), anterior (d), divergierend (e) [41]

Frakturen des Processus coronoideus ulnae entstehen wie oben genannt in bis zu 15 % aller dorsalen Ellenbogenluxationen. Verletzungsmechanismus dabei ist ein Sturz auf das Handgelenk bei extendiertem Ellenbogengelenk und proniertem Handgelenk [82]. Dabei wird die Olecranonspitze durch einen Hyperextensionsmechanismus in die korrespondierende Fossa olecrani gepresst. Überschreitet die einwirkende Gewalt die Stabilitätskraft des Gelenkes, bewegt sich der Humerus bei fixiertem Unterarm nach ventral aus dem Gelenk und Processus coronoideus ulnae und Radiusköpfchen scheren nach dorsal über die Humerusrolle ab [44].

3.4 KNÖCHERNE BEGLEITVERLETZUNGEN

3.4.1 RADIUSKÖPFCHENFRAKTUREN

Radiusköpfchenfrakturen treten bei 20-30% aller Ellenbogenfrakturen auf. Als Begleitverletzung einer dorsalen Ellenbogenluxation treten sie in etwa 10 % auf [12, 26, 34, 60, 74, 84]. Sie entstehen durch indirekte Gewalteinwirkung beim Sturz auf das Handgelenk bei gestrecktem Ellenbogen und proniertem Unterarm. In Abhängigkeit vom Winkel und Ausmaß der einwirkenden Kraft entstehen Radiusköpfchen/-halsfrakturen [4].

Die Einteilung der Radiusköpfchen-Frakturen erfolgt am häufigsten nach der durch Jupiter modifizierten MASON-KLASSIFIKATION [64]:

Mason I: nicht disloziert

Mason II: disloziert oder Abkippung < 30°

Mason III: Trümmerfraktur oder Abkippung > 30° (Abb. 8).

(Mason IV: Radiusköpfchenfrakturen im Rahmen einer Luxation)

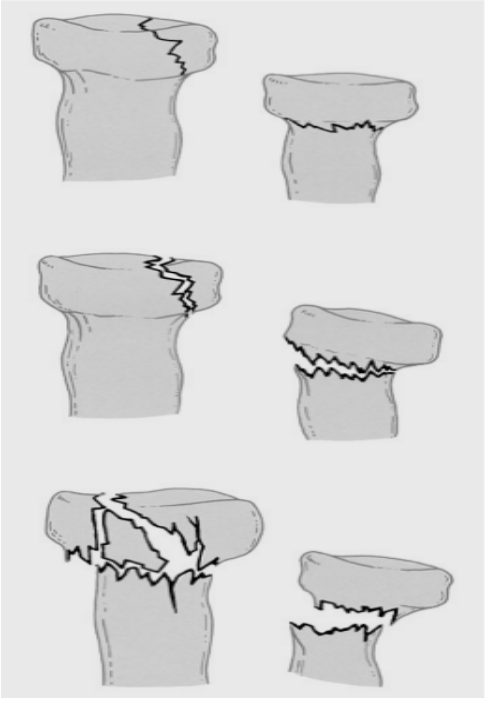


Abb.8: Klassifikation der Radiusköpfchenfrakturen nach Mason. Typ I nicht dislozierte Fraktur, Typ II dislozierte Fraktur mit meist einem Fragment, Typ III Trümmerfraktur [42]

3.4.2 OLECRANONFRAKTUREN

Olecranonfrakturen treten bei 38% aller Ellenbogenfrakturen auf. Typischer Unfallmechanismus ist ein direktes Trauma durch Sturz auf den Ellenbogen (90%). In 10% der Fälle wird ein indirektes Trauma durch Sturz auf die Hand bei hyperextendiertem Ellenbogengelenk beschrieben [60].

Für Olecranonfrakturen gibt es zahlreiche Klassifikationen, unter anderem die KLASSIFIKATION NACH SCHATZKER [95], welche die Frakturen entsprechend ihrer Lokalisation, des Frakturverlaufs und der Zahl der Fragmente in sechs Typen (Typ A bis F) einteilt.

Eine Alternative zur Einteilung nach Schatzker stellt die MAYO KLASSIFIKATION [15] dar. Diese Einteilung orientiert sich am Bestehen bzw. dem Ausmaß der Fragmentdislokation und wird in dieser Arbeit verwendet:

Typ I Nicht dislozierte Fraktur (Dislokation < 2mm)

Typ II Dislozierte, stabile Fraktur (Dislokation > 2mm)

Typ III Dislozierte, instabile Fraktur (Luxationsfraktur)

(Typ A = einfache Fraktur und einen Typ B = Mehrfragmentfraktur) [15].

3.5 VERLETZUNGSKOMBINATIONEN

3.5.1 MONTEGGIA-FRAKTUREN

Eine Kombination aus proximaler Ulnafraktur mit Radiusköpfchenluxation wird als Monteggia-Fraktur bezeichnet [51, 52]. Sie wurde erstmals 1813 von Giovanni Batista Monteggia beschrieben [72]. Diese Verletzungskombination ist selten und tritt nur in 1-5% der Frakturen des proximalen Unterarms auf [51, 52]. Die Klassifikation nach Bado [6] beschreibt die Luxationsrichtung des Radiusköpfchens (Abb. 9).

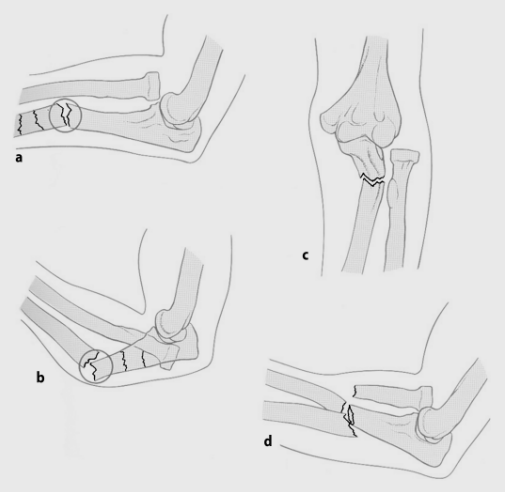


Abb.9: Klassifikation der Monteggia-Verletzungen nach Bado. Typ I: anteriore Luxation des Radiusköpfchens (a), Typ II: posteriore/ posterolaterale Luxation (b), Typ III: laterale/ anterolaterale Luxation (c), Typ IV: proximale Fraktur von Radius und Ulna mit anteriorer Radiusköpfchenluxation (d) [51]

3.5.2 TERRIBLE TRIAD OF THE ELBOW

Eine Kombination aus Ellenbogenluxation mit Radiusköpfchenfraktur, Koronoidfraktur und Ruptur des lateralen ulnaren Kollateralbands (LUCL) bezeichnet man aufgrund der daraus resultierenden Gelenkinstabilität als „TERRIBLE TRIAD OF THE ELBOW " [7, 35, 109].

3.6 DIAGNOSTIK

Im Rahmen der diagnostischen Maßnahmen erfolgt zunächst eine klinische Untersuchung mit Inspektion und Palpation des Ellenbogengelenkes sowie der Prüfung von Durchblutung, Motorik und Sensibilität. Ebenso sollten die mediale und laterale Seitenbandstabilität in Streckung und 20° Beugung geprüft sowie der Pivot-Shift-Test zum Nachweis einer posterolateralen Instabilität durchgeführt werden. Anschließend wird eine Röntgenstandarduntersuchung des Ellenbogengelenkes in zwei Ebenen (anterior-posterior in Extension und Unterarmsupination sowie seitlich in 90°-Beugestellung) angefertigt. Ergänzend kann eine CT-Untersuchung mit Rekonstruktion in zwei- oder dreidimensionaler Technik durchgeführt werden [60, 62, 71]. Bei Vorliegen einer Ellenbogenluxation ist die schnellstmögliche Reposition mit anschließender Prüfung von Stabilität, Durchblutung, Motorik und Sensibilität das Ziel. Postrepositionell sollten erneut Röntgenaufnahmen angefertigt werden [60, 63, 71].

3.7 THERAPIE

3.7.1 KORONOIDFRAKTUREN

Der Processus coronoideus ulnae wird dann refixiert, wenn Instabilität besteht [79]. Bei isolierter Fraktur des Processus coronoideus ulnae ist dies der Fall, wenn mehr als 1/6 der Incisura semilunaris zerstört ist oder das Bogenmaß der Incisura semilunaris einen Winkel von 160° unterschreitet [17, 69]. Mithilfe biomechanischer Studien konnte nachgewiesen werden, dass ab einem Koronoidfragment von über 50% seiner Höhe Instabilität besteht [13, 16]. Eine ventrale Instabilität findet sich bei gleichzeitiger Radiusköpfchenfraktur, da unter diesen Umständen das Widerlager von Trochlea und Capitulum humeri in Streckstellung des Ellenbogengelenkes fehlt [34] (s. auch Abb. 5, S. 7).

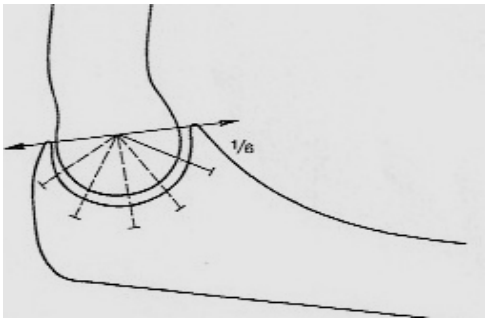


Abb.10: Unterteilung der Incisura semilunaris [30]

Daraus ergeben sich Operationsindikationen bei

- dislozierten, isolierten Abrissfrakturen des Koronoids mit mehr als 1/6 der Gelenkfläche der Incisura semilunaris bzw. einer Reduktion der Incisura semilunaris <160° (Abb. 10)
- allen Typ-III-Koronoidfrakturen
- gleichzeitiger Radiusköpfchenfraktur oder anderen Kombinationsverletzungen
- Reluxationstendenz des Ellenbogengelenkes [9, 16, 34, 62, 84].

Die Methode der operativen Rekonstruktion des Koronoids hängt von der Größe des Koronoidfragments und dem Vorhandensein von Begleitverletzungen, insbesondere einer Radiusköpfchenfraktur, ab [34].

TYP-I-FRAKTUREN sind in der Regel stabil und können daher konservativ behandelt werden [24, 60]. Dabei wird das Gelenk meist mithilfe eines Oberarmgipsverbands stabilisiert. Die Dauer der Ruhigstellung richtet sich nach Art und Schwere der Begleitverletzungen [62], sollte aber eine Dauer von zwei Wochen nicht überschreiten [40, 67, 69, 70, 87]. Besteht aufgrund zusätzlicher Bandverletzungen oder Frakturen bzw. Verlust des Radiusköpfchens Instabilität, kann selbst bei kleinen Koronoidfragmenten eine operative Refixierung nötig sein [24, 57]. Bei lateraler und medialer Bandinstabilität kommt der Rekonstruktion der Seitenbandkomplexe die entscheidende Bedeutung zu [20]. Für die Behebung einer Valgusinstabilität ist die Rekonstruktion des ulnaren Seitenbandkomplexes relevanter als die Nahtrefixation der Koronoidspitze [71, 104].

TYP-II-FRAKTUREN können sowohl stabil als auch instabil sein. Wenn die Koronoidfraktur nach medial zum knöchernen Ansatz des vorderen Bündels des medialen Seitenbandes läuft oder gleichzeitig eine Radiusköpfchenfraktur besteht, resultiert in der Regel eine Instabilität, welche operativ versorgt werden sollte [20, 21, 24, 60, 75, 84]. Größere und solide Fragmente können sowohl direkt als auch indirekt mit Zugschrauben refixiert werden, kleinere oder separierte Fragmente können mittels Drahtschlinge (Lasso-Schlinge) stabilisiert werden [34, 80]. Für die direkte Verschraubung bietet sich der radiale Zugangsweg an, für die indirekte Verschraubung der dorsale Zugangsweg. Bei gleichzeitiger Radiusköpfchenfraktur empfiehlt sich ein radialer Zugang zum Ellenbogengelenk [34, 62, 69]. Bei isolierter Fraktur des Processus coronoideus ulnae bietet sich der ulnare Zugang an [69].

TYP-III-FRAKTUREN sind aufgrund einer fehlenden ventralen Abstützung durch das Koronoid, einer Desinsertion der ventralen Kapsel-Band-Strukturen und eventuell auch des M. brachialis im Allgemeinen instabil und bedürfen einer operativen Stabilisierung [24, 60, 75, 82, 84]. Zum Einsatz kommen Schraubenosteosynthesen, Miniplatten und Auszugsnähte. Im Falle einer gleichzeitigen Radiusköpfchenfraktur sollte immer eine Refixation des Processus coronoideus ulnae erfolgen, als Koronoidersatz kann dann auch ein Teil des Radiusköpfchens dienen [24, 44, 68, 69]. Bei hochgradiger Zerstörung des Koronoidfragments und einer nicht mehr möglichen Refixation wird eine Rekonstruktion mit einem autologen kortikospongiösem Span empfohlen [44, 58, 69, 76].

3.7.2 RADIUSKÖPFCHENFRAKTUREN

Die therapeutischen Grundsätze orientieren sich am zugrundeliegenden Frakturtyp [60]:

MASON-I-FRAKTUREN werden meist konservativ frühfunktionell behandelt [8, 42].

MASON-II-FRAKTUREN werden in der Regel operativ mittels Schraubenosteosynthese versorgt. Kleinere, nicht fixierbare Fragmente können, wenn sie eine mechanische Blockade verursachen, arthroskopisch entfernt werden [8, 42]. Alternativ kann auch eine Plattenosteosynthese mittels Miniplatte erfolgen, da diese manchmal den Erhalt des Radiusköpfchen erlaubt. Allerdings resultiert so häufig eine Bewegungseinschränkung der Unterarmdrehung [24].

Das Verfahren der Wahl für eine MASON-III-FRAKTUR ohne Begleitverletzung ist eine primäre Radiusköpfchenresektion. Eine Radiusköpfchenprothese empfiehlt sich bei verbleibender Instabilität, insbesondere bei hochinstabilen Sonderformen wie zum Beispiel der „terrible triad of the elbow“. [8, 42, 61]

3.7.3 OLECRANONFRAKTUREN

Einfache Olecranonfrakturen werden mittels Zuggurtungsosteosynthese, Mehrfragment-frakturen mittels Plattenosteosynthese stabilisiert [95]. Nur bei nicht dislozierter Fraktur ohne Dislokation bei Extension kann auf eine offene Reposition verzichtet werden. Ziel der Therapie ist die Wiederherstellung der ulnaren Gelenkfläche sowie die Schaffung übungsstabiler Verhältnisse als Grundlage einer frühfunktionellen Behandlung [60].

3.7.4 MONTEGGIA-FRAKTUREN

Die operative Therapie besteht in der exakten Reposition der Ulnafraktur. Besonders ist auf die Wiedererlangung der Länge zu achten. Eine Reposition des Radiusköpfchens erfolgt nur in seltenen Fällen, da es sich meist spontan reponiert [24].

3.7.5 TERRIBLE TRIAD OF THE ELBOW

In diesem Fall sollten therapeutisch eine Refixation des Koronoids, eine Rekonstruktion oder Ersatz des Radiusköpfchens sowie eine Rekonstruktion des lateralen ulnaren Kollateralbandes (LUCL) erfolgen [71]. Kleinere oder multifragmentäre Koronoidfrakturen können mittels der Lasso-Technik refixiert, größere Fragmente auch verschraubt werden.

Besteht in Ausnahmefällen keine Rekonstruktionsmöglichkeit des Koronoids können Reste des Radiusköpfchens als autologer Ersatz eingebracht werden [57, 58]. Bezüglich des Radiusköpfchens empfiehlt sich eine Rekonstruktion. Alternativ ist ein Radiusköpfchenersatz zu erwägen, denn eine primäre Resektion des Radiusköpfchens ohne Ersatz führt bei der „terrible triad“ unweigerlich zur Reinstabilität [104].

3.8 POSTOPERATIVE THERAPIE

Intra- und postoperativ sollte zunächst die korrekte Repositionsstellung des Ellenbogens dokumentiert werden. Postoperativ erfolgt dann eine Ruhigstellung des Ellenbogengelenkes mithilfe eines Oberarmgipsverbandes in Rechtwinkelstellung. Um eine Einsteifung des Ellenbogengelenkes zu vermeiden, sollte die Ruhigstellung - wie bereits erwähnt - ein bis zwei Wochen nicht überschreiten [40, 67, 69, 70, 87]. Das Ellenbogengelenk sollte möglichst frühfunktionell behandelt werden. Voraussetzung dafür ist Gelenkstabilität. Unter diesen Umständen kann mit geführten Bewegungen aus dem geschalten Gips ab dem zweiten postoperativen Tag begonnen werden. Besteht jedoch Instabilität, wird die Anlage eines Bewegungsfixateurs empfohlen, um eine gezielte Extension und Flexion unter Erhalt der Gelenkkongruenz zu ermöglichen und eine Rotation des Unterarms zu vermeiden [59, 63]. Nach ligamentärer Begleitverletzung oder nach Rekonstruktion des Processus coronoideus ulnae mit einem autologen Knochenspan sollte eine Ruhigstellung für zwei Wochen erfolgen. Forcierte Bewegungen sollten wegen der Gefahr der Ausbildung periartikulärer Ossifikationen vermieden werden [34, 62, 69].

3.9 KOMPLIKATIONEN

Frakturen des Processus coronoideus ulnae sind zwar selten [84, 86, 107], aber von einer hohen Komplikationsrate begleitet. Insbesondere komplexe Verletzungsmuster von Koronoid- und Radiusköpfchenfrakturen hinterlassen auch nach gut gelungener Behandlung Funktionseinschränkungen im Ellenbogengelenk [34]. Häufig sind vor allem bleibende Bewegungseinschränkungen sowie Reluxationen und persistierende Instabilitäten [34, 44, 58, 71].

RELUXATIONEN oder PERSISTIERENDE INSTABILITÄTEN können als Folge primär nicht vollständig evaluierter oder als stabil fehl eingeschätzter Luxationen auftreten. Residuale

mediale Bandinstabilitäten sind dabei häufig mit schlechterer Funktion, Schmerzen und Verschleiß verknüpft als laterale Bandinstabilitäten [23, 67].

BLEIBENDE BEWEGUNGSEINSCHRÄNKUNGEN, vor allem der Extensionsfähigkeit im Ellenbogen sind häufig [67, 79, 80, 81]. Eine Streckhemmung kann durch eine ventrale Kapselschrumpfung sowie adhäsive Verwachsungen der ventralen Kapsel und durch eine Pannusbildung im Bereich der Fossa olecrani verursacht werden. Beugehemmungen können durch ein knöchernes Impingementsyndrom ventral durch Pannusgewebe in der Fossa coronoidea und der Fossa radialis des distalen Humerus entstehen. Rotationseinschränkungen sind bei Deformation des Radiusköpfchens nach Radiusköpfchenfraktur möglich [13].

HETEROTOPE OSSIFIKATIONEN treten typischerweise nach Kombinationsverletzungen mit entsprechendem Weichteiltrauma auf und sind verantwortlich für ein limitiertes Bewegungsausmaß von Flexion und Extension des Ellenbogens, bei Beteiligung der Membrana interossea auch für eine Behinderung der Unterarmumwendbeweglichkeit [71]. Sie können auch nach falscher, die Schmerzgrenze überschreitender Mobilisierung oder nach Schädel-Hirn-Trauma entstehen [44, 63]. In seltenen Fällen können sie zur Versteifung des Ellenbogengelenkes führen [34]. Sekundäre Arthrolysen mit Entfernung der Ossifikationen können Besserung bringen [71].

PSEUDARTHROSEN (= Ausbleiben der Heilung einer Fraktur nach Ablauf von sechs Monaten seit dem Ereignis [88]) finden sich häufig nach Erhaltungsversuch einer mehrfragmentären Radiusköpfchenfraktur als Begleitverletzung [91].

Neurovaskuläre Komplikationen sind selten, der NERVUS ULNARIS ist aufgrund seiner exponierten Lage am häufigsten betroffen [71].

Eine ARTHROSE kann als Folge des Knorpelschadens nach Verletzung des Koronoids entstehen. An der oberen Extremität können arthrotische Veränderungen lange kompensiert werden und sind meist weniger schmerzhaft und weniger einschränkend als betroffene Gelenke der unteren Extremität. Instabilität und Subluxationen fördern die Entwicklung einer Arthrose [34].

Nach der KLASSIFIKATION VON KELLGREN UND LAWRENCE [46] erfolgt eine radiologische Einteilung in vier Arthrosegrade:

Grad I : Beginnende Arthrose
Geringe subchondrale Sklerosierung, keine Osteophyten, keine Gelenkspaltverschmälerung

Grad II: Geringe Arthrose
Geringe Gelenkspaltverschmälerung, beginnende Osteophytenbildung

Grad III: Mäßige Arthrose
Gelenkspaltverschmälerung, ausgeprägte Osteophyten, unebene Gelenkfläche

Grad IV: Schwere Arthrose
Ausgeprägte Gelenkspaltverschmälerung, Deformierung der Gelenkpartner.

4. PROBLEMATIK UND ZIELSTELLUNG DER ARBEIT

Nur wenige klinische Studien zur Therapie von Koronoidfrakturen in ihren unterschiedlichen Schweregraden und mit ihren verschiedenen Begleitverletzungen sind bisher in der Literatur zu finden. Bestehende Therapieempfehlungen werden bei geringem Evidenzlevel kontrovers diskutiert und sind klinikübergreifend wenig standardisiert. Die geringen Fallzahlen haben bisher keine prospektiven Untersuchungen ermöglicht.
Da dem Processus coronoideus ulnae aber eine entscheidende Rolle für die Stabilität des Ellenbogens zukommt und die Komplikationsrate nach Koronoidfraktur hoch ist, sollen nun anhand einer retrospektiven klinischen Nachuntersuchung in zwei überregionalen, miteinander assoziierten Traumazentren mit gleicher Therapiestrategie mittelfristige subjektive und objektive Behandlungsergebnisse nach Koronoidfraktur ermittelt und prognostisch relevante Faktoren bestimmt werden. Es soll untersucht werden, welchen Einfluss Verletzungsmuster, PCU-Frakturtyp, Begleitverletzungen, Therapieform, Immobilisationsdauer und Kostenträger auf das Behandlungsergebnis haben.

II. MATERIAL UND METHODEN

1. STUDIENDESIGN

Dieser Arbeit liegt eine multizentrische retrospektive einarmige Kohortenstudie zu Grunde. Das Ethikvotum der Universität zu Lübeck liegt vor (AZ 10-024).

2. PATIENTENKOLLEKTIV

In einem Zeitraum von acht Jahren (Juli 2001 bis Juli 2009) wurden 80 Patienten aufgrund einer Koronoidfraktur in der Sektion für Unfallchirurgie des Universitätsklinikums Lübeck (30 Patienten) und in der Abteilung für Unfallchirurgie, Orthopädie und Sporttraumatologie des Berufsgenossenschaftlichen Unfallkrankenhauses Hamburg (50 Patienten) behandelt.
Im Rahmen unserer Nachuntersuchung erfolgte zunächst eine Auswertung der Patientenakten und Operationsberichte sowie der posttraumatischen und prä-/post-operativen Röntgenbilder. Anhand der posttraumatischen Röntgenbilder wurden die Koronoidfrakturen klassifiziert und Begleitverletzungen bestimmt. Die Ein- und Ausschlusskriterien (Tab.1) wurden anhand der Patientenakten überprüft. Demnach konnten 74 Patienten mittels Fragebogen angeschrieben und zu einer klinischen Nachuntersuchung im jeweiligen Krankenhaus eingeladen werden (s. Anhang, S. 79 - 89). Zwei Patienten waren zum Unfallzeitpunkt noch nicht volljährig gewesen, ein Patient hatte sich bereits im Vorhinein eine Fraktur desselben Arms zugezogen und bei drei Patienten lag röntgenologisch keine gesicherte Koronoidfraktur vor. Eine Wege- und Unfallversicherung für alle an der Studie teilnehmenden Patienten/Patientinnen wurde abgeschlossen.

EINSCHLUSSKRITERIEN
Erwachsene Männer und Frauen über 18 Jahre mit therapierter Koronoidfraktur
AUSSCHLUSSKRITERIEN
Vorherige Frakturen am Ellenbogen desselben Arms
Knochenstoffwechselstörungen wie Morbus Paget oder renale Osteodystrophie (mit Ausnahme von Osteoporose)
Vorangegangene oder bestehende Infektionen des Ellenbogens, septische Arthritis
Systemische Erkrankungen, die die Gesundheit des Patienten erheblich beeinträchtigen oder das Ergebnis der Studie beeinflussen könnten

Tab.1: Ein- und Ausschlusskriterien

Der pseudonymisierte Fragebogen (s. Anhang, S. 81) enthielt neben allgemeinen Fragen zur Person auch Fragen zur Pathogenese der Fraktur sowie zum therapeutischen Vorgehen. Erfragt wurden zudem subjektive Angaben bezüglich Schmerzen, Beweglichkeit, Gelenkstabilität und Funktion im Alltag entsprechend dem Mayo Elbow Performance Score (MEPS) und dem Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand Score (DASH).

Insgesamt 44 der 74 angeschriebenen Patienten (59%) beantworteten den Fragebogen (16 Patienten aus Lübeck, 28 Patienten aus Hamburg). 34 Patienten (46%) nahmen an der klinischen Nachuntersuchung teil. 14 Patienten wurden im Universitätsklinikum Lübeck klinisch nachuntersucht, 20 Patienten stellten sich im Berufsgenossenschaftlichen Unfallkrankenhaus Hamburg zur klinischen Nachuntersuchung vor.
Zehn Patienten (14%) beantworteten ausschließlich den Fragebogen. Sieben Patienten nahmen ohne Angabe von Gründen nicht an der klinischen Nachuntersuchung teil, ein Patient aufgrund zu großer Entfernung seines Wohnorts zum Untersuchungsort und zwei Patienten aus Zeitmangel.
Bei 14 Patienten (19%) lagen ärztliche Gutachten für Versicherungen aus dem Zeitraum 2003 bis 2010 vor.
16 Patienten (22%) haben weder den Fragebogen beantwortet, noch nahmen sie an einer klinischen Nachuntersuchung, auch nicht in Form eines ärztlichen Gutachtens, teil. Sie wurden nachträglich von der Studie ausgeschlossen. Zwei dieser Patienten waren unbekannt verzogen, einer in der Zwischenzeit verstorben und eine Patientin musste aufgrund einer systemischen Erkrankung von der Studie ausgeschlossen werden.

Das Behandlungsergebnis konnte damit also bei insgesamt 58 von 74 Patienten (78%) durchschnittlich 48 Monate (SD 31; 9-120 m.) nach Erstbehandlung erhoben werden. (Anmerkung: Bei zwei Patienten lagen beidseitige Koronoidfrakturen vor. Diese Patienten wurden zur Vereinfachung doppelt gezählt.)

3. DIE KLINISCHE NACHUNTERSUCHUNG

Nach ausführlicher Aufklärung und schriftlicher Einwilligung der Patienten (siehe Anhang, S. 90-92) wurde die klinische Nachuntersuchung durchgeführt. Alle Untersuchungsergebnisse wurden dokumentiert und als Bericht an den jeweiligen Hausarzt versandt.

Es erfolgte zunächst eine Anamneseerhebung, gefolgt von einer Inspektion und Palpation des Ellenbogengelenkes. Berücksichtigt wurden dabei unter anderem Rötungen und Schwellungen sowie eine Druckschmerzhaftigkeit im Bereich des Ellenbogengelenkes. Der Zustand der Narbe wurde dokumentiert. Artikuläre Krepitationen, Durchblutung und Sensibilität wurden geprüft. Es erfolgte außerdem eine neurologische Untersuchung der oberen Extremitäten. Die Umfangmaße (15 cm oberhalb des äußeren Oberarmknorrens, Ellenbogengelenk, 15 cm unterhalb des äußeren Oberarmknorrens) sowie die Bewegungsausmaße (Extension/Flexion, Pronation/Supination nach der Neutral-Null-Methode) des Ellenbogengelenkes wurden mithilfe eines standardisierten Messbogens (Formular F4222, 0204 Messblatt obere Gliedmaßen, DGUV) jeweils im Vergleich zur gesunden Seite dokumentiert. Die Stabilität des Ellenbogengelenkes wurde durch Varus- und Valgusstress in Streckstellung als Abweichung von der Längsachse in 5er-Grad-Schritten mit einem Winkelmesser gemessen.

4. KRAFTMESSUNG

Die Kraftmessung erfolgte unter Verwendung des Genius-Kraftmessgerätes (0-5 kN, Fa. FREI AG, Kirchzarten, Germany). Die Patienten saßen dazu aufrecht an einem Tisch, so dass sie das Ellenbogengelenk in 90° Beugestellung aufstützen konnten, und mussten an einem Seil gegen einen maximalen Widerstand ziehen. Die Messung wurde pro Patient dreimal durchgeführt und jeweils der Mittelwert gespeichert (Abb.11).

Abb. 11: Kraftmessung

5. RÖNTGENAUFNAHMEN

Es wurden indikationsbezogen Röntgenaufnahmen des verletzten Ellbogengelenkes im anterior-posterioren sowie seitlichen Strahlengang durchgeführt. Diese wurden hinsichtlich der knöchernen Durchbauung, der Gelenkstellung, des einliegenden Osteosynthesematerials, des Arthrosegrades, der Arthroselokalisation und dem Vorhandensein periartikulärer Ossifikationen ausgewertet.

6. EVALUATION DER BEHANDLUNGSERGEBNISSE

Um die Ergebnisse einer medizinischen Behandlung bzw. das Ausmaß der Einschränkung durch eine bestimmte Erkrankung zu bewerten, werden Scores eingesetzt [11]. Ein Score ist ein numerisches Bewertungssystem, das den Zustand eines Patienten mittels Punktwerten für ausgewählte Kriterien und einer daraus resultierenden Gesamtpunktzahl zu einem bestimmten Zeitpunkt beschreibt [55]. Auf diese Weise können die Ergebnisse einer medizinischen Behandlung bzw. das Ausmaß der Einschränkung durch eine bestimmte Erkrankung messbar und vergleichbar gemacht werden [25, 56]. Bedingungen, die ein solches Bewertungssystem erfüllen muss, sind Objektivität, Reliabilität, interne Konsistenz und Validität [77].

Zur Bewertung der Ellenbogenfunktion existieren zahlreiche Scores. Anwendung in dieser Arbeit finden der Mayo Elbow Performance Score (MEPS) [77] sowie der Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand-Score (DASH) [37].

6.1 MAYO ELBOW PERFORMANCE SCORE

B. F. Morrey entwickelte 1987 zusammen mit M.A. Broberg das sogenannte Broberg und Morrey Scoring System [14] zur Bewertung der Ellenbogenfunktion. Dieses System beinhaltete vier Einzelkriterien in jeweils unterschiedlicher Gewichtung: Beweglichkeit (40 Punkte), Schmerz (35 Punkte), Kraft (20 Punkte) und Stabilität (5 Punkte). Morrey wandte es unter anderem für seine klinische Nachuntersuchung „Fractures of the Coronoid Process of the Ulna“ 1989 [77, 84] an. Im Laufe der Zeit modifizierte er dieses System für den klinischen Gebrauch. Er ersetzte die Kraftmessung durch das Kriterium „Funktion“, welches die Fähigkeit bewertet, Aktivitäten des täglichen Lebens ausüben zu können. Zudem maß er dem „Schmerz“ eine größere Gewichtung zu: Schmerz (45 Punkte), Funktion (25 Punkte), Beweglichkeit (20 Punkte) und Stabilität (10 Punkte).

Dieses als Mayo Elbow Performance Score (MEPS) [77] bezeichnete Bewertungssystem für den Ellenbogen legt ein größeres Gewicht auf die subjektive Bewertung der Ergebnisse nach medizinischer Intervention und rückt somit den Einfluss der Erkrankung und der medizinischen Intervention auf die Lebensqualität in den Vordergrund [77].

SCHMERZINTENSITÄT	
Keine	**45**
Gering (keine Bewegungseinschränkung, gelegentlicher Analgetika-Gebrauch)	**30**
Mäßig (Bewegungseinschränkung mit regelmäßigem Analgetika-Gebrauch)	**15**
Stark (ständiger Schmerz mit regelmäßigem Analgetika-Gebrauch)	**0**

ULNOHUMERALE BEWEGLICHKEIT	
ROM > 100°	**20**
ROM > 50° – 100°	**15**
ROM < 50°	**5**

STABILITÄT	
Stabil	**10**
Etwas Instabil	**5**
Völlig Instabil	**0**

FUNKTION	
Haare kämmen möglich	**5**
Selbstständiges Essen möglich	**5**
Selbstständige Körperpflege möglich	**5**
Ankleiden möglich	**5**
Schuhe anziehen möglich	**5**

Abb. 12: Mayo Elbow Performance Score

Die Gesamtbewertung des MEPS ergibt sich aus der Summe der Punkte (5-100). 90-100 Punkte ergeben ein exzellentes Ergebnis, 75-89 ein gutes, 60-74 ein mäßiges und weniger als 60 Punkte ein mangelhaftes Ergebnis (Abb. 12).

6.2 DISABILITIES OF THE ARM, SHOULDER AND HAND SCORE

Der Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand Score (DASH) ist ein standardisierter, validierter Fragebogen, der die subjektive Wahrnehmung des Patienten bezüglich Funktion und Beeinträchtigung seiner oberen Extremitäten erfasst [5]. Er wurde 1996 unter anderem von der American Academy of Orthopaedic Surgeons (AAOS) für den klinischen Alltag sowie für Forschungszwecke entwickelt und von Germann et al. ins Deutsche übersetzt [28, 37]. Seine Reliabilität und Validität bezüglich Ellenbogenverletzungen wurde nachgewiesen [106]. Der DASH-Score besteht aus drei Teilen. Der erste Teil umfasst insgesamt 30 Fragen, davon beziehen sich 21 Fragen auf Funktion und Aktivitäten im Alltag und 9 Fragen auf Symptome der oberen Extremität. Teil zwei und drei sind optional und beziehen sich auf sportliche und musikalische Aktivitäten (4 Fragen) sowie auf die Arbeitsfähigkeit des Patienten (4 Fragen) [28]. Wir verzichteten in unserem Fragebogen auf die optionalen Teile, da die Fragen inhaltlich einen bestimmten Lebenswandel voraussetzen und daher von einigen Patienten nicht zu beantworten gewesen wären.

Die Fragen werden jeweils mit einer 5-Punkte-Skala beantwortet. Ein niedriger Wert bedeutet keine bzw. nur geringe Schwierigkeiten und ein hoher Wert erhebliche Schwierigkeiten bei der Ausübung der erfragten Aktivität. Ebenso verhält es sich bei den Fragen zur Symptomatik. Ein niedriger Wert bedeutet keine oder leichte Beschwerden, ein hoher Wert dagegen sehr starke Beschwerden.

Die Berechnung des DASH-Scores gestaltet sich folgendermaßen: zunächst wird aus der Summe der Antworten ein Rohwert berechnet. Dieser liegt zwischen 30 und 150. Mithilfe des DASH-Auswertungsalgorithmus wird dieser Rohwert in den DASH-Score umgewandelt. Es ergeben sich Werte zwischen 0 und 100. Die Null bedeutet, dass keine Einschränkungen bestehen, ein Wert von 100 gibt eine schwere Beeinträchtigung an [28]. Die Formel zur Transformation in diese 0 bis 100-Skala lautet:

Rohwert – 30 / 1,2 = DASH-Score [5, 93]

Es ist zu beachten, dass eine Berechnung des Scores nur dann möglich ist, wenn nicht mehr als 3 Fragen unbeantwortet bleiben. Beim Fehlen von bis zu drei Antworten wird der arithmetische Mittelwert der restlichen Antworten gebildet [47].

7. STATISTISCHE AUSWERTUNG

Die gesammelten Daten wurden in einer excel-Tabelle (Fa. Microsoft) gespeichert und mittels der Software SPSS-Statistics (Version 19, Fa. IBM, Ehningen, Germany) zum Teil in Zusammenarbeit mit einem Statistiker pseudonymisiert ausgewertet. Die Patientendaten wurden einer deskriptiven Statistik mit Auswertung der Häufigkeiten und Verteilungen sowie einer Varianzanalyse (ANOVA) unterzogen. Die nichtparametrischen Gruppenvergleiche erfolgten mit dem Mann-Whitney-U-Test. Die Korrelationsanalyse nach Pearson wurde bei Daten angewendet, die der Gleichverteilung unterliegen. Mittelwerte und Standardabweichungen von Zahlengruppen wurden auf die erste Stelle hinter dem Komma auf- oder abgerundet angegeben, Signifikanzen auf die dritte Stelle hinter dem Komma begrenzt. Die Evaluation der Behandlungsergebnisse erfolgte nach dem Mayo Elbow Performance Score (MEPS) und dem Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand Score (DASH).

Untersucht wurde insbesondere, ob sich signifikante Unterschiede oder Korrelationen zwischen einem bestimmten Verletzungsmuster oder einem bestimmten Behandlungsverfahren und dem Nachuntersuchungsergebnis nachweisen lassen.

III. ERGEBNISSE

1. EPIDEMIOLOGIE

1.1 ALTERS- UND GESCHLECHTERVERTEILUNG

Unter den 58 Patienten waren 36 Männer und 22 Frauen (Abb. 13). Das Durchschnittsalter der Patienten zum Unfallzeitpunkt betrug 51,8 Jahre (SD 13,6; 19-79 y.). Die Frauen waren zum Unfallzeitpunkt mit durchschnittlich 58,9 Jahren (SD 10,4; 39-79 y.) älter als die Männer mit durchschnittlich 47,4 Jahren (SD 13,3; 19-70 y.) .

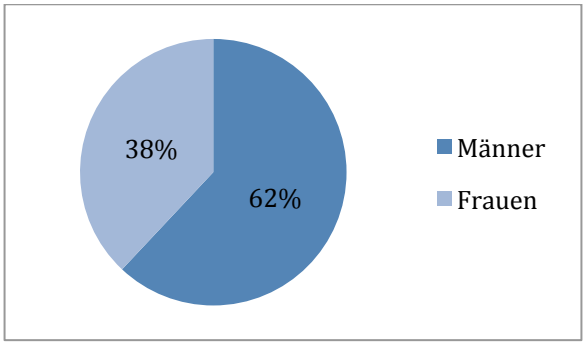


Abb. 13: Geschlechterverteilung der 58 Patienten

Männer verunfallten im Alter von 31 bis 70 Jahren nahezu gleich häufig. Eine leicht abfallende Tendenz in Richtung höheren Alters ließ sich erkennen. Frauen verunfallten dagegen am häufigsten in der Altersgruppe von 51 bis 70 Jahren, also deutlich später als die Männer (Abb. 14).

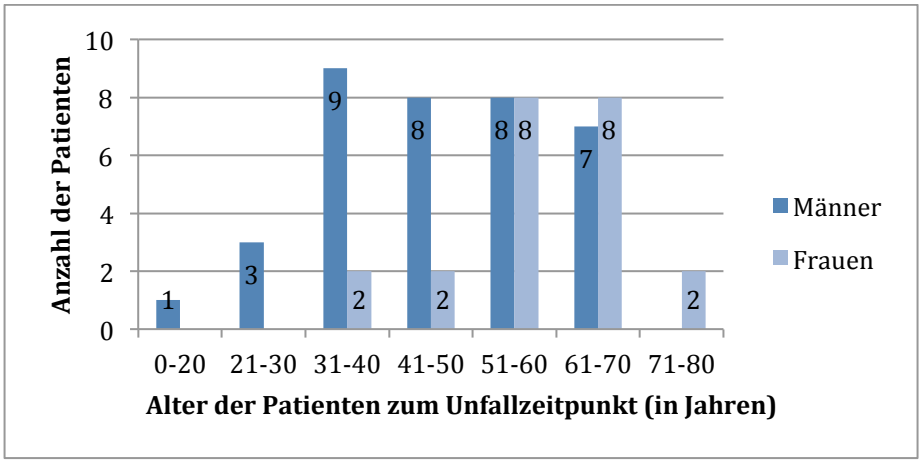


Abb. 14: Alters- und Geschlechterverteilung

1.3 BERUF

Es erfolgte eine Einteilung in die folgenden Berufsgruppen: Erwerbstätige (Arbeiter/Handwerker sowie Selbständige/Angestellte) und Nicht-Erwerbstätige (Schüler/Hausfrauen/Rentner). Zum Unfallzeitpunkt waren 70% der Patienten erwerbstätig. Davon übten 45% der Patienten einen Beruf mit körperlicher Tätigkeit aus (Arbeiter/Handwerker), 25% der Patienten waren als Selbständige oder Büroangestellte tätig. Auf die Gruppe der Nicht-Erwerbstätigen entfielen 30% der Patienten (Schüler/Hausfrauen/ Rentner).

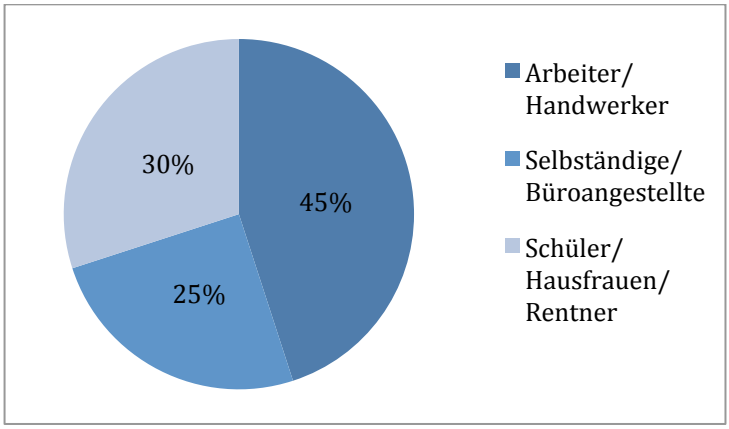


Abb. 15: Berufsgruppen

1.4 KOSTENTRÄGER

30 Patienten (52%) waren gesetzlich krankenversichert, 28 Patienten (48%) waren über die Berufsgenossenschaft unfallversichert.

1.5 UNFALLURSACHEN

Zu den Unfallursachen zählten Stürze auf ebener Erde, Stürze aus größerer Höhe, Verkehrs- und Sportunfälle (Abb. 16). 22 Patienten stürzten als Fußgänger auf ebener Erde. 21 Patienten stürzten aus größerer Höhe: Darunter ereigneten sich unter anderem vier Treppenstürze und acht Leiterstürze. Drei Patienten stürzten aus großer Höhe von einem Dach bzw. von einem Gerüst. Es fanden sich neun Verkehrsunfälle, davon sechs Fahrradunfälle, zwei Motorradunfälle und ein Autounfall. Drei Patienten verletzten sich beim Sport, zwei während eines Fussballspiels und ein Patient beim Rollschuhlaufen.

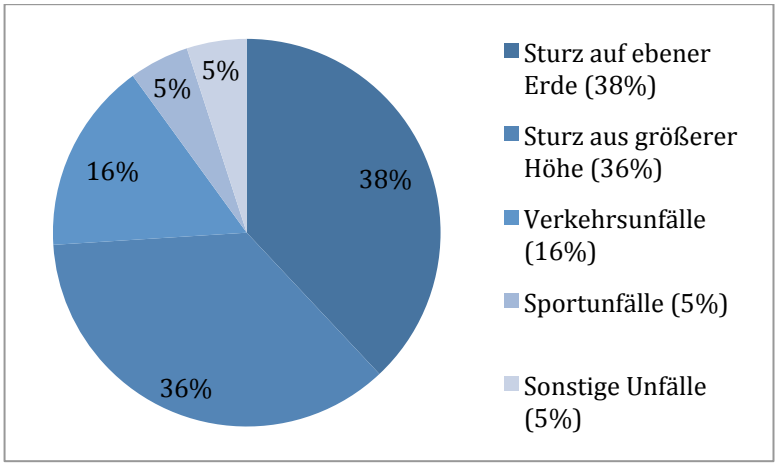


Abb. 16: Unfallursachen

28 der insgesamt 58 Unfälle (48%) ließen sich als Arbeitsunfall klassifizieren. Darunter ereigneten sich zehn Wegeunfälle: acht Patienten stürzten als Fußgänger auf dem Weg zur Arbeit, zwei Patienten stürzten mit dem Fahrrad. 14 Stürze ereigneten sich aus größerer Höhe: zwei Patienten stürzten eine Treppe hinunter, zwei von einer LKW-Laderampe, drei von einer Leiter, ein Gastronom stürzte bei Dekorationsarbeiten von einem Stuhl und ein Patient stürzte während eines Feuerwehrwettbewerbs von einem Schwebebalken. Drei Patienten stürzten aus großer Höhe von einem Dach bzw. von einem Gerüst. Ein Patient geriet mit seinem Arm in ein Förderband, ein anderer klemmte seinen Arm in einem Fahrzeug und ein dritter stürzte bei Vermessungsarbeiten bei einem Grabensprung.

Unter der Gruppe der Stürze auf ebener Erde waren 68% weiblichen Geschlechts und nur 32% männlich. Der Altersdurchschnitt dieser Gruppe lag bei 59,1 Jahren (SD 9,7; 35-79 y.). Genau anders herum verhielt es sich in der Gruppe der Stürze aus größerer Höhe. Hier waren sogar 81% Männer und nur 19% Frauen. Die Patienten dieser Gruppe waren mit durchschnittlich 46,7 Jahren (SD 11,8; 27-68 y.) jünger. 67% der Stürze aus größerer Höhe ereigneten sich als Arbeitsunfall. Mehr als die Hälfte dieser Patienten (57%) war im Handwerk tätig.

In der Gruppe der Verkehrsunfälle waren 7 Männer (78%) und 2 Frauen (22%). Der Altersdurchschnitt lag hier bei 54,8 Jahren (SD 13,3; 29-70y.).

2. KLASSIFIKATION DER KORONOIDFRAKTUREN

Es fanden sich 34 rechtsseitige (59%) und 24 linksseitige (41%) Frakturen des Processus coronoideus ulnae.

Diese wurden anhand der posttraumatischen Röntgenbilder nach Regan und Morrey [84] klassifiziert (Abb. 17). Es fanden sich 19 Typ-I-Frakturen (33%), 17 Typ-II-Frakturen (29%) und 22 Typ-III-Frakturen (38%).

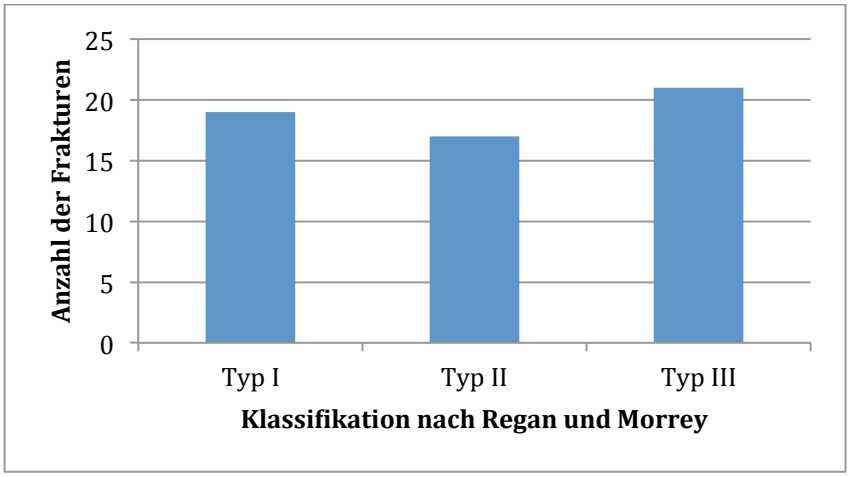


Abb. 17: Einteilung nach Regan und Morrey

29 der 39 Typ-II- und Typ-III-Frakturen (74%) traten bei Männern auf und waren damit deutlich häufiger als bei Frauen (26%). Umgekehrt verhielt es sich mit den Typ-I-Frakturen: 63% der Typ-I-Frakturen traten bei Frauen auf. Bezüglich der Seitenlokalisation und des Durchschnittsalters ergab sich nahezu eine Gleichverteilung (Tab. 2).

PCU-Frakturtyp nach Regan und Morrey	**Geschlecht**		**Seitenlokalisation**		**Alter**
	Männer	**Frauen**	**links**	**rechts**	**Durchschnitt (in Jahren)**
Typ I (n=19)	7 (37%)	12 (63%)	8 (42%)	11 (58%)	54,5 (SD 11,2; 33-75 y.)
Typ II (n=17)	12 (71%)	5 (29%)	6 (35%)	11 (65%)	48,7 (SD 14,2; 19-67 y.)
Typ III (n=22)	17 (76%)	5 (24%)	10 (45%)	12 (55%)	51,8 (SD 14,8; 27-79 y.)

Tab. 2: Häufigkeit der Koronoidfrakturen nach unterschiedlichen Kriterien

Die Hälfte der Typ-I-Frakturen trat als Folge eines Sturzes auf ebener Erde auf. Typ-II- und Typ-III-Frakturen traten häufiger nach Sturz aus großer Höhe auf. Ein Sturz auf ebener Erde war bei diesen Frakturtypen die zweithäufigste Ursache (Tab. 3).

PCU-Frakturtyp nach Regan und Morrey	**Unfallursache**				
	Sturz auf ebener Erde	**Sturz aus großer Höhe**	**Verkehrsunfall**	**Sportunfall**	**Sonstige Unfälle**
Typ I (n=19)	10 (53%)	5 (26%)	2 (10,5%)	0	2 (10,5%)
Typ II (n=17)	5 (29%)	6 (35%)	4 (24%)	2 (12%)	0
Typ III (n=22)	7 (32%)	10 (45%)	3 (14%)	1 (4,5%)	1 (4,5%)

Tab. 3: Häufigkeit der Koronoidfrakturen in Abhängigkeit von der Unfallursache

3. BEGLEITVERLETZUNGEN

Es fanden sich 15 isolierte Koronoidfrakturen (26%). Bei 43 PCU-Frakturen (74%) lagen knöcherne Begleitverletzungen in Form von Radiusköpfchen-, Radiushals-, Olecranon- oder proximalen Ulnaschaftfrakturen vor. Zusätzlich fanden sich in acht Fällen „flake fractures" der humeralen Gelenkfläche (= Abscherfraktur von Knorpelfragmenten, teilweise auch von Knorpel-Knochen-Fragmenten aus der Gelenkfläche), vier distale Radiusfrakturen, eine Scaphoidfraktur und eine iatrogen verursachte suprakondyläre Humerusfraktur.

In 24 Fällen lag nur eine knöcherne Begleitverletzung vor, in 17 Fällen fanden sich mindestens zwei Begleitverletzungen und in 2 Fällen lagen sogar drei knöcherne Begleitverletzungen vor.

Eine Ellenbogenluxation konnte bei insgesamt 44 von 58 Patienten (76%) nachgewiesen werden, darunter waren elf isolierte Frakturen des Processus coronoideus ulnae. Nur bei drei der 58 Patienten (5%) fand sich eine offene Fraktur mit Weichteilverletzung.

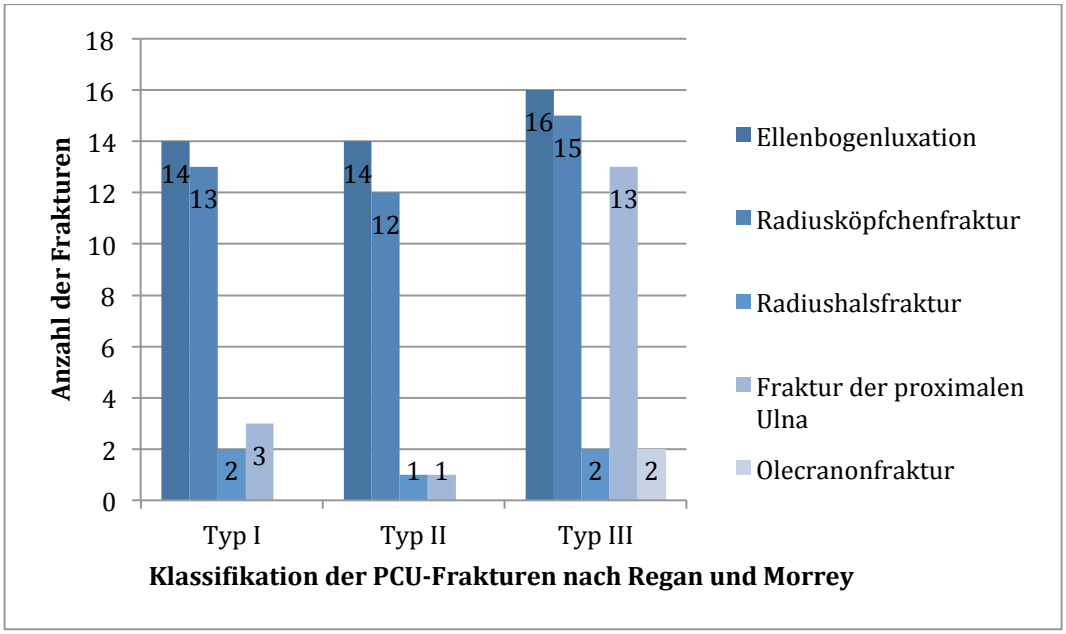


Abb. 18: Verteilung der Begleitverletzungen

Ellenbogenluxationen und Radiusköpfchenfrakturen verteilten sich relativ gleichmäßig auf die verschiedenen PCU-Frakturtypen. Olecranon- und proximale Ulnaschaftfrakturen fanden sich dagegen deutlich häufiger unter den Typ-III-Koronoidfrakturen (Abb. 18). Typ-III-Koronoidfrakturen waren insgesamt häufiger mit Begleitverletzungen assoziiert als Typ-I- und Typ-II-Koronoidfrakturen (Tab. 4).

Frakturtyp nach Regan und Morrey	**Anzahl isolierter Frakturen**	**Anzahl Frakturen mit Begleitverletzung**
Typ I (n=19)	6 (32%)	13 (68%)
Typ II (n=17)	5 (29%)	12 (71%)
Typ III (n=22)	4 (18%)	18 (82%)

Tab. 4: Anteil der Begleitverletzungen nach PCU-Frakturtyp

3.1 RADIUSKÖPFCHENFRAKTUREN

Anhand der posttraumatischen Röntgenbilder ließen sich 40 Radiusköpfchenfrakturen (69%) als Begleitverletzung nachweisen. Diese wurden nach Mason [64] klassifiziert: Es fanden sich zwei Typ-I-Frakturen, 15 Typ-II-Frakturen und 23 Typ-III-Frakturen (Abb. 19). Fünf Patienten wiesen zusätzlich eine Radiushalsfraktur auf.

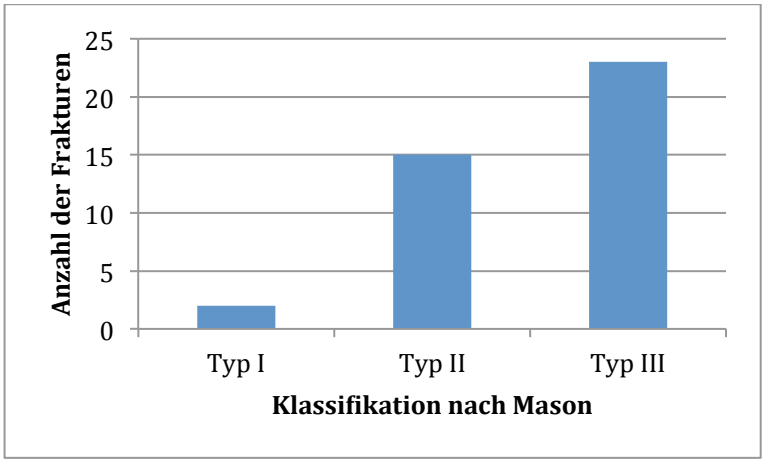


Abb. 19: Einteilung nach Mason

3.2 FRAKTUREN DER PROXIMALEN ULNA UND OLECRANONFRAKTUREN

Bei insgesamt 17 von 58 PCU-Frakturen (29%) fand sich eine Fraktur des proximalen Ulnaschafts als Begleitverletzung. Davon konnte eine Fraktur als Monteggia-Fraktur Typ Bado III klassifiziert werden.

Eine Olecranonfraktur ließ sich nur in zwei Fällen (jeweils Typ-III-PCU-Fraktur) anhand der posttraumatischen Röntgenbilder nachweisen. Die Einteilung erfolgte nach der Mayo-Klassifikation [15]: Es ließen sich eine undislozierte Olecranonfraktur sowie eine dislozierte, stabile Olecranonfraktur klassifizieren.

4. VERLETZUNGSKOMBINATIONEN

Bei 16 Patienten fand sich eine typische „terrible triad"-Verletzung (TT), bei ebenfalls 16 Patienten fand sich eine „terrible triad"-Verletzung mit zusätzlicher proximaler Ulnaschaft-Fraktur (ProxUlnTT). In einem Fall lag eine Monteggia-Fraktur mit PCU-Fraktur und Radiusköpfchen-Fraktur (MontPCU) vor. Eine isolierte PCU-Fraktur mit Luxation (LuxPCU) konnte bei elf Patienten nachgewiesen werden, eine isolierte PCU-Fraktur (IsoPCU-F) ohne Luxation fand sich in vier Fällen. Eine kombinierte PCU- und Radiusköpfchen-Fraktur ohne Luxation (PCURK-F) kam in acht Fällen vor. Zweimal konnte eine PCU-Fraktur mit begleitender Olecranonfraktur ohne Luxation (OlePCU-F) nachgewiesen werden (Tab. 5).

Art der Verletzungs-kombination	TT	ProxUlnTT	MontPCU	LuxPCU	IsoPCU-F	PCURK-F	OlePCU-F
Anzahl Patienten	16 (27,5%)	16 (27,5%)	1 (2%)	11 (19%)	4 (7%)	8 (14%)	2 (3%)

Tab.5: Verletzungskombinationen

5. THERAPIE DER KORONOIDFRAKTUREN

5.1 STATIONÄRER AUFENTHALT

Der stationäre Aufenthalt betrug durchschnittlich 31,7 Tage (SD 29,7; 2-116 d.). 37 Patienten waren weniger als 30 Tage im Krankenhaus, 21 Patienten dagegen länger als 30 Tage.

Patienten mit einer Typ-I-PCU-Fraktur verbrachten durchschnittlich 21 Tage (SD 24,4; 0-70 d.) im Krankenhaus, Patienten mit einer Typ-II-PCU-Fraktur durchschnittlich 38 Tage (SD 33,2; 6-116 d.) und Patienten mit einer Typ-III-Fraktur durchschnittlich 36 Tage (SD 30,0; 5-106 d.). Die Patientin mit dem längsten stationären Aufenthalt musste aufgrund einer komplizierten Typ-II-PCU-Fraktur mehrfach operiert werden und dementsprechend 116 Tage im Krankenhaus verbringen (s. Anhang, S. 78).

5.2 ERSTVERSORGUNG

In 32 Fällen (55%) erfolgte die Erstversorgung direkt im BUKH bzw. im UKSH (24mal operativ und 8mal konservativ). 23 Patienten (40%) wurden in einer auswärtigen Klinik vorbehandelt, davon 17 konservativ und sechs operativ. Drei Patienten (5%) wurden vor Krankenhauseinweisung von einem niedergelassenen Arzt mit einem Oberarm-Gips erstversorgt.

5.3 OPERATIVE THERAPIE

Insgesamt 56 der 58 Patienten (97%) wurden operiert. Entsprechend wurden zwei Patienten (3%) ausschließlich konservativ therapiert. In beiden Fällen lagen isolierte Koronoidfrakturen vor.

Insgesamt 33 Koronoidfrakturen der 56 operierten Patienten (59%) wurden operativ refixiert oder rekonstruiert. Bei den übrigen 23 operierten Patienten (41%) wurden nur die Begleitverletzungen operativ versorgt.
Die Indikation zum operativen Vorgehen wurde wesentlich vom Frakturtyp beeinflusst. So wurden nur zwei der 19 Typ-I-Frakturen (11%), aber 12 der 17 Typ-II-Frakturen (71%) und 19 der 22 Typ-III-Frakturen (86%) operativ versorgt (Tab. 6).

Frakturtyp nach Regan und Morrey	**Anzahl der operierten Frakturen**	**Anteil operierter Frakturen in %**
Typ I (n=19)	2	11
Typ II (n=17)	12	71
Typ III (n=22)	19	86

Tab. 6: Anteil operativ therapierter PCU-Frakturen nach Frakturtyp

26 der 56 operierten Patienten (46%) wurden präoperativ temporär mit einem Oberarm-Gipsverband versorgt. Bei zwei Patienten (4%) erfolgte zunächst nur die Anlage eines Fixateur externe, einmal im Rahmen eines Polytraumas (der Patient war von einem Dach gestürzt) und einmal bei drittgradig offener Ellenbogengelenks-Luxationsfraktur (der Patient war mit dem Arm in ein Förderband geraten). 28 Patienten (50%) wurden sofort operiert, d.h. auf eine präoperative Ruhigstellung wurde verzichtet.
30 der 56 operierten Patienten (54%) wurden innerhalb der ersten 24 Stunden nach dem Unfall operiert. 22 Patienten (39%) wurden innerhalb eines Zeitraums von 18 Tagen nach dem Unfall, vier Patienten (7%) erst nach einem längeren Zeitintervall (zwei bis 36 Monate nach dem Unfall) operiert. Bei letzteren war zunächst ein konservativer Therapieversuch unternommen worden. Aufgrund von einer Belastungsinsuffizienz mit Instabilität musste jedoch auf eine operative Therapie umgestellt werden. Drei Patienten (5%) waren im Ausland (Polen, New Orleans und Griechenland) verunglückt. Der Zeitpunkt der ersten Operation verzögerte sich in diesen Fällen aufgrund des Rücktransportes nach Deutschland um 5 bis 60 Tage.
35 Patienten (62%) mussten mehrfach operiert werden, 15 Patienten sogar mindestens dreimal (jeweils einschließlich der Materialentfernungen). Durchschnittlich wurde 2,2 mal (SD 1,5; 0-8 t.) operiert. In einem Fall musste aufgrund persistierender Instabilität und Belastungsinsuffizienz sogar acht Mal operiert werden.

5.3.1 OPERATIONSTECHNIK

Insgesamt 18 Koronoidfrakturen wurden primär mit einzelnen Schrauben, sechs mit Mini-Plättchen, drei mit Lasso-Schlinge und vier mit einem Koronoidersatz aus einem autologen Knorpel-Knochenblock vom resezierten Radiusköpfchen rekonstruiert. In zwei Fällen wurden ausschließlich kleine Knochenfragmente entfernt (Abb. 20).

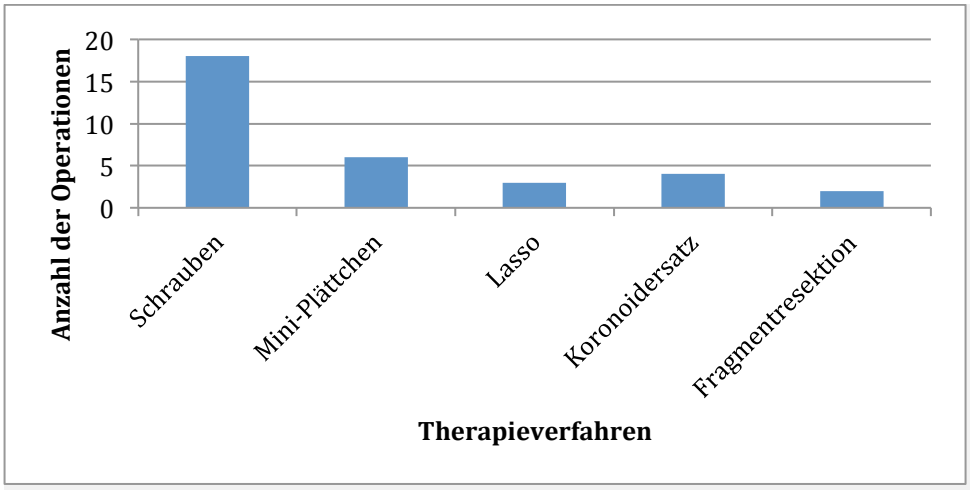


Abb. 20: Primäre operative Therapie der Koronoidfrakturen

Typ-II-Frakturen wurden hauptsächlich mit Schrauben versorgt, Typ-III-Frakturen ebenfalls hauptsächlich mit Schrauben, aber auch mit Mini-Plättchen. Drei Typ-II-Frakturen wurden mit einem Koronoidersatz versorgt (Tab. 7).

PCU-Frakturtyp nach Regan und Morrey	**Schrauben**	**Mini-Plättchen**	**Lasso**	**Koronoid-ersatz**	**Fragment-resektion**
Typ I (n=19)	1	0	0	0	1
Typ II (n=17)	5	1	2	3	1
Typ III (n=22)	12	5	1	1	0

Tab. 7: Verteilung der Operationstechniken nach PCU-Frakturtyp

5.3.2 BEGLEITVERLETZUNGEN

Insgesamt 36 der 40 Radiusköpfchen-Frakturen (90%) wurden operativ therapiert. Neun Radiusköpfchen-Frakturen wurden primär mit Schrauben versorgt, drei mit Leibinger-Miniplättchen, 20 mit primär kompletter und vier mit primär partieller Radiusköpfchen-

resektion. Drei Radiusköpfchen mussten sekundär komplett reseziert werden, da die Frakturen nach primärer Schraubenosteosynthese redisloziert waren. Drei primär resezierte Radiusköpfchen wurden sekundär mit einer bipolaren Radiusköpfchenprothese (Modell CRF II, Fa. Tornier, Burscheid, Germany) zwei bis drei Wochen nach Primäroperation in der Technik nach Judet [43] ersetzt (Abb. 21).

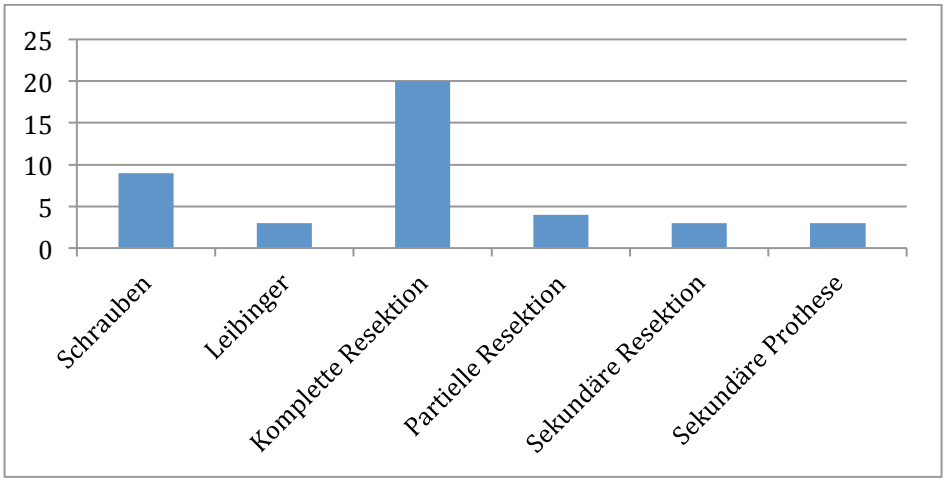


Abb. 21: Therapie der Radiusköpfchenfrakturen

Ähnlich wie bei den Koronoidfrakturen wurde die Therapie der Radiusköpfchen-Frakturen vom Frakturtyp beeinflusst. So wurden die beiden Mason-I-Frakturen sowie zwei der 15 Mason-II-Frakturen konservativ behandelt. Eine operative Therapie erfolgte bei den restlichen 13 Mason-II-Frakturen sowie bei allen 23 Mason-III-Frakturen (Tab. 8).

RK-Frakturtyp nach Mason	**Anzahl der operierten Frakturen**	**Anteil operierter Frakturen in %**
Typ I (n=2)	0	0
Typ II (n=15)	13	87
Typ III (n=23)	23	100

Tab. 8: Anteil operativ therapierter Radiusköpfchenfrakturen nach Frakturtyp

Die insgesamt 17 proximalen Ulnaschaft-Frakturen wurden überwiegend (76%) mit dorsal angelegten Kleinfragmentplatten (konventionell oder winkelstabil) stabilisiert. Die Übrigen (24%) sowie auch die beiden Olecranonfrakturen wurden mittels K-Drahtcerclage versorgt.

Bei 19 von 44 (41%) luxierten Gelenken wurde der rupturierte Seitenbandapparat operativ refixiert bzw. genäht, dabei 14mal radial und fünfmal ulnar.

5.4 POSTOPERATIVE THERAPIE

Postoperativ erfolgte eine Ruhigstellung des Gelenkes für durchschnittlich 34,12 Tage (SD 32,2; 0-170 d.). Insgesamt 23 von 56 Patienten (41%) wurden postoperativ mit einem Ellenbogengelenk-überbrückenden AO-Fixateur externe dorsal versorgt. Bei 17 Patienten (74%) erfolgte die Anlage primär postoperativ (bei zwei dieser Patienten erfolgte die Anlage bereits vor der endgültigen operativen Stabilisierung), bei 6 Patienten (26%) sekundär postoperativ.

Die übrigen 33 Gelenke (59%) wurden postoperativ mithilfe eines Oberarmgipsverbands stabilisiert.

Bezüglich heterotoper Ossifikationen wurde routinemäßig bei allen Patienten eine Prophylaxe mit 3 x 50 mg Diclofenac p.o. für 2 Wochen durchgeführt [39].

Bei allen 56 operierten Patienten wurde postoperativ eine physiotherapeutische Nachbehandlung begonnen, durchschnittlich 18,7 Tage (SD 23,2; 1-140 d.) nach der Operation. Bei 23 Patienten (41%) wurde noch innerhalb der ersten postoperativen Woche mit den Mobilisierungsmaßnahmen begonnen. Die durchschnittliche Dauer der physiotherapeutischen Behandlung belief sich auf 18, 1 Wochen (SD 26,5; 0-152 w.).

GRUPPENVERGLEICH FIXATEUR EXTERNE - OBERARMGIPSVERBAND

Der Fixateur externe wurde durchschnittlich 40 Tage (SD 26,5; 14-140 d.) getragen, der Oberarmgipsverband nur durchschnittlich 23 Tage (SD 34,3; 1-170 d.).

Bei Patienten mit Fixateur externe fanden sich signifikant mehr Begleitverletzungen als bei Patienten ohne Fixateur externe: In der Fixateurgruppe waren durchschnittlich 3,3 Begleitstrukturen, in der Gruppe ohne Fixateur nur durchschnittlich 2,4 Begleitstrukturen verletzt (p=0,001, Mann-Whitney-U-Test). Dabei wurden jede knöcherne und jede ligamentäre Begleitverletzung sowie jede nachgewiesene Luxation als jeweils eine Verletzung gezählt (Abb. 22). Insgesamt 15 von 23 (65 %) Patienten mit Fixateur externe benötigten mindestens eine Revision, während von den 35 Patienten ohne Fixateur externe nur 7 revidiert werden mussten (20 %) (p = 0,000, exakter Test nach Fisher). Der stationäre Aufenthalt in der Oberarmgipsverbandgruppe war mit durchschnittlich 18 Tagen (SD 16,1; 0-67 d.) signifikant kürzer als der in der Fixateurgruppe mit durchschnittlich 52 Tagen (SD 35,1; 5-116 d.) (p = 0,000, Mann-Whitney-U-Test). Der Anteil an durchgeführten Bandnähten

oder Radiusköpfchenresektionen unterschied sich nicht signifikant zwischen beiden Gruppen, ebenso nicht die Dauer der ambulant fortgeführten Physiotherapie.

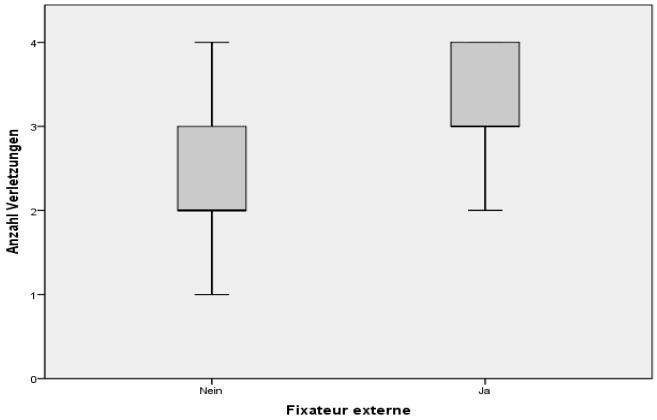


Abb. 22: Signifikante Differenz zwischen Patienten mit und ohne Fixateur externe bezüglich der Anzahl verletzter Begleitstrukturen (p=0,001, Mann-Whitney-U-Test)

6. KOMPLIKATIONEN

36 der insgesamt 58 therapierten PCU-Frakturen (62%), einschließlich der beiden konservativ behandelten Patienten, verliefen komplikationslos.

In 22 von 56 operierten Fällen (39%) traten postoperativ Komplikationen auf. Bei zehn Patienten (18%) wurden postoperativ partielle sowie komplette Nervenläsionen dokumentiert, vorwiegend im sensiblen Versorgungsgebiet des N. ulnaris. Weitere Komplikationen waren Reluxationen (14%) und chronische Instabilität (7%), heterotope Ossifikationen (19%) und freie Gelenkkörper (5%), Osteosyntheseversagen (4%) und Pseudarthrosen (4%). In einem Fall war eine Kompartmentversorgung am Unterarm erforderlich. In einem anderen Fall wurde intraoperativ iatrogen eine suprakondyläre Humerusfraktur verursacht. Ein Patient beklagte eine Weichteilirritation über der eingebrachten Schraube am Ellenbogen und eine weitere Patientin erhielt bei fortbestehender Luxationsneigung trotz PCU-Rekonstruktion mit Beckenkammspan eine komplette Ellenbogengelenkprothese (Biomet IBP, Berlin, Germany). Im gesamten Patientenkollektiv kam es zu keinerlei Verletzung arterieller oder venöser Gefäße.

Bezogen auf den PCU-Frakturtyp ergab sich folgendes Bild (Tab. 9): Bei mehr als der Hälfte der Typ-III-Frakturen (55%) traten Komplikationen auf. Dagegen verliefen 15 der 19 Typ-I-Frakturen (79%) und 11 der 17 Typ-II-Frakturen(65%) komplikationslos.

PCU-Frakturtyp nach Regan und Morrey	Anzahl der Fälle mit Komplikationen	Anteil der Fälle mit Komplikationen
Typ I (n=19)	4	21%
Typ II (n=17)	6	35%
Typ III (n=22)	12	55%

Tab. 9: Verteilung der Komplikationen nach PCU-Frakturtyp

In der Korrelationsanalyse nach Pearson zeigte sich eine positiv signifikante Korrelation zwischen dem Auftreten von Komplikationen und dem PCU-Frakturtyp nach Regan und Morrey ($r = 0{,}263$; $p = 0{,}046$), d.h. je höher der PCU-Frakturtyp, desto häufiger traten Komplikationen auf.

Unter den 33 (51%) operativ therapierten Koronoidfrakturen verliefen 17 mit Komplikationen, d.h. bei jeder zweiten operativ therapierten Koronoidfraktur traten im weiteren Behandlungsverlauf Komplikationen auf. Dabei machte es keinen Unterschied, ob die Koronoidfrakturen isoliert oder mit Begleitverletzungen assoziiert aufgetreten waren. In beiden Gruppen belief sich die Komplikationsrate auf 40%.

7. NACHUNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

7.1 INSPEKTION

Fünf Patienten (10%) zeigten beim Betreten des Untersuchungszimmers eine Schonhaltung mit leichter Beugestellung ihres verletzten Arms. Bei einem Patienten (2%) fiel eine funktionelle Armverkürzung im Seitenvergleich auf. Bei einem weiteren Patienten (2%) war ein Cubitus varus (nach suprakondylärer Humerusfraktur im Kindesalter) zu erkennen.

Schwellungen im Bereich des Ellenbogengelenkes fanden sich bei drei Patienten (6%), Schwellungen im Bereich des Ober- oder Unterarms bei zwei Patienten (4%).

Eine leichte Muskelatrophie im und um den Bereich des Ellenbogengelenkes fand sich bei zwölf Patienten (25%).

Die Narbe war bei 45 Patienten (94%) ohne Rötung, Schwellung, Überwärmung oder Fistelung reizlos verheilt. Bei zwei Patienten (4%) zeigte sich allerdings eine diskrete Rötung und Schwellung der Narbe. Bei einem weiteren Patienten (2%) war die Narbe leicht verbreitert abgeheilt.

7.2 PALPATION

Einliegendes Osteosynthesematerial war bei vier Patienten (8%) im Bereich des Olecranons zu tasten, bei einem Patienten (2%) konnte über der ulnaren Seitenkante eine Schraubenspitze ertastet werden. Eine artikuläre Krepitation im Sinne eines arthrotischen Reibens war beim Durchbewegen des verletzten Ellenbogengelenkes in fünf Fällen (10%) nachzuweisen. Bei drei Patienten (6%) ließ sich ein leichter Druckschmerz über dem Ellenbogengelenk auslösen, bei weiteren zwei Patienten (4%) war die Palpation des Radiusköpfchens druckschmerzhaft. Die Durchblutung war bei allen untersuchten Patienten intakt, der A. radialis Puls bei allen Patienten tastbar.

7.3 NEUROLOGISCHER UNTERSUCHUNGSBEFUND

In den Patientenakten waren fünf posttraumatische Nerven-Läsionen (8%) dokumentiert worden. In zwei Fällen war der motorische N. ulnaris betroffen, einmal in Kombination mit einem motorischen N. medianus-Ausfall. Bei letzterem Patienten lag zum Nachuntersuchungszeitpunkt weiterhin eine Parese des linken Klein- und Ringfingers vor. Die übrigen drei Läsionen betrafen den sensiblen N. ulnaris. Diese Sensibilitätsstörungen hatten sich bei zwei Patienten komplett zurückgebildet.

Es waren außerdem zehn postoperative Nervenläsionen (18%) in den Patientenakten dokumentiert worden, ebenfalls vorwiegend im sensiblen Innervationsgebiet des N. ulnaris. Sensibilitätsstörungen im Bereich des Ring- und Kleinfingers traten zum Nachuntersuchungszeitpunkt noch bei sieben Patienten auf. Eine Patientin beschrieb eine gelegentlich auftretende „krallenartige“ Versteifung der Finger der betroffenen Extremität. Bei einem anderen Patienten war ein Streckdefizit des Kleinfingers festzustellen.

Über ein Kribbeln im Bereich des Unterarms klagten sechs Patienten. Ein Taubheitsgefühl im Bereich der Narbe beschrieben vier Patienten.

Der Bizeps-Sehen-Reflex ließ sich bei allen untersuchten Patienten seitengleich auslösen.

7.4 FUNKTIONSPRÜFUNG

Das aktive Bewegungsausmaß des Ellenbogengelenkes in Extension und Flexion sowie in Pronation und Supination wurde im Vergleich zur gesunden Seite nach der Neutral-Null-Methode gemessen.

EXTENSION UND FLEXION

Insgesamt 45 der 48 klinisch nachuntersuchten Patienten (94%) wiesen Bewegungseinschränkungen in Extension und Flexion auf. Nur drei Patienten (6%) erreichten ein normales Bewegungsausmaß von bis zu 150°. Zwölf Patienten (25%) konnten ihr Ellenbogengelenk normal strecken und ebenfalls zwölf Patienten (25%) erreichten eine maximale Beugung von 140-150°.

Durchschnittlich ergab sich ein Bewegungsausmaß von 107,2° (SD 28,6; 5° - 155°). Das durchschnittliche Extensionsdefizit betrug 19,0° (SD 17,5; -10°-80°), das durchschnittliche Flexionsdefizit 18,8° (SD 16,2; 0°-60°).

Patienten mit Typ-III-PCU-Fraktur wiesen das durchschnittlich größte Extensionsdefizit von 24,2° (SD 19,2; 0°-80°) und ebenfalls das durchschnittlich größte Flexionsdefizit von 29,2° (SD 19,1;5°-60°) auf. Das beste durchschnittliche Bewegungsausmaß erreichten Patienten mit Typ-II-Fraktur (115,2° (SD 33,2°; 5°-140°)). Patienten mit Typ-I-Fraktur waren in der Extension eingeschränkter als Patienten mit Typ-II-Fraktur (Tab.10).

PCU-Frakturtyp nach Regan und Morrey	**Durchschnittliches Extensionsdefizit**	**Durchschnittliches Flexionsdefizit**	**Durchschnittliches Bewegungsausmaß**
Typ I (n=15)	20° (SD 13,5; 0°-40°)	19,6° (SD 12,6; 0°-50°)	110,3° (SD 22,2; 60°-140°)
Typ II (n=14)	11,1° (SD 16,9; 0°-40°)	20,7° (SD 14,3; 5°-55°)	118,2° (SD 24,2; 80°-155°)
Typ III (n=19)	24,2° (SD 19,2; 0°-80°)	29,2° (SD 19,1; 5°-60°)	96,6° (SD 33,2; 5°-140°)

Tab. 10: Bewegungsausmaß (Extension/Flexion) in Bezug auf den PCU-Frakturtyp

PRONATION UND SUPINATION

Bei 28 der 48 klinisch nachuntersuchten Patienten (58%) fand sich eine Einschränkung der Umwendbewegung des Unterarms. 20 Patienten (42%) erreichten einen normalen Rotationsbogen von 180°. 14 Patienten (29%) hatten Schwierigkeiten bei der Pronation, 26 Patienten (54%) waren in der Supination eingeschränkt.

Das Pronationsdefizit betrug durchschnittlich 8° (SD 18,2; 0°-90°) das Supinationsdefizit 18,9° (SD 26,8; 0°-90°). Damit ergab sich ein durchschnittlicher Rotationsbogen von 153,0° (SD 38,5; 0° - 180°).

In der Gruppe der Typ-I-Frakturen fand sich ein durchschnittlicher Rotationsbogen von 163,3° (SD 30,6; 90°-180°). Patienten mit Typ-III-Frakturen erreichten nur durchschnittlich 132,6 (SD 47,4; 0°-180°)°. Das größte durchschnittliche Supinationsdefizit von 33,2° (SD 31,1; 0°-90°) trat bei Patienten mit Typ-III-Fraktur auf. Patienten mit Typ-I-Fraktur waren in der Rotation eingeschränkter als Patienten mit Typ-II-Fraktur (Tab. 11).

PCU-Frakturtyp nach Regan und Morrey	**Durchschnittliches Pronationsdefizit**	**Durchschnittliches Supinationsdefizit**	**Durchschnittlicher Rotationsbogen**
Typ I (n=15)	4,3° (SD 11,8; 0°-45°)	12,3° (SD 24,7; 0°-90°)	163,3° (SD 30,6; 90°-180°)
Typ II (n=14)	3,6° (SD 7,4; 0°-20°)	6,4° (SD 9,3; 0°-20°)	170° (SD 14,7; 140°-180°)
Typ III (n=19)	14,2°(SD25,5; 0°-90°)	33,2° (SD 31,1; 0°-90°)	132,6° (SD 47,4; 0°-180°)

Tab. 11: Rotationsbogen (Pronation/Supination) in Bezug auf den PCU-Frakturtyp

7.5 BEWEGUNGSAUSMASS SUBJEKTIV UND OBJEKTIV

Die Patienten waren im Fragebogen aufgefordert worden, in einer Skizze einzuzeichnen, wie weit sie ihren Ellenbogen strecken bzw. beugen können. 30 Patienten konnten diese Aufgabe lösen. Die Auswertung der Skizzen ergab ein durchschnittliches Extensionsdefizit von 15,5° (SD 17,5; 0°-50°) und ein durchschnittliches Flexionsdefizit von 28,8° (SD 32,7; 0°-150°). Somit wurde ein durchschnittliches Bewegungsausmaß von 106,3° (SD 42; 0°- 160°) erreicht. Die objektive klinische Prüfung der Beweglichkeit des Ellenbogengelenkes nach der Neutral-Null-Methode ergab bei denselben Patienten ein durchschnittliches Extensionsdefizit von 18,3° (SD 19,8; 0°-80°) und ein durchschnittliches Flexionsdefizit von 21,8° (SD 15,2; 5°-65°) . Das Bewegungsausmaß lag damit durchschnittlich bei 109,5° (SD 29,4; 5°-155°).

Mittels der Korrelationsprüfung nach Pearson konnte gezeigt werden, dass sowohl die angegebene Streckstellung (Extension) als auch die angegebene Beugestellung (Flexion) im Fragebogen mittelstark signifikant mit den jeweiligen Parametern der objektiven Prüfung korrelieren (Extension: r = 0,591, p= 0,000; Flexion: r = 0,401, p= 0,028). Das gleiche Ergebnis brachte die Korrelationsanalyse nach Kendall-Tau-b für die Flexion (τ_b = 0,443, p = 0,001).

7.6 STABILITÄTSPRÜFUNG

Die Stabilität des Ellenbogengelenkes wurde durch Varus- und Valgusstress in Streckstellung als Abweichung von der Längsachse in 5er-Grad-Schritten mit einem Winkelmesser gemessen. Bei 16 von 48 Patienten (33%) konnte eine vermehrte seitliche Aufklappbarkeit von über 10° festgestellt werden. Darunter waren zwei Patienten mit Typ-I-Fraktur, sechs Patienten mit Typ-II- Fraktur sowie sieben Patienten Typ-III-Fraktur.

Subjektiv gaben 30 Patienten (69%) ein stabiles Gelenk an. In der objektiven Stabilitätsprüfung konnte dagegen bei 20% dieser Patienten eine vermehrte seitliche Aufklappbarkeit von über 10° festgestellt werden. 18 Patienten (31%) gaben ein moderates oder starkes Instabilitätsgefühl an. Die objektive Stabilitätsprüfung ergab hier bei 56% eine vermehrte mediolaterale Aufklappbarkeit. Zum Nachuntersuchungszeitpunkt konnte bei keinem der 48 Patienten eine Reluxation nachgewiesen werden.

7.7 KRAFTMESSUNG

Mithilfe des Genius-Kraftmessgerätes (0-5 kN, Fa. FREI AG, Kirchzarten,Germany) wurde die Kraft des verletzten Arms im Vergleich zum gesunden Arm bestimmt, um eine eventuelle Kraftminderung festzustellen. Dazu mussten die Patienten im Sitzen mit 90° gebeugtem Ellenbogengelenk gegen einen maximalen Widerstand an einem Seil ziehen (s. Material und Methoden, S. 21).

Die Kraftmessung konnte bei insgesamt 32 von 48 Patienten durchgeführt werden. Bei zwei Patienten war die Messung aufgrund zu starker Schmerzen im Ellenbogen nicht möglich. Die übrigen 14 Patienten waren anhand eines ärztlichen Gutachtens nachuntersucht worden. Eine Kraftmessung in dieser Form war dort nicht erfolgt.

Bei 15 Patienten (47%) war ein Kraftverlust des verletzten Arms im Vergleich zum gesunden Arm nachzuweisen. Bei elf Patienten zeigte sich eine leichte Kraftminderung (1-10N) und bei vier Patienten eine deutliche Kraftminderung (11-64 N) des verletzten Arms. Die Patientin mit der größten Kraftdifferenz von 64 N zwischen verletztem und gesundem Arm war aufgrund einer komplizierten Typ-II-PCU-Fraktur mehrfach operiert worden und hatte zuletzt eine Ellenbogengelenkprothese erhalten (s. Anhang, S. 78).

Bezüglich der verschieden PCU-Frakturtypen nach Regan und Morrey fand sich eine Gleichverteilung der in der Kraft geminderten Extremitäten. Die Kraftmessungen ergaben am verletzten Arm links durchschnittlich 85,6 N (SD 31,2; 0-140 N), rechts durchschnittlich 87,9 N (SD 48,9; 0-194 N), am gesunden Arm links 97,4 N (SD 39,2; 33-180 N) und rechts 94,0 N (SD 23,1; 45-142 N). Signifikante Differenzen ließen sich nicht nachweisen.

7.8 UMFANGMESSUNG

Die Umfangmaße wurden bei 45 der 48 nachuntersuchten Patienten jeweils 15 cm oberhalb des äußeren Oberarmknorrens, direkt am Ellenbogengelenk und 15 cm unterhalb des äußeren Oberarmknorrens, sowohl an der verletzten als auch an der gesunden Extremität gemessen.

In 25 Fällen (56%) war der rechte Arm verletzt, in 20 Fällen (44%) der linke. Unter den 45 Patienten waren drei Linkshänder (7%), zwei davon hatten sich den dominanten linken Arm verletzt, einer den rechten. Damit war bei insgesamt 26 von 45 Patienten (58%) der dominante Arm betroffen. Der verletzte dominante Oberarm war in 13 Fällen (50%) dicker und in 6 Fällen (23%) dünner als der gesunde Oberarm. Sieben Mal (27%) fand sich keine Umfangsdifferenz. Das dominante Ellenbogengelenk war auf der verletzten Seite in elf Fällen dicker (42%) und nur in drei Fällen (12%) dünner als das gesunde Ellenbogengelenk. Zwölf Mal (46%) fand sich keine Umfangsdifferenz am Ellenbogengelenk. Der Unterarm der verletzten dominanten Seite war in 13 Fällen (50%) dicker und in neun Fällen dünner als die gesunde Seite. In vier Fällen (15%) fand sich keine Umfangsdifferenz am Unterarm. Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die verletzte dominante Seite in 15 Fällen (58%) am Ober- oder Unterarm dünner war als auf der gesunden Seite. Da erst eine Umfangsdifferenz von mehr als 2cm am Oberarm und/oder mehr als 1cm am Unterarm als Zeichen einer Muskelrückbildung der betroffenen oberen Extremität gewertet werden kann, ist bei neun Patienten (35%) mit verletztem dominanten Arm eine Muskelatrophie im Bereich des Ober- oder Unterarms anzunehmen. Unter den 19 Patienten, die sich den nichtdominanten Arm verletzt hatten, fand sich bei insgesamt acht Patienten (42%) eine negative Umfangsdifferenz von 2cm am Oberarm bzw. von über 1cm am Unterarm der verletzten Seite. Auch in diesen Fällen ist von einer Muskelrückbildung auszugehen, so dass bei insgesamt 17 von 45 (37%) untersuchten Patienten eine Muskelatrophie der betroffenen Extremität angenommen werden kann.

Bezüglich der verschiedenen PCU-Frakturtypen nach Regan und Morrey fanden sich betreffend einer möglichen Muskelatrophie keine eindeutigen Differenzen.

7.9 FUNKTION SUBJEKTIV

Die Patienten wurden im Fragebogen aufgefordert, ihre derzeitige Ellenbogenfunktion in Schulnoten (1=sehr gut, 2=gut, 3=befriedigend, 4=ausreichend, 5=mangelhaft, 6=schlecht) zu bewerten. 21 Patienten gaben ihrer Ellenbogenfunktion eine „eins“ oder eine „zwei“.

16 Patienten bewerteten ihre Ellenbogenfunktion mit einer schlechteren Note als „befriedigend“. Die Note „sechs“ wurde nicht vergeben. Die durchschnittliche Bewertung ergab die Note 2,9 (SD 1,5; 1-5). Patienten mit Typ-I-Fraktur erzielten mit der Note 2,5 (SD 1,3; 1-5) den besten Durchschnitt. Patienten mit Typ-III-Fraktur bewerteten ihre Ellenbogenfunktion durchschnittlich besser als Patienten mit Typ-II-Fraktur (Tab. 12).
50 von 58 Patienten (86%) gaben keine relevanten Funktionseinschränkungen bei den Verrichtungen des täglichen Lebens, wie zum Beispiel beim Ankleiden oder bei der Nahrungsaufnahme, an.

PCU-Frakturtyp nach Regan und Morrey	**Funktion**					
	Sehr gut	**Gut**	**Befriedi-gend**	**Aus-reichend**	**Mangel-haft**	**Durchschnitt**
Typ I (n=17)	4	6	4	1	2	2,5 (SD 1,3; 1-5)
Typ II (n=12)	3	0	3	3	3	3,3 (SD 1,5; 1-5)
Typ III (n=17)	3	5	2	3	4	3,0 (SD 1,5; 1-5)

Tab. 12: Subjektive Funktion in Bezug auf den PCU-Frakturtyp

7.10 SCHMERZEN

23 Patienten (40%) gaben zum Nachuntersuchungszeitpunkt keine Schmerzen im Ellenbogengelenk an. 17 Patienten (29%) beschrieben einen milden Schmerz, 14 Patienten (24%) gaben belastungsabhängig moderate Schmerzen an und vier Patienten (7%) beklagten sogar starke Schmerzen. Patienten mit Typ-I-Fraktur waren häufiger schmerzfrei als Patienten mit Typ-II- oder Typ-III-Fraktur. Starke Schmerzen traten dagegen häufiger bei Patienten mit Typ-III-Fraktur auf (Tab. 13).

PCU-Frakturtyp nach Regan und Morrey	**Schmerzen**			
	Keine	**mild**	**moderat**	**stark**
Typ I (n=19)	9 (47,3%)	5 (26,3%)	4 (21,1%)	1 (5,3%)
Typ II (n=17)	6 (35%)	4 (24%)	6 (35%)	1 (6%)
Typ III (n=22)	8 (36%)	8 (36%)	4 (18%)	2 (9%)

Tab. 13: Schmerzen in Bezug auf den PCU-Frakturtyp

7.11 AUSWERTUNG DER RÖNTGENBILDER

Bei 28 von 48 Patienten (60%) konnten zum Nachuntersuchungszeitpunkt indikationsbezogen Röntgenaufnahmen des verletzten Ellenbogengelenkes angefertigt werden. Diese wurden hinsichtlich der knöchernen Durchbauung, der Gelenkstellung, des einliegenden Osteosynthesematerials, des Arthrosegrads, der Arthroselokalisation und dem Vorhandensein periartikulärer Ossifikationen ausgewertet.

Die Fraktur war bei 26 von 28 Patienten (93%) knöchern durchbaut, bei einer Patientin lag nach luxierter PCU-Typ-II-Fraktur mit Radiusköpfchenfraktur Mason III eine Ellenbogengelenk-Prothese ein, bei einem anderen Patienten fand sich eine Pseudarthrose nach luxierter PCU-Typ-III-Fraktur. Die Gelenkstellung war in 18 von 28 Fällen (64%) regelrecht, eine Fehlstellung des PCU konnte bei einem Patienten mit luxierter PCU-Typ-II-Fraktur nachgewiesen werden, eine Fehlstellung des Radiusköpfchens zeigte sich in fünf Fällen (18%), dreimal nach Radiusköpfchenfraktur Mason III. Zudem fanden sich einmal eine leichte Subluxationsstellung nach Radiusköpfchen-Resektion, einmal eine Ankylose (nach luxierter PCU-Typ-III-Fraktur), und einmal eine Fehlstellung aufgrund der Pseudarthrose (s.o.). Bei 16 Patienten (57%) lag noch Osteosynthesematerial ein, nur bei einem Patienten fand sich eine gelockerte Platte mit gebrochenen Schrauben nach luxierter PCU-Typ-III-Fraktur mit proximaler Ulnaschaft- und Radiusköpfchenfraktur Mason III.

Die Arthrosezeichen in Form von Osteophyten, Geröllzysten, Gelenkspaltverschmälerung und subchondraler Sklerosierung wurden anhand der Klassifikation nach Kellgren und Lawrence [46] in vier Schweregrade eingeteilt. Ein Arthrosegrad I lag in sechs Fällen (21%) vor, ein Arthrosegrad II in fünf Fällen (18%) und ein Arthrosegrad III in zwei Fällen (7%). Ein Arthrosegrad IV konnte bei keinem Patienten nachgewiesen werden. Bei neun der 13 Patienten (69%) mit röntgenologischen Arthrosezeichen lag eine PCU-Fraktur Typ III vor.

Bei elf Patienten (39%) fanden sich periartikuläre Ossifikationen (PAOs), darunter waren sechs Patienten (55%) mit PCU-Fraktur Typ III. Bei allen elf Patienten (100%) lagen knöcherne Begleitverletzungen vor (neun Radiusköpfchenfrakturen (82%), sechs Frakturen des proximalen Ulnaschaftes (55%), eine Olecranonfraktur (9%)). In sieben Fällen (64%) handelte es sich um eine Luxationsfraktur, zwei davon waren offene Frakturen. Die PAOs waren sieben Mal (64%) in der Region um das Radiusköpfchen lokalisiert, fünf Mal (45%) im ulnaren Bereich und zwei Mal (18%) im Bereich des Sehnenansatzes des M. brachialis. Bei neun dieser elf Patienten (82%) lagen Bewegungseinschränkungen vor. Das durchschnittliche Extensionsdefizit betrug 21,8° (SD 13,8; 0°-40°), das durchschnittliche Flexionsdefizit 24,1° (SD 17,1; 0°-50°). Die Patienten erreichten einen durchschnittlichen

Rotationsbogen von 146,4° (SD 32,0; 90°-180°). Die Pronation war durchschnittlich um 3,6° (SD 6,7; 0°-20°), die Supination sogar um 30,0° (SD 33,2; 0°-90°) eingeschränkt.

8. GESAMTBEURTEILUNG

8.1 MAYO ELBOW PERFORMANCE SCORE

Aus den Untersuchungsergebnissen bezüglich Schmerzintensität, ulnohumeraler Beweglichkeit, Stabilität und Funktion im Alltag ließ sich der Mayo Elbow Performance Score für alle 58 Patienten berechnen.

Die Patienten erreichten durchschnittlich 80,6 Punkte (SD 18,3; 40 - 100). Dabei wurde das Ergebnis bei 21 Patienten (36%) mit exzellent (≥ 90 Punkte), bei 20 Patienten (34%) mit gut (≥ 75 Punkte), bei 10 Patienten (17%) mit mäßig (≥ 60 Punkte) und bei sieben Patienten (12%) mit mangelhaft (< 60 Punkte) bewertet (Abb. 23).

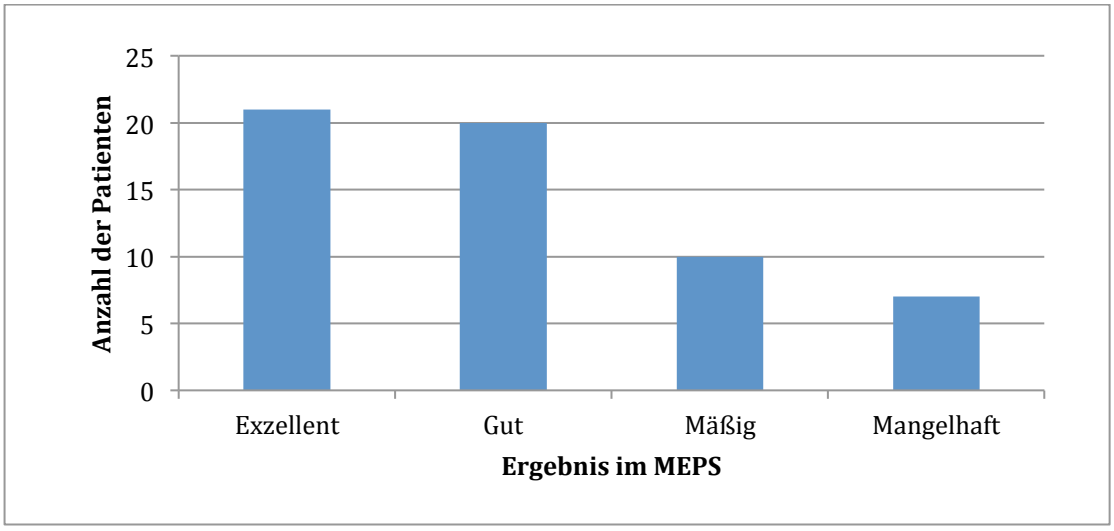


Abb.23: Ergebnisse im Mayo Elbow Performance Score

Die Varianzanalyse ergab keine signifikanten Differenzen zwischen den PCU-Frakturtypen bezüglich der erreichten Punktzahl im Mayo Elbow Performance Score (p= 0,815). Patienten mit Typ-I-Fraktur erreichten allerdings mit durchschnittlich 83,2 Punkten (SD 19,9; 40-100) das beste Ergebnis (Tab. 14).

PCU-Frakturtyp nach Regan und Morrey	Ergebnisse im Mayo Elbow Performance Score				
	Exzellent	**Gut**	**Mäßig**	**Mangelhaft**	**Durchschnittliche Punktzahl**
Typ I (n=19)	9 (47%)	5 (26%)	3 (16%)	2 (11%)	83,2 (SD 19,9; 40-100)
Typ II (n=17)	6 (35%)	5 (29%)	4 (24%)	2 (12%)	79,7 (SD 17,5; 45-100)
Typ III (n=22)	6 (27%)	10 (45%)	3 (14%)	3 (14%)	79,1 (SD 18,1; 40-100)

Tab. 14: Verteilung der Ergebnisse nach PCU-Frakturtyp

8.2 DISABILITIES OF THE ARM, SHOULDER AND HAND SCORE

Im DASH-Fragebogen wurden als Rohwert durchschnittlich 52,3 Punkte (SD 25,4; 30 – 122) erreicht. Nach Umrechnung mithilfe der genannten Formel (s. Material und Methoden, S. 24) ergaben sich durchschnittlich 19,4 Punkte (SD 21,1; 0-76,7). Nach Kendall korrelierte der MEPS stark negativ signifikant mit dem DASH-Score (τ_b = - 0,867, p = 0,000), das heißt je höher die Punkte im MEPS, desto niedriger die Punkte im DASH.

Da 12 der 14 Patienten, die anhand ärztlicher Gutachten nachuntersucht worden waren, den Fragebogen nicht beantwortet hatten, konnte der DASH-Score bei diesen Patienten nicht erhoben werden. Daher wurde für die weitere Auswertung nur der MEPS berücksichtigt.

9. EINFLUSS AUF DAS BEHANDLUNGSERGEBNIS

9.1 SOZIALE FAKTOREN

Die Varianzanalyse ergab keinen signifikanten Unterschied zwischen Patienten verschiedener Altersgruppen, der verletzten Armseite oder des Geschlechts. Es machte ebenfalls keinen relevanten Unterschied, ob die Patienten im Universitätsklinikum Lübeck oder im Berufsgenossenschaftlichen Unfallkrankenhaus Hamburg behandelt worden waren. Allerdings hatten Patienten, die berufsgenossenschaftlich (BG) versichert waren, ein signifikant schlechteres Ergebnis im MEPS (71,9 Punkte (SD 17,2; 40-100), als Patienten, die gesetzlich (GKV) krankenversichert waren (88,7 Punkte (SD 15,6; 40-100)) (GKV (p=0,000; Mann-Whitney-U-Test). (Abb. 24)

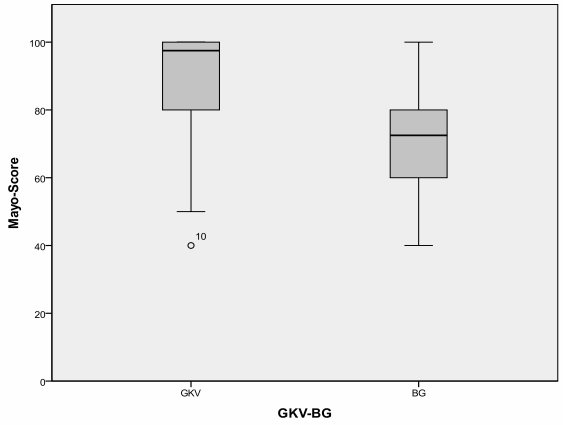


Abb. 24: Signifikante Differenz zwischen BG und GKV (p=0,000; Mann-Whitney-U-Test)

9.2 KORONOIDFRAKTUREN

Zwischen den einzelnen PCU-Frakturtypen nach Regan und Morrey fanden sich im MEPS keine signifikanten Differenzen (p=0,815). Allerdings korrelierte das Auftreten von Komplikationen nach Pearson positiv signifikant mit dem Frakturtyp (r = 0,263; p = 0,046), d.h. je höher der PCU-Frakturtyp, desto häufiger traten Komplikationen auf (siehe auch Tab. 9, S. 39).

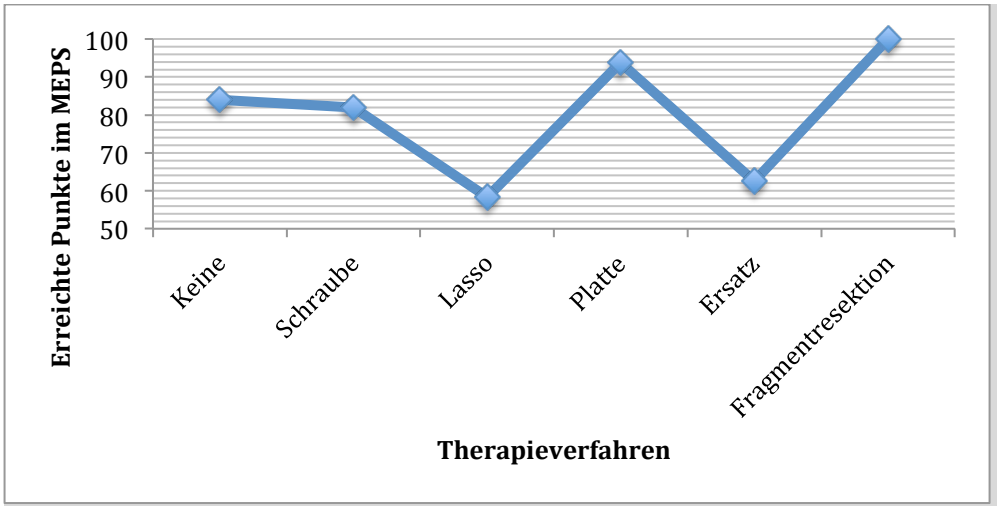


Abb. 25: Signifikante Differenzen zwischen verschiedenen Therapieverfahren (p=0,005 bis 0,015; Fisher`s LSD-Test)

Die operativen Therapieverfahren unterschieden sich signifikant im Ergebnis (Abb. 25): Patienten mit PCU-Frakturen, die konservativ oder nur mit einem Osteosyntheseverfahren (Schrauben oder Platten) stabil versorgt werden konnten, erreichten signifikant bessere Ergebnisse, als neun Patienten (15 %), bei denen der Processus coronoideus ulnae mit Lasso fixiert oder durch einen Knochenblock ersetzt worden war (p=0,005 bis 0,015; Fisher`s LSD-Test).

9.3 RADIUSKÖPFCHENFRAKTUREN

Es ergaben sich keine signifikanten Unterschiede im MEPS zwischen den nach Mason klassifizierten Radiusköpfchenfrakturen. Es fanden sich jedoch tendenzielle Unterschiede zwischen Patienten, deren Radiusköpfchen erhalten werden konnte und Patienten, deren Radiusköpfchen ersatzlos reseziert werden musste (Abb. 26). Patienten mit Erhalt oder Rekonstruktion des Radiusköpfchens erzielten im MEPS durchschnittlich 85,0 Punkte (SD 15,9; 45-100), Patienten mit vollständig und ersatzlos reseziertem Radiusköpfchen nur durchschnittlich 76,2 Punkte (SD 19,2; 40-100).

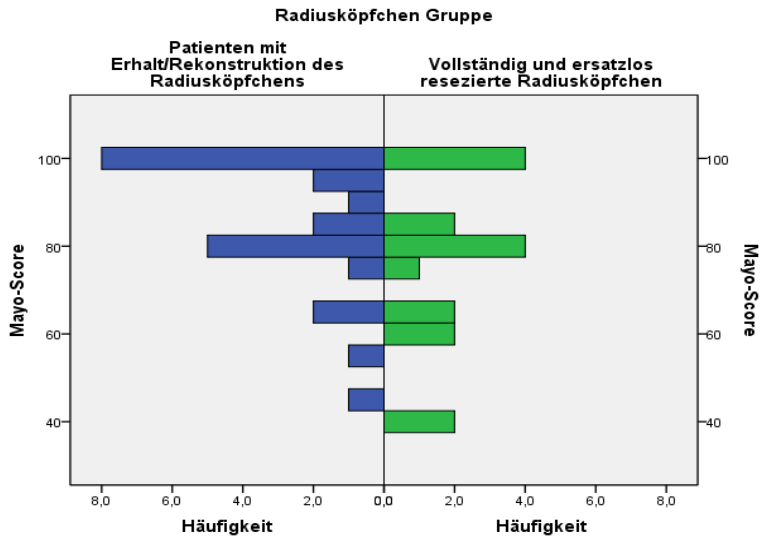


Abb. 26: Tendenzieller Unterschied zwischen Patienten mit und ohne Erhalt des Radiusköpfchens (p=0,139; Mann-Whitney-U-Test)

9.4 ELLENBOGENLUXATION

Von den 44 Luxationen waren 19 (43 %) operativ mit Naht des Bandapparates versorgt worden. Subjektiv gaben 17 der 25 nicht genähten Patienten (68%) trotz stattgehabter Luxation ein stabiles Gelenkgefühl an, ebenso 12 der 19 mit Naht versorgten Patienten (63 %). Die klinische Nachuntersuchung ergab weder im MEPS noch in der ulnohumeralen Beweglichkeit einen Unterschied zwischen operativ oder konservativ versorgten Luxationen. Allerdings fanden sich ausgeprägte signifikante Korrelationen nach Pearson zwischen verbleibender Schmerzangabe und objektiv ($r = 0,512$, $p = 0,001$) oder subjektiv ($r = 0,605$, $p = 0,000$) bestehender Instabilität des Ellenbogengelenkes.

9.5 VERLETZUNGSKOMBINATIONEN

Da die Fallzahlen der einzelnen Verletzungsgruppen insgesamt sehr gering waren, können keine gültigen statistischen Aussagen getroffen werden. Es können lediglich tendenzielle Unterschiede beschrieben werden (Tab. 15 und Tab. 16). So erreichten Patienten mit isolierter PCU-Fraktur und Luxation ein durchschnittlich besseres Ergebnis im MEPS (78,6 (SD 22,4; 45-100)), aber eine größere Instabilität in der Stabilitätsprüfung als Patienten mit isolierter PCU-Fraktur ohne Luxation. Diese erzielten nur ein mäßiges Ergebnis im MEPS (71,3 (SD 16,0; 55-85)). Dagegen erreichten Patienten mit begleitender Radiusköpfchen- oder Olecranonfraktur ohne Luxation ein gutes bis exzellentes Ergebnis im MEPS. Sie zeigten ein stabileres Ellenbogengelenk und waren auch in der ulnohumeralen Beweglichkeit am wenigsten eingeschränkt. Der einzige Patient mit Monteggia-Fraktur hingegen war in der ulnohumeralen Beweglichkeit (durchschnittlich 70°) am meisten eingeschränkt, erreichte aber im MEPS noch knapp ein gutes Ergebnis (75 Punkte). Patienten mit einer einfachen „terrible triad"-Verletzung erreichten durchschnittlich ein gutes Ergebnis im MEPS (80,6 (SD 19,9; 40-100)), zeigten aber in der Stabilitätsprüfung die größte Instabilität. Patienten mit „terrible triad" und gleichzeitiger Fraktur des proximalen Ulnaschafts erzielten ebenfalls ein durchschnittlich gutes Ergebnis im MEPS (77,8 (SD 16,5; 40-100)), waren aber in der ulnohumeralen Beweglichkeit deutlich eingeschränkter (92,0° (SD 33,2; 5°-130°)) als Patienten mit einer einfachen „terrible triad" (durchschnittlich 106,3° (SD 12,9; 80°-135°).

Gruppen	Anzahl Patienten	Anteil nachuntersuchter Patienten	Ergebnis im MEPS (Punkte)	Beweglichkeit ulnohumeral
TT	16	12 (75%)	80,6 (SD 19,9; 40-100)	106,3° (SD 12,9; 80°-135°)
ProxUlnT	16	15 (94%)	77,8 (SD 16,5; 40-100)	92,0° (SD 33,2; 5°-130°)
MontPCU	1	1 (100%)	75,0	70,0°
LuxPCU	11	8 (73%)	78,6 (SD 22,4; 45-100)	114,4° (SD 33,7; 60°-155°)
IsoPCU-F	4	3 (75%)	71,3 (SD 16,0; 55-85)	115,0° (SD 21,8; 90°-130°)
PCURK-F	8	7 (88%)	89,4 (SD 14,3; 60-100)	131,4° (SD 18,4; 100°-155°)
OlePCU-F	2	2 (100%)	100 (SD 0; 100-100)	120,0° (SD 14,1; 110°-130°)

Tab. 15: Verletzungskombinationen mit durchschnittlichen Nachuntersuchungsbefunden bezüglich erreichter Punktzahl im MEPS und Extension-Flexion ulnohumeral (TT = terrible triad, ProxUlnTT = prox. Ulnaschaftfraktur mit TT, MontPCU= Monteggia-Fraktur mit PCU-Fraktur, LuxPCU = PCU-Fraktur mit Luxation, IsoPCU-F = isolierte PCU-Fraktur ohne Luxation, PCURK-F = PCU-und RK-Fraktur ohne Luxation, OlePCU-F= Olecranonfraktur mit PCU-Fraktur ohne Luxation)

Gruppen	Rotationsbogen Unterarm	Valgusinstabilität	Varusinstabilität
TT	172,5° (SD 12,2; 140°-180°)	12,1° (SD 11,8; 0°-30°)	9,6° (SD 9,9; 0°-30°)
ProxUlnTT	124,3° (SD 46,1; 0°-180°)	4,6° (SD 4,1; 0°-10°)	5,7° (SD 5,5; 0°-20°)
MontPCU	180°	5°	0°
LuxPCU	162,5° (SD 32,4; 90°-180°)	7,5° (SD 11,7; 0°-30°)	4,2° (SD 8,7; 0°-10°)
IsoPCU-F	141,7° (SD 66,4; 65°-180°)	3,3° (SD 5,8; 0°-10°)	3,3° (SD 5,8; 0°-10°)
PCURK-F	168,6° (SD 15,7; 140°-180°)	3,6° (SD 3,8; 0°-10°)	5° (SD 4,1; 0°-10°)
OlePCU-F	170,0° (SD 14,1; 160°-180°)	0° (SD 0; 0°-0°)	0° (SD 0; 0°-0°)

Tab. 16: Verletzungskombinationen mit durchschnittlichen Nachuntersuchungsbefunden bezüglich Unterarmrotation (in Pronation und Supination) **und Instabilität** (in ° bei Varus- oder Valgusstress) (TT = terrible triad, ProxUlnTT = prox. Ulnaschaftfraktur mit TT, MontPCU= Monteggia-Fraktur mit PCU-Fraktur, LuxPCU = PCU-Fraktur mit Luxation, IsoPCU-F = isolierte PCU-Fraktur ohne Luxation, PCURK-F = PCU-und RK-Fraktur ohne Luxation, OlePCU-F= Olecranonfraktur mit PCU-Fraktur ohne Luxation)

9.6 IMMOBILISATION

Signifikante Unterschiede im MEPS ergaben sich zwischen Patienten mit einer Immobilisation bis maximal 21 Tage und Patienten, deren Gelenk länger als 21 Tage immobilisiert worden war (p=0,000, U - Test) (Abb. 27). Dabei erreichten die kürzer als 21 Tage immobilisierten Patienten im MEPS durchschnittlich 90,6 Punkte (SD 13,3; 55-100) und in der ulnohumeralen Beweglichkeit durchschnittlich 127,3° (SD 17,5; 100°-155°). Die länger als 21 Tage immobilisierten Patienten kamen auf durchschnittlich 73,5 Punkte (SD 18,2; 40-100) im MEPS und erreichten ein durchschnittliches Bewegungsausmaß in Extension und Flexion von 96,1° (SD 27,5; 5°-140°). Differenzen im Verletzungsmuster oder den operativen Therapiemaßnahmen ließen sich zwischen den beiden Patientengruppen nicht nachweisen.

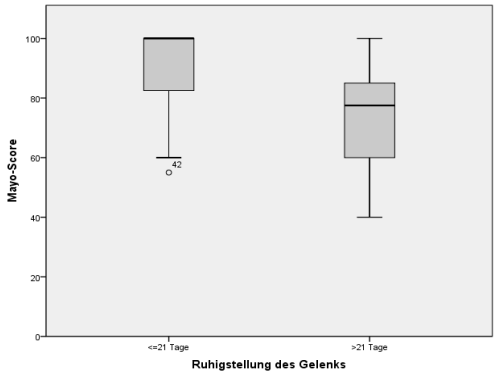


Abb. 27: Signifikante Differenz bei Immobilisation ≤ bzw. > 21 Tage (p=0,000, Mann-Whitney-U-Test)

Patienten, die im Therapieverlauf auf die Anwendung eines externen Fixateurs angewiesen waren, erreichten ein signifikant schlechteres Ergebnis im MEPS als Patienten ohne Fixateur externe (p = 0,001, Mann-Whitney-U-Test; Abb. 28). Zusätzlich waren Patienten nach Behandlung mit einem Fixateur externe in der Beweglichkeit signifikant eingeschränkter (p = 0,037, U - Test): Das durchschnittliche Bewegungsausmaß in Extension und Flexion lag bei 91,2° (SD 31,1; 5°-155°), ohne Therapie im Fixateur externe dagegen bei 119,1° (SD 19,9; 70°-155°) (p = 0,000, t - Test). Die Rotation des Unterarmes in Pronation und Supination betrug ohne Therapie im Fixateur externe 161,9° (SD 29,8; 65°-180°), nach Fixateur externe 139,5° (SD 46,0; 0°-180°). Die objektiv gemessene Varus-Valgus-Stabilität ergab keinen Unterschied zwischen beiden Gruppen.

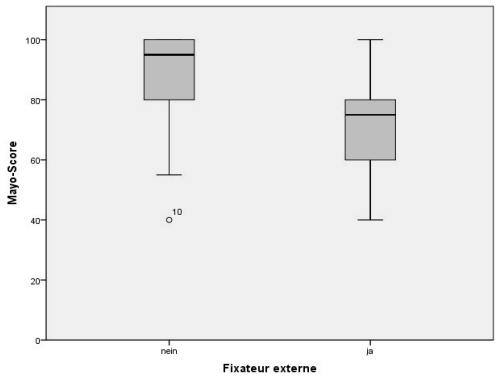


Abb.28: Signifikante Differenz zwischen Patienten mit und ohne Fixateur externe (p = 0,001, Mann-Whitney-U-Test)

9.7 KOMPLIKATIONEN

Das Auftreten von lokalen Komplikationen (z.B. Reluxationen, Nervenläsionen) im Behandlungsverlauf ergab signifikante Unterschiede im MEPS (p=0,011, U - Test) (Abb. 29). Patienten ohne Komplikation erreichten durchschnittlich 85 Punkte (SD 17,9; 40-100), Patienten mit mindestens einer Komplikation im Behandlungsverlauf nur 73,4 Punkte (SD 17,0; 40-100). Rezidivierende Reluxationen bzw. Subluxationen traten bei acht Patienten auf (14%). Zwei dieser Patienten erhielten einen Koronoidersatz mittels kortikospongiösem Span und erreichten damit nur ein mäßiges Ergebnis im MEPS (<70 Punkte). Ebenfalls zwei dieser Patienten erhielten eine Radiusköpfchenprothese. Ein Patient erzielte damit ein gutes Ergebnis im MEPS (80 Punkte), ein anderer sogar ein sehr gutes Ergebnis (100 Punkte). Bei elf Patienten (19%) wurden heterotope Ossifikationen in den postoperativen Röntgenbildern nachgewiesen. Im MEPS erreichten sie durchschnittlich 83,6 Punkte (SD 19,9; 45-100), darunter waren vier Patienten mit einem mäßigen Ergebnis (<75 Punkte).

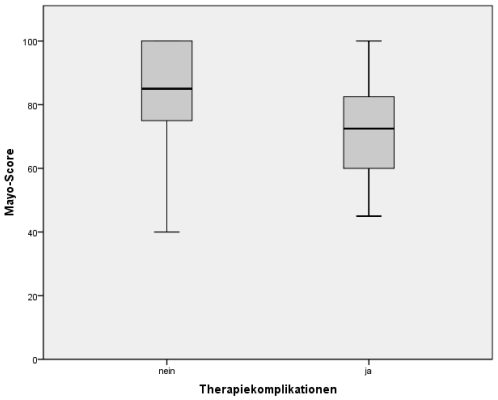


Abb. 29: Signifikante Differenz zwischen Patienten mit und ohne Komplikationen im Behandlungsverlauf (p=0,011, Mann-Whitney-U-Test)

9.8 DATENGEWINNUNG

Abschließend erfolgte ein Vergleich der Ergebnisse in Abhängigkeit von der Datengewinnung (Abb. 30). 34 Patienten (59%) wurden studienbezogen klinisch nachuntersucht (NU), 14 Patienten (24%) im Rahmen eines Gutachtens für eine Versicherung (GA) und 10 Patienten (17%) hatten ausschließlich den Fragebogen (FB) beantwortet. Keine signifikanten Unterschiede ergaben sich zwischen Patienten, die im Rahmen der Studie klinisch nachuntersucht worden waren und denen, die im Rahmen einer gutachterlichen Untersuchung nachuntersucht worden waren (p=0,503, LSD-Test). Die Patienten, die nur den Fragebogen beantwortet hatten, erreichten mit durchschnittlich 91,0 Punkten (SD 15,2; 55-100) das beste durchschnittliche Ergebnis im MEPS. Sie unterschieden sich damit signifikant von den gutachterlich nachuntersuchten Patienten, die durchschnittlich 75,7 Punkte (SD 13,7; 45-100) im MEPS erreichten (p=0,044, LSD-Test). Ein tendenzieller, wenn auch nicht-signifikanter Unterschied (p=0,081, LSD-Test) ergab sich zu den studienbezogen nachuntersuchten Patienten, die im MEPS durchschnittlich 79,6 Punkte (SD 19,9; 40-100) erreichten.

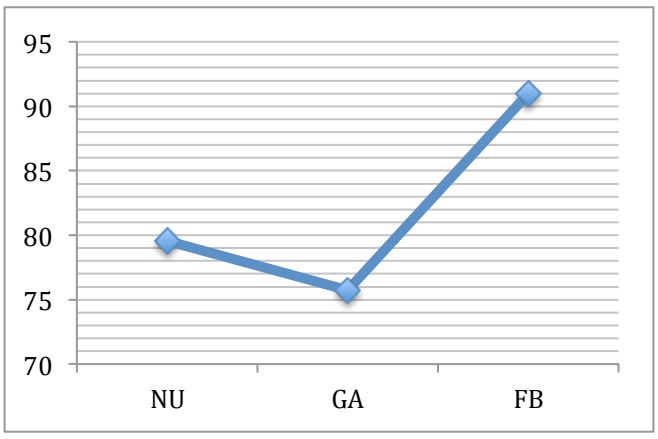


Abb.30: Differenzen zwischen studienbezogener (NU) und gutachterlicher (GA) Untersuchung sowie Fragebogenergebnissen (FB)

IV. DISKUSSION

KLASSIFIKATION NACH REGAN UND MORREY

Das Spektrum der Koronoidfrakturen sowie deren Bedeutung für die Stabilität des Ellenbogengelenkes wurde erstmals 1989 anhand einer klinischen Studie von Regan und Morrey [84] in den Vordergrund gestellt. Sie teilten insgesamt 35 Koronoidfrakturen entsprechend ihrer Fragmentgröße in drei Typen ein und legten damit den Grundstein für die bis heute üblicherweise verwendete radiologische Klassifikation (s. Einleitung, S. 8). Das Langzeitergebnis bezüglich Beweglichkeit, Stabilität, Kraft und Schmerz berechneten sie mithilfe des Mayo Elbow Performance Index (s. Material und Methoden, S. 22 -23). Dabei fanden sie eine Korrelation zwischen Frakturtyp und Langzeitergebnis: Zufriedenstellende Ergebnisse erreichten 92% der Typ-I-, 73% der Typ-II, aber nur 20% der Typ-III-Frakturen. Es fand sich außerdem eine mit dem Frakturtyp zunehmende Einschränkung der ulnohumeralen Beweglichkeit. Allerdings waren auch 80% der Typ-III-Frakturen, 56% der Typ-II- , aber nur 14% der Typ-I-Frakturen mit Begleitverletzungen assoziiert. Frakturen des Koronoids konnten demnach nur als Teil einer Verletzungskonstellation betrachtet werden. Und möglicherweise hatten die Begleitverletzungen den entscheidenden Einfluss auf das Langzeitergebnis. So konnten Adams et al. 2009 anhand einer Nachuntersuchung von 103 Koronoidfrakturen [1] nachweisen, dass Patienten mit Begleitverletzungen ein schlechteres Langzeitergebnis erzielten, mehr Schmerzen hatten und in der Beweglichkeit deutlich eingeschränkter waren als Patienten ohne begleitende Verletzungen. Auch Kälicke et al. [44] fanden 2003 eine eindeutige Korrelation zwischen dem Endergebnis und dem Verletzungsausmaß: Ellenbogenluxationen mit isolierter Koronoidfraktur zeigten bessere Langzeitergebnisse als Ellenbogenluxationen mit Koronoidfraktur und Begleitverletzung des Radiusköpfchens und/oder des Olecranons.

In unserer Studie ließen sich, wie auch bei Kälicke et al. [44], keine statistisch signifikanten Differenzen zwischen den einzelnen Frakturtypen nachweisen: Zufriedenstellende Ergebnisse erzielten 73% der Typ-I-Frakturen, 65% der Typ-II-Frakturen und sogar 72% der Typ-III-Frakturen. Patienten mit Typ-III-Fraktur waren aber, wie bei Regan und Morrey [84], sowohl in der ulnohumeralen Beweglichkeit als auch in der Unterarm-Rotationsfähigkeit deutlich eingeschränkter als Patienten mit Typ-I- oder Typ-II-Fraktur (s. Ergebnisse, S. 41 – 42).

Außerdem waren Patienten mit Typ-I-Fraktur häufiger schmerzfrei als Patienten mit Typ-II- oder Typ-III-Fraktur (s. Ergebnisse, S. 45). Bezüglich der Begleitverletzungen zeigte sich ein ähnliches Bild wie bei Regan und Morrey [84]: 68% der Typ-I-Frakturen, 71% der Typ-II-Frakturen und 82% der Typ-III-Frakturen waren mit Begleitverletzungen assoziiert. Doch im Gegensatz zu Adams et al. [1] und Kälicke et al. [44] konnten wir keine signifikanten Differenzen zwischen Patienten mit isolierter Koronoidfraktur und solchen mit Begleitverletzungen nachweisen. Die Auswertung unseres Patientengutes war allerdings dadurch erschwert, dass einer Fallzahl von 15 isolierten Koronoidfrakturen eine Fallzahl von 43 Koronoidfrakturen mit Begleitverletzung gegenüberstand. Zudem fand sich unter den Patienten mit Begleitverletzung eine Vielzahl verschiedener Verletzungskombinationen, die eine Vergleichbarkeit nahezu unmöglich machte (s. Ergebnisse, S. 32 – 33 sowie S. 51 - 52).

THERAPIESTRATEGIEN

Bis zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung von Regan und Morrey 1989 [84] waren Koronoidfrakturen fast ausschließlich konservativ therapiert worden. Da eine lange Immobilisation zu schlechten Langzeitergebnissen geführt hatte, rieten sie zur frühzeitigen Mobilisierung. Typ-I-Frakturen, egal ob isoliert oder mit Begleitverletzung, sollten demnach noch innerhalb der ersten drei Wochen nach der Verletzung mobilisiert werden. Dasselbe Vorgehen empfahlen sie für isolierte Typ-II-Frakturen. Begleitende destabilisierende Frakturen sollten standardmäßig operativ therapiert werden. Da Typ-III-Frakturen meist mit Instabilität einhergingen und zu Reluxationen prädisponierten, rieten sie bei diesem Frakturtyp zur chirurgischen Refixation mit ebenfalls möglichst frühzeitiger Mobilisierung.

In den folgenden Jahren entwickelte sich daraufhin tatsächlich ein Trend, kompliziertere und vor allem instabile Frakturen des Koronoids operativ zu stabilisieren und frühzeitig zu mobilisieren. Biomechanische Studien und klinische Beobachtungen hatten die Bedeutung des Processus coronoideus ulnae für die Stabilität des Ellenbogens inzwischen nachgewiesen [16, 38, 99]. Doornberg und Ring [21] zeigten 2006 in einer Studie von 18 Patienten, dass Koronoidfrakturen, die nur unzureichend chirurgisch refixiert worden waren, schlechtere Langzeitergebnisse erzielten als solche mit adäquater Fixierung. Adams et al. [1] konnten 2009 nachweisen, dass Typ-II- und Typ-III-Frakturen, die nun fast ausnahmslos operativ therapiert und frühzeitig mobilisiert worden waren, bessere Ergebnisse im Mayo Elbow Performance Score erzielten als die konservativ therapierten Typ-II- und Typ-III-Frakturen in der vorangegangenen Studie 1989.

Es herrschte jedoch Uneinigkeit darüber, ab wann genau der Processus coronoideus ulnae denn nun eigentlich operativ versorgt werden sollte. Bopp et al. [12], Copf et al. [17] und Stankovic [102] sahen die Indikation zur operativen Rekonstruktion des Koronoids ab einem Verlust von mehr als einem Sechstel des Umfangs der Incisura trochlearis ulnae. Regan und Morrey [84] sowie Breitfuß et al. [13] rieten dagegen erst ab einem Verlust von mehr als 50% des Koronoids zur offenen Refixation. Breitfuß et al. [13] hatten anhand eines biomechanischen Modells nachgewiesen, dass isolierte Typ-I- und Typ-II-Frakturen bei intaktem radialen Kraftträger als stabil anzusehen sind und demnach konservativ therapiert werden konnten. Für isolierte Typ-III-Frakturen forderten alle Autoren eine operative Stabilisierung [12, 13, 17, 84, 102]. Kälicke et al. [44] hielten die klinisch überprüfte Stabilität des Ellenbogengelenkes nach Reposition als ausschlaggebend für die Therapie.

Dass die Einteilung nach Regan und Morrey [84] weiterhin eine wichtige Orientierungshilfe bezüglich der Indikation zur konservativen bzw. operativen Therapie darstellt [59], zeigt auch das Ergebnis unserer Studie: Bei insgesamt 59% der operativ therapierten Patienten wurde das Koronoid operativ refixiert oder rekonstruiert, darunter bei 11% der Typ-I-Frakturen, bei 71% der Typ-II-Frakturen und bei 86% der Typ-III-Frakturen. Entscheidend für ein erfolgreiches operatives Vorgehen schien eine primär übungsstabile Osteosynthese der Koronoidfraktur zu sein [21]. Dies war bei reduzierter Knochenqualität und Mehrfragmentfrakturen mit den vorhandenen Osteosyntheseimplantaten nur begrenzt möglich. Bei vier der von uns nachuntersuchten Patienten konnte das frakturierte Koronoid nicht erhalten werden und musste in der Folge durch einen autologen Knochenblock ersetzt werden. Bei einer dieser Patienten war bei persistierender Reluxation sogar die Implantation einer Ellenbogenprothese erforderlich (s. Anhang, S. 78). Patienten, bei denen verschiedene Osteosyntheseverfahren kombiniert wurden, hatten ein signifikant schlechteres Ergebnis im Mayo Elbow Performance Score als Patienten, die mit nur einer Osteosyntheseform versorgt werden konnten (s. Ergebnisse, S. 49). Insgesamt 15% der Koronoidfrakturen konnten mit bestehenden Implantaten nicht ausreichend stabil versorgt werden. Möglicherweise kann hier durch anatomisch vorgeformte winkelstabile Platten (tifix-Koronoid-Platte, Fa. Litos, Ahrensburg, Germany) eine stabilere Versorgung ermöglicht werden. Dies muss in Zukunft überprüft werden. Einen interessanten Ansatz beschreiben unter anderem auch Alolabi et al. [2], die 2011 anhand eines biomechanischen Modells den Einsatz von Koronoidersatzprothesen und deren Wirkung auf die Stabilität des Elenbogengelenkes untersuchten.

ELLENBOGENLUXATIONEN

Ellenbogenluxationen konnten in unserem Patientenkollektiv bei insgesamt 44 von 58 Patienten (76%) nachgewiesen werden. Adams et al. [1] fanden bei 49 von 103 Patienten (47%) eine begleitende Ellenbogenluxation, Regan und Morrey [84] sogar nur bei 12 von 35 Patienten (34%). Der Anteil begleitender Ellenbogengelenkluxationen bei Koronoidfrakturen ist also bisher nicht geklärt. Koronoidfrakturen trete bei 2 bis 15% der dorsalen Ellenbogenluxationen auf [34, 44, 60, 84, 86, 107], aber nicht jede Koronoidfraktur ist zwangsläufig von einer Ellenbogenluxation begleitet. Auch deren Einfluss auf das Langzeitergebnis ist bisher nicht geklärt. In unserer Studie ließen sich keine signifikanten Differenzen im Mayo Elbow Performance Score zwischen Patienten mit und Patienten ohne begleitende Ellenbogenluxation nachweisen. Ebenso ergaben sich bezüglich der ulnohumeralen Beweglichkeit keine signifikanten Differenzen. Es machte außerdem keinen Unterschied, ob die ligamentären Verletzungen operativ oder konservativ therapiert worden waren. Dies stellten Joseffson et al. [40] schon 1987 anhand einer bis dato einzigartigen prospektiv randomisierten Studie fest. Sie fanden heraus, dass eine konservative Therapie ähnlich gute Ergebnisse bringt wie ein operatives Vorgehen – allerdings bei einfacher Ellenbogenluxation. Daraus wurde abgeleitet, dass ein korrekt reponiertes und stabiles Ellenbogengelenk die Heilung des medialen Kollateralbandes ähnlich fördert wie eine chirurgische Intervention. Dennoch berichten die meisten aktuellen Studien über operative Rekonstruktionen des Seitenbandapparates bei Ellenbogenluxation [21, 45, 66, 111], dies aber vor allem im Zusammenhang mit zusätzlichen Frakturen des Radiusköpfchens sowie des Koronoids.

Insgesamt 69% der von uns befragten Patienten gaben ein subjektiv stabiles Gelenk an, objektiv ließ sich bei 67% der nachuntersuchten Patienten ein stabiles Ellenbogengelenk nachweisen. Die nachgewiesene Instabilität führte bei keinem Patienten zu einer Reluxation. Eine Korrelation zu bestimmten knöchernen oder ligamentären Verletzungskombinationen oder Therapieverfahren konnten wir statistisch nicht nachweisen. Im Vergleich zu anderen Nachuntersuchungen war der Anteil stabil verheilter Ellenbogengelenke allerdings kleiner [14, 21, 65, 92]. Aufgrund verschiedener Patientengruppen und oftmals fehlender Angaben über die klinischen Stabilitätsprüfungen blieb die Vergleichbarkeit jedoch eingeschränkt. Interessanterweise fanden wir eine signifikante Korrelation zwischen objektiv oder subjektiv bestehender Instabilität des Ellenbogengelenkes und verbleibender Schmerzangabe. Über diesen Zusammenhang hatten auch schon Hall et al. [31] berichtet.

Adams et al. [1] konnten ebenfalls eine Korrelation zwischen stattgehabter ligamentärer Verletzung und chronischen Schmerzen nachweisen. Dieser Zusammenhang ist aufgrund der damit verbundenen Belastungsminderung als wesentliche Funktionseinschränkung zu werten. Hinzu kommt, dass eine eingeschränkte Gelenkstabilität langfristig das Auftreten einer Arthrose begünstigen kann [91]. Das Erreichen eines stabilen Gelenkes sollte daher nicht nur über die Reluxationsrate, sondern auch über die wiedergewonnene Belastbarkeit beurteilt werden.

RADIUSKÖPFCHENFRAKTUREN

Das Vorhandensein einer zusätzlichen Radiusköpfchenfraktur wurde von Adams et al. [1] als größter negativer Prognosefaktor beschrieben. Die Ergebnisse unserer Nachuntersuchung konnten dies jedoch nicht bestätigen. Radiusköpfchenfrakturen traten zwar bei 69% aller Koronoidfrakturen als Begleitverletzung auf, im Mayo Elbow Performance Score erreichten diese aber insgesamt gute Ergebnisse.

90% unserer nachuntersuchten Radiusköpfchenfrakturen wurden operativ therapiert, darunter ausschließlich Mason-II- und Mason-III-Frakturen. Zwischen Patienten, deren Radiusköpfchen erhalten oder ersetzt wurde und Patienten, deren Radiusköpfchen ersatzlos reseziert wurde, fanden sich nur tendenzielle Unterschiede: Patienten mit Erhalt oder Ersatz des Radiusköpfchens erreichten durchschnittlich 85 Punkte im Mayo Elbow Performance Score, Patienten mit reseziertem Radiusköpfchen dagegen nur durchschnittlich 76,2 Punkte. Dies entspricht in beiden Fällen einem guten Gesamtergebnis. Bezüglich der Stabilität fanden sich ebenfalls keine gravierenden Unterschiede (s. Ergebnisse, S. 50).

Goldberg et al. [29] hatten berichtet, dass bei isoliert auftretenden Radiusköpfchenfrakturen trotz kompletter Resektion gute funktionelle Langzeitergebnisse zu erwarten sind, obwohl die fehlende radiale Abstützung zur Instabilität des Ellenbogengelenkes und Überbelastung des Humeroulnargelenkes führen kann [3]. Sanchez-Sotelo et al. [94] wiesen sogar gute kurzfristige Ergebnisse nach Radiusköpfchenresektion bei begleitender Ellenbogenluxation nach. Doch besonders bei Ellenbogenluxationen mit begleitender Koronoid- und Radiusköpfchenfraktur („terrible triad“) besteht nach Radiusköpfchenresektion das Risiko einer fortbestehenden Instabilität oder Reluxation [45].

In den neueren Studien überwiegen erhaltene oder ersetzende Therapieverfahren des Radiusköpfchens [1, 66, 83]. Geel et al. [27] sprachen sich schon 1992 für den Erhalt des Radiusköpfchens bei allen Radiusköpfchenfrakturen aus, da eine Radiusköpfchenresektion zu

einer Proximalverschiebung des Radius und damit zu einer Dysfunktion des distalen Radioulnargelenkes führen kann. Die Auswirkungen auf das Handgelenk werden allerdings kontrovers diskutiert. Ambacher et al. [3] konnten negative Langzeitfolgen für das Handgelenk nach Radiusköpfchenresektion nur in Einzelfällen nachweisen. Diese seien zudem in erster Linie durch Begleitverletzungen verursacht worden.

Radiusköpfchenerhaltenden Maßnahmen mit der Begründung einer möglichen Resektion zu einem späteren Zeitpunkt im Falle eines schlechten Behandlungsergebnisses stehen sie kritisch gegenüber [3, 22]. Denn sekundäre Resektionen hatten, in Übereinstimmung mit anderen Autoren [10, 48, 98], zu deutlich schlechteren Langzeitergebnissen geführt. Auch in unserem Patientenkollektiv erzielten Patienten nach sekundärer Radiusköpfchenfraktur besonders schlechte Ergebnisse (durchschnittlich 63,3 Punkte im Mayo Elbow Performance Score). Ambacher et al. [3] empfehlen daher eine sofortige oder frühzeitige Radiusköpfchenresektion, wenn eine anatomische Rekonstruktion, zum Beispiel im Falle einer Trümmerfraktur, nicht möglich ist oder wenn eine Osteosynthese keine frühfunktionelle Nachbehandlung erlaubt.

Untersuchungen zum Radiusköpfchenersatz ergaben gute Langzeitergebnisse [33, 83]. Gerade im Zusammenhang mit Ellenbogenluxationen und anderen destabilisierenden Begleitverletzungen, wie Koronoid- oder Olecranonfrakturen, kann ein prothetischer Radiusköpfchenersatz langfristig Stabilität bringen. In unserem Patientenkollektiv fanden sich drei Patienten mit prothetischem Radiusköpfchen-Ersatz. Sie erzielten einmal ein exzellentes, einmal ein gutes und einmal ein schlechtes Gesamtergebnis. Statistisch relevante Aussagen lässt diese kleine Fallzahl aber leider nicht zu.

Zusammenfassend halten auch wir den Erhalt oder Ersatz des Radiusköpfchens nach Luxationsfraktur mit Begleitverletzungen zum Erreichen einer besseren Stabilität des Ellenbogengelenkes für sinnvoll, gerade auch im Blick auf die funktionellen Ergebnisse im Langzeitverlauf [33, 45, 66]. Bei Unsicherheit bezüglich des Verletzungsausmaßes oder bei zweifelhaften Rekonstruktionsversuchen sollte aber frühzeitig die Indikation zur Radiusköpfchenresektion gestellt werden.

TERRIBLE TRIAD

Die auch als „terrible triad“ bezeichnete Verletzungskombination aus Koronoidfraktur und Radiusköpfchenfraktur bei bestehender Ellenbogenluxation ist besonders problematisch für Stabilität und Funktion des Ellenbogengelenkes.

Verschiedene biomechanische Studien haben dies bewiesen [12, 13, 17, 99]. Aufgrund rezidivierender Instabilitäten oder Einsteifung als Folge einer zu langen Immobilisation führt eine „terrible triad"-Verletzung häufig zu schlechten Langzeitergebnissen, besonders im Vergleich zu einfachen Ellenbogenluxationen. Dies zeigten auch die Ergebnisse unserer Nachuntersuchung (s. Ergebnisse, S. 51 – 52). Patienten mit einer einfachen „terrible triad"-Verletzung erreichten zwar ein gutes Ergebnis im Mayo Elbow Performance Score, zeigten aber in der Stabilitätsprüfung die größte Instabilität. Patienten mit einer „terrible triad" und gleichzeitiger Fraktur des proximalen Ulnaschafts erzielten ebenfalls ein durchschnittlich gutes Ergebnis im Mayo Elbow Performance Score, waren aber in der ulnohumeralen Beweglichkeit deutlich eingeschränkter (durchschnittlich 92°) als Patienten mit einer isolierten luxierten Koronoidfraktur (durchschnittlich 114°). Diese besondere Verletzungskombination stellt also nach wie vor eine therapeutische Herausforderung dar [91]. McKee et al. [66] bewiesen 2005 in einer klinischen Nachuntersuchung von 36 Patienten, dass eine frühzeitige operative Fixierung und Stabilisierung aller verletzten Strukturen inclusive der Ligamente eine frühzeitige Mobilisierung ermöglicht und damit die Langzeitergebnisse verbessert. Dies bestätigten auch Kälicke et al. [45] 2007 anhand einer retrospektiven Studie von 27 Patienten. Sie wiesen nach, dass eine frühe übungsstabile Fixierung und/oder Rekonstruktion des Processus coronoideus ulnae mit anschließend frühzeitiger Mobilisierung Voraussetzung für ein stabiles Ellenbogengelenk mit guter Langzeitfunktion ist. Bei Radiusköpfchenresektion ist eine Rekonstruktion des Koronoids und der anderen ulnaren Strukturen dringend erforderlich, um eine Stabilität des Ellenbogengelenkes wiederherzustellen [45]. Bei rezidivierender Instabilität ist unter Umständen sogar die Implantation einer Radiusköpfchenprothese erforderlich [32].

FIXATEUR EXTERNE

Die Verwendung eines Fixateur externe, welcher eine sofortige Stabilisierung und damit auch eine sehr frühe Mobilisierung erlaubt, stellten Regan und Morrey [84] 1989 als mögliche Therapieoption zur Diskussion. Wir konnten anhand unserer Nachuntersuchung nachweisen, dass Patienten, die auf einen Fixateur externe im Therapieverlauf angewiesen waren, signifikant schlechtere Ergebnisse im Mayo Elbow Performance Score erreichten als Patienten ohne Fixateur externe. Außerdem waren diese Patienten sowohl in der ulnohumeralen Beweglichkeit als auch in der Rotationsfähigkeit des Unterarms signifikant eingeschränkter als Patienten ohne Fixateur externe. Da sich zudem signifikante Unterschiede in der Häufigkeit der Verletzungen pro Ellenbogengelenk und auch in der Häufigkeit erforderlicher Revisionsoperationen bei Patienten mit Fixateur externe fanden,

lässt sich das schlechte Langzeitergebnis nach Anwendung eines Fixateur externe nicht allein durch die verlängerte Ruhigstellung erklären. Da bei Patienten mit Fixateur externe teilweise mehrere Revisionsoperationen erforderlich waren, war auch deren stationärer Aufenthalt signifikant länger war als derer von Patienten ohne Fixateur externe (s. Ergebnisse, S. 37 - 38, S. 52 – 53). Ob ein Bewegungsfixateur Vorteile erbringt, soll in einer prospektiv-randomisierten Studie geklärt werden [96].

Eine verlängerte Immobilisationsdauer hatte in den vorangegangenen Studien stets zu schlechten Langzeitergebnissen geführt [1, 44, 84, 86, 87]. Da außerdem nachgewiesen wurde, dass das verbleibende Beugedefizit prognostisch mit der Dauer der Ruhigstellung korreliert [70], wird in den Traumazentren in Hamburg und Lübeck eine frühzeitige Mobilisation des Ellenbogengelenkes in allen Ebenen angestrebt. Eine Immobilisation von weniger als drei Wochen schien dabei überwiegend gute und exzellente Ergebnisse zu ermöglichen [45]. Auch wir konnten signifikant schlechtere Ergebnisse bei Patienten, deren Ellenbogengelenk länger als 21 Tage immobilisiert worden war, nachweisen (s. Ergebnisse, S. 52). Zwischen Patienten, deren Ellenbogengelenk länger bzw. kürzer als drei Wochen immobilisiert worden war, fanden sich keine Unterschiede in der Art und Anzahl der Verletzungen. Die Immobilisation kann daher als eigenständiger Einflussfaktor auf das funktionelle Ergebnis gewertet werden.

KOMPLIKATIONEN

Komplikationen in Form von Reluxation, persistierender Instabilität oder bleibender Bewegungseinschränkung nach Koronoidfraktur sind häufig [34, 44, 58, 67, 71]. Wir konnten bei insgesamt 39% der von uns nachuntersuchten Patienten Komplikationen im Therapieverlauf nachweisen (s. Ergebnisse, S. 38). Bei 17 der 33 (51%) operativ therapierten Koronoidfrakturen traten Komplikationen auf, das heißt jede zweite operativ therapierte Koronoidfraktur verlief mit Komplikationen. Dabei machte es keinen Unterschied, ob die Koronoidfraktur isoliert oder mit Begleitverletzungen assoziiert war. Die Komplikationsrate betrug in beiden Gruppen etwa 40%.

Interessanterweise fanden wir eine signifikante Korrelation zwischen dem Auftreten von Komplikationen und dem PCU-Frakturtyp, das heißt je höher der Frakturtyp nach der Regan und Morrey Klassifikation war, desto häufiger traten Komplikationen auf. Zudem war das Auftreten von Komplikationen mit einem signifikant schlechteren Ergebnis im Mayo Elbow Performance Score verbunden (s. Ergebnisse, S. 48, S. 54 – 55).

Adams et al. [1] hatten der Klassifikation nach Regan und Morrey 2009 einen prognostischen Wert zugewiesen. Dies können unsere Ergebnisse somit, zumindest was das Auftreten von Komplikationen betrifft, bestätigen.

Das Ergebnis zeigt jedoch auch, dass gerade bezüglich der operativen Therapie von Koronoidfrakturen weiterhin Optimierungsbedarf besteht. Es werden weitere Studien erforderlich sein, um die bestmögliche Therapieform für Koronoidfrakturen zu definieren.

SOZIALE FAKTOREN

Zwischen Patienten verschiedenen Alters und verschiedenen Geschlechts fanden sich keine signifikanten Differenzen im Ergebnis. Ebenso zeigten sich keine Unterschiede bezüglich der verletzten Armseite. Auch bezüglich der Traumazentren ergaben sich keine signifikanten Differenzen (s. Ergebnisse, S. 48).

Als Unfallmechanismus waren hauptsächlich Stürze auf ebener Erde (38%) und aus großer Höhe (36%) zu verzeichnen. Vor allem Frauen stürzten auf ebener Erde (68%) und vor allem Männer aus großer Höhe (81%). 57% dieser Männer waren im Handwerk tätig und 67% der Stürze aus großer Höhe ereigneten sich als Arbeitsunfall. Offenbar scheinen also im Handwerk tätige Männer, die auch noch in großer Höhe arbeiten, besonders gefährdet für Koronoidfrakturen (s. Ergebnisse, S. 27 – 28).

Einen entscheidenden Einfluss auf das Langzeitergebnis hatte erstaunlicherweise der Kostenträger: Patienten, die berufsgenossenschaftlich versichert waren, erzielten ein signifikant schlechteres Ergebnis im Mayo Elbow Performance Score als Patienten, die gesetzlich krankenversichert waren (s. Ergebnisse, S. 48 – 49).

Patienten, die berufsgenossenschaftlich versichert sind, werden in regelmäßigen Abständen ärztlich nachuntersucht. Es werden Gutachten erstellt, um eine eventuelle Minderung der Erwerbsfähigkeit (MdE) festzustellen, in deren Folge eine Rente und andere Geldleistungen ausgezahlt werden.

Der Mayo Elbow Performance Score berücksichtigt zur Berechnung des mittelfristigen Behandlungsergebnisses zu einem großen Teil subjektive Parameter. Unser Ergebnis deutet also daraufhin, dass berufsgenossenschaftlich versicherte Patienten ihr Behandlungsergebnis hinsichtlich einer möglichen Rentenbewilligung schlechter bewerteten als es eigentlich war. Um dieses Ergebnis weiter zu verifizieren, sind allerdings weitere Studien notwendig.

STUDIENDESIGN

Bei einer retrospektiven Studie handelt es sich um eine rückblickende Untersuchung. Die relevanten Ereignisse sind zu einem Zeitpunkt geschehen, als die Fragestellung der Studie noch nicht vorlag. Die Daten wurden entweder dokumentiert (zum Beispiel in Krankenakten) oder müssen durch Befragungen (zum Beispiel in Form eines Fragebogens) erhoben werden. Der Vorteil dieser Studienart liegt darin, dass das Eintreten der interessierenden Endereignisse nicht abgewartet werden muss und daher relativ schnell Ergebnisse erzielt werden können. Nachteile dieser Studienart liegen in der Datenqualität. Im Nachhinein besteht keine Möglichkeit, auf die Auswahl der Beobachtungseinheiten und der zu erfassenden Merkmale oder auf die Mess- und Dokumentationstechniken Einfluss zu nehmen. Zudem sind retrospektive Studien anfälliger für Fehler: Bestimmte Angaben und Daten können in alten Unterlagen fehlen oder sind sogar falsch angegeben. Und bei der Befragung von Patienten nach zurückliegenden Ereignissen ist man auf deren Erinnerungsvermögen angewiesen. Man kann also keinesfalls sicher sein, korrekte und vollständige Informationen zu erhalten. Diese Fehler können zu einem Bias führen, der die Ergebnisse der Studie verzerrt und zu unzulässigen Schlussfolgerungen verleitet. [108]

Bei unserer Studie handelt es sich um eine retrospektive Kohortenstudie. In diesem Fall ist die Untersuchungsrichtung prospektiv, denn von den Einflussgrößen wird auf die Zielgröße geschlossen, die Art der Datenerhebung ist jedoch retrospektiv [108]. Da die Daten unserer Studie auf unterschiedlichen Wegen erhoben wurden, erfolgte eine Untersuchung der Ergebnisse in Abhängigkeit von der Datengewinnung (s. Ergebnisse, S. 54). Es ergaben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen Patienten, die im Rahmen der Studie klinisch nachuntersucht und denen, die im Rahmen einer gutachterlichen Untersuchung nachuntersucht worden waren. Die Patienten, die nur den Fragebogen beantwortet hatten, erreichten das beste durchschnittliche Ergebnis im Mayo Elbow Performance Score und unterschieden sich damit signifikant von den gutachterlich nachuntersuchten Patienten und tendenziell von den studienbezogen nachuntersuchten Patienten (s. Ergebnisse, S. 54).

Man könnte daraus nun ableiten, dass gerade die Patienten mit besonders gutem Behandlungsergebnis nur den Fragebogen ausgefüllt und nicht an der klinischen Nachuntersuchung teilgenommen haben. Und ebenso könnten gerade diejenigen Patienten mit besonders schlechtem Behandlungsergebnis zur klinischen Nachuntersuchung erschienen sein. Möglicherweise haben diese sich von der erneuten Untersuchung eine Verbesserung ihrer Therapie erhofft oder aber sie wollten einfach nur einen Beitrag zur

Verbesserung der Therapie von Koronoidfrakturen im Allgemeinen leisten. Es wäre auch gut möglich, dass gerade Patienten mit besonders gutem Behandlungsergebnis überhaupt nicht an der Studie teilgenommen haben. Umgekehrt wäre es aber auch denkbar, dass einige dieser Patienten wiederum aus Dankbarkeit an der Studie teilgenommen haben.

Letztlich bleibt festzuhalten, dass die unterschiedlichen Beweggründe der Patienten bei der Auswertung der Daten berücksichtigt werden müssen. Denn gerade bei einer kleinen Fallzahl von 58 Patienten könnten die Ergebnisse in die eine oder andere Richtung verzerrt worden sein.

Bezüglich der relativ geringen Fallzahl von 58 Patienten und einer Vielzahl verschiedener Verletzungskombinationen muss außerdem erwähnt werden, dass eine Vergleichbarkeit der Daten nahezu unmöglich und die statistische Auswertung erschwert war.

Retrospektive Studien können keine anerkannten Beweise liefern und haben im Vergleich zu anderen Studienmodellen weniger Aussagekraft. Dennoch können sie wertvolle Hinweise auf mögliche Zusammenhänge liefern und Anlass für eine nachfolgende prospektive Studie sein [108].

So zeigt auch unsere Studie mögliche Zusammenhänge auf, die in prospektiven Studien überprüft werden sollten, und leistet damit einen wertvollen Beitrag zur weiteren Erforschung der seltenen, aber komplikationsträchtigen und damit therapieaufwändigen Koronoidfrakturen.

V. ZUSAMMENFASSUNG

Frakturen des Processus coronoideus ulnae sind selten und treten meist in Kombination mit Begleitverletzungen auf. Bislang existieren nur wenige Studien zum klinischen Verlauf der Koronoidfrakturen. Bestehende Therapieempfehlungen werden aufgrund des geringen Evidenzlevels kontrovers diskutiert. Häufig bestimmen Begleitverletzungen das therapeutische Vorgehen. Die Komplikationsrate ist hoch. Durch eine retrospektive klinische Nachuntersuchung eines repräsentativen Patientengutes von zwei überregionalen Traumazentren sollten prognostisch relevante Faktoren bestimmt werden.

Insgesamt 77 Patienten mit Fraktur des Processus coronoideus ulnae wurden zwischen 2001 und 2009 in beiden Traumazentren behandelt. Das Behandlungsergebnis konnte bei insgesamt 58 Patienten (78 %) durchschnittlich 48 Monate (SD 31; 9-120 m.) nach Erstbehandlung erfasst werden. Die Ergebnisse wurden statistisch ausgewertet. Zur Evaluation der Behandlungsergebnisse diente der Mayo Elbow Performance Score.

Das Durchschnittsalter der Patienten zum Unfallzeitpunkt betrug 51,8 Jahre (SD 13,6; 19-79 y.). Nach der Klassifikation von Regan und Morrey ergaben sich 19 Typ-I-Frakturen (33%), 17 Typ-II-Frakturen (29%) und 22 Typ-III-Frakturen (38%). 43 Koronoidfrakturen (74%) waren mit Begleitverletzungen assoziiert, darunter fanden sich 40 Radiusköpfchenfrakturen, 17 proximale Ulnaschaftfrakturen und 2 Olecranonfrakturen. Eine Ellenbogenluxation fand sich bei insgesamt 44 Patienten (76%). Durchschnittlich erreichten die Patienten 80,6 Punkte (SD 18,3; 40-100) im Mayo Elbow Performance Score. Zwischen den einzelnen PCU-Frakturtypen nach Regan und Morrey ergaben sich keine signifikanten Differenzen. Allerdings korrelierte das Auftreten von Komplikationen positiv signifikant mit dem PCU-Frakturty (p=0,046). Signifikante Differenzen ließen sich außerdem zwischen den verschiedenen Therapieverfahren nachweisen. 15 % der Koronoidfrakturen waren nur eingeschränkt osteosynthetisch rekonstruierbar. Bei 33 % der Patienten verblieben Instabilitäten. Die durchschnittliche Extension/ Flexion erreichte 107,2° (SD 28,6; 5°-155°), die Pro- und Supination 153,0° (SD 38,5; 0°-180°). Verbleibende Instabilitäten des Ellenbogengelenkes waren signifikant mit Schmerzen korreliert (p=0,001).

Prognostische Aussagen für einzelne Verletzungen waren bei frakturtypspezifischer Therapie und einer Vielzahl von Begleitverletzungen nur eingeschränkt möglich. Eine Therapie mit Fixateur externe, eine Ruhigstellung über 21 Tage, das Auftreten von Komplikationen und nicht ausreichend stabile Osteosynthesen des Processus coronoideus ulnae waren die stärksten negativen Prognoseparameter in unserem Patientengut.

VI. LITERATURVERZEICHNIS

1. Adams J, Hoskin T, Morrey BF, Steinmann SP (2009) Management and outcome of 103 acute fractures of the coronoid process of the ulna. J Bone Joint Surg [Br] 91-B, 632-5
2. Alolabi B, Gray A, Ferreira LM, Johnson JA, Athwal GS, King GJ (2011) Reconstruction of the coronoid using an extended prosthesis: an in vitro biomechanical study. J Shoulder Elbow Surg 21, 969-76
3. Ambacher T, Maurer F, Weise K (2000) Behandlungsergebnisse nach primärer und sekundärer Radiusköpfchenresektion. Unfallchirurg 103, 437-443
4. Amis AA, Miller JH (1995) The mechanisms of elbow fractures: an investigation using impact tests in vitro. Injury 26, 163-8
5. Atroshi I, Gummesson C, Andersson B, Dahlgren E, Johansson A (2000) The disabilities of the arm, shoulder and hand (DASH) outcome questionnaire: reliability and validity of the Swedish version evaluated in 176 patients. Acta Orthop Scand 71, 613-8
6. Bado JL (1967) The Monteggia lesion. Clin Orthop Relat Res 50, 71-86
7. Ball CM, Galatz LM, Yamaguchi K (2002) Elbow instability: treatment strategies and emerging concepts. Instr Course Lect 51, 53-61
8. Berlemann U, Barnbeck F (1994) Die operative Therapie der Radiusköpfchenfraktur – Ergebnisse der Osteosynthesen und der Resektionsbehandlung. Unfallchirurg 97, 639-44
9. Bernhard M, Hertel P (1991) Luxationsverletzungen von Ellenbogen und Unterarm. In: Breitner B (Hrsg.): Chirurgische Operationslehre. Traumatologie. Band 4. 2. Aufl., 159-180, Urban & Schwarzenberg, München
10. Betz A (1988) Die operative Differentialtherapie bei den Radiusköpfchenfrakturen. Orthopäde 17, 320-7
11. Bombardier C, Tugwell, P (1987) Methodological considerations in functional assessment. J Rheumatol Suppl. 14 Suppl 15, 6-10
12. Bopp F, Tielemann FW, Holz U (1991) Ellenbogenluxationen mit Frakturen am Processus coronoideus und Radiusköpfchentrümmerfraktur. Unfallchirurg 94, 322-4
13. Breitfuß H, Muhr G (1992) Kronenfortsatzbrüche und Ellenbogenstabilität: Eine biomechanische und klinische Studie. Hefte zur Unfallheilkunde. 1. Aufl., 1-79, Springer, Berlin
14. Broberg MA, Morrey BF (1987) Results of treatment of fracture-dislocations of the elbow. Clin Orthop Relat Res. 216, 109-19

15. Cabanela ME, Morrey BF (2000) Fractures of the olecranon. In: Morrey BF (Hrsg.) The Elbow and Its disorders. 3. Aufl., 365-79, W.B. Saunders Co, Philadelphia
16. Closkey RF, Goode JR, Kirschenbaum D, Cody RP (2000) The Role of the Coronoid Process in Elbow Stability. A biomechanical Analysis of Axial Loading. J Bone Joint Surg Am 82-A, 1749-53
17. Copf F, Holz U, Schauwecker HH (1980) Biomechanische Probleme bei Ellenbogenluxationen mit Frakturen am Processus coronoideus und Radiusköpfchen. Langenbecks Arch Chir 350, 249-54
18. De Haan J, Schep NW, Zengerink I, van Buijtenen J, Tuinebreijer WE, den Hartog D (2010) Dislocation of the elbow: a retrospective multicentre study of 86 patients. Open Orthop J 4, 76-9
19. De Haan J, Schep NW, Eygendaal D, Kleinrensink GJ, Tuinebreijer WE, den Hartog D (2011) Stability of the elbow joint: relevant anatomy and clinical implications of in vitro biomechanical studies. Open Orthop J 5, 168-76
20. DiPaola M, Geissler WB, Osterman AL (2008) Complex elbow instability. Hand Clin 24, 39-52
21. Doornberg JN, Ring DC (2006) Fracture of the anteromedial facet of the coronoid process. J Bone Joint Surg Am 88, 2216-24
22. Esser RD, Davis S, Taavao T (1995) Fractures of the radial head treated by internal fixation: late results in 26 cases. J Orthop Trauma 9, 318-23
23. Eygendaal D, Verdegaal SH, Obermann WR, van Vugt AB, Pöll RG, Rozing PM (2000) Posterolateral dislocation of the elbow joint: Relationship to medial instability. J Bone Joint Surg Am 82, 555-60
24. Faschingbauer M, Meiners J, Wallstabe S, Seide K, Jürgens C (2007) Ellengelenknahe Unterarmfrakturen. Trauma Berufskrankh 9, Suppl 2, 192-96
25. Fletcher RW, Fletcher SW (2005) Performance of measurements. In: Fletcher RW, Fletcher SW (Hrsg.): Clinical Epidemiology: The Essentials. 4. Aufl., 19-21, Lippincott Williams & Wilkins, Baltimore
26. Geel CW, Palmer AK, Ruedi T, Leutenegger AF (1990) Internal fixation of proximal radial head fractures. J Orthop Trauma 4, 270-4
27. Geel CW, Palmer AK (1992) Radial head fractures and their effect on the distal radioulnar joint. A rationale for treatment. Clin Orthop Relat Res 275, 79-84
28. Germann G, Harth A, Wind G, Demir E (2003) Standardisation and validation of the German version 2.0 of the Disability of Arm, Shoulder, Hand (DASH) questionnaire. Unfallchirurg 106, 13-9

29. Goldberg I, Peylan J, Yosipovitch Z (1986) Late results of excision of the radial head for an isolated closed fracture. J Bone Joint Surg Am 68, 675-9
30. Habernek H, Orthner E (1991) Die Ellbogengelenksluxation. Unfallchirurgie 17, 19-23
31. Hall JA, McKee MD (2005) Posterolateral rotatory instability of the elbow following radial head resection. J Bone Joint Surg Am 87, 1571-9
32. Harrington IJ, Tountas AA (1981) Replacement of the radial head in the treatment of unstable elbow fractures. Injury 12, 405-12
33. Harrington IJ, Sekyi-Otu A, Barrington TW, Evans DC, Tuli V (2001) The functional outcome with metallic radial head implants in the treatment of unstable elbow fractures: a long-term review. J Trauma 50, 46-52
34. Holz U (2000) Kleine Knochenstücke mit großer Bedeutung. Processus coronoideus und Capitulum humeri. Trauma Berufskrankh 2 [Suppl 1], 61-4
35. Hotchkiss RN (1996) Fractures and dislocations of the elbow. In: Rockwood CA, Green DP, Buchholz RW, Heckmann JD (Hrsg.): Rockwood and Green's Fractures in Adults. 4. Aufl., 929-1024, Lippincott-Raven, Philadelphia
36. http://www.flexikon.doccheck.com/de/Processus_coronoideus_ulnae (Tag des Zugriffs: 29.12.2012)
37. Hudak PL, Amadio PC, Bombardier C (1996) Development of an upper extremity outcome measure: the DASH (Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand). The Upper Extremity Collaborative Group (UECG). Am J Ind Med. 29, 602-8
38. Hull JR, Owen JR, Fern SE, Wayne JS, Boardman ND 3rd (2005) Role of the coronoid process in varus osteoarticular stability of the elbow. J Shoulder Elbow Surg 14, 441-6
39. Jockheck M, Willms R, Volkmann R, Sell S, Weller S, Küsswetter W (1998) Prevention of periarticular heterotopic ossification after endoprosthetic hip joint replacement by means of diclofenac. Arch Orthop Trauma Surg 117, 337-40
40. Josefsson PO, Gentz CF, Johnell O, Wendeberg B (1987) Surgical versus non-surgical treatment of ligamentous injuries following dislocation of the elbow joint. A prospective randomized study. J Bone Joint Surg Am 69, 605-8
41. Josten C, Korner J (2000) Frakturen und Luxationen am proximalen Unterarm. Trauma Berufskrankh2, 194-8
42. Josten C, Korner J, Lill H (2002) Radiusköpfchenfrakturen. In: Josten C, Lill H (Hrsg.): Ellenbogenverletzungen: Biomechanik, Diagnose, Therapie. 1. Aufl., 137-150, Steinkopff, Darmstadt
43. Judet T, de Loubresse CG, Piriou P, Charnley G (1996) A floating prosthesis for radial-head fractures. J Bone Joint Surg Br 78, 244-9

44. Kälicke T, Westhoff J, Wingenfeld C, Muhr G, Arens S (2003) Luxationsfrakturen des Ellenbogens mit Beteiligung des Processus coronoideus. Unfallchirurg 106, 300-5
45. Kälicke T, Muhr G, Frangen TM (2007) Dislocation of the elbow with fractures of the coronoid process and radial head. Arch Orthop Trauma Surg 127, 925-31
46. Kellgren JH, Lawrence JS (1957) Radiological assessment of osteo-arthrosis. Ann Rheum Dis 16, 494–502
47. Kennedy CA, Beaton DE, Solway S, McConnell S, Bombardier C (2011) Disabilities oft he Arm, Shoulder and Hand (DASH). The DASH and QuickDASH Outcome Measure User's Manual. 3. Aufl., Toronto, Ontario: Institute for Work & Health
48. Keyl W (1971) Zur Indikation der Radiusköpfchenresektion unter Berücksichtigung der Spätergebnisse von 251 Frakturen und Luxationen des Radiusköpfchens. Arch Orthop Unfallchir 70, 243
49. Kolb W, Guhlmann H, Markgraf E, Kolb K (2006) Der Bewegungsfixateur des Ellenbogens. Op Orthop Trauma 18, 34-56
50. Korner J, Lill H, Hepp P (2002) Funktionelle Anatomie und Biomechanik. In: Josten C, Lill H (Hrsg.): Ellenbogenverletzungen: Biomechanik, Diagnose, Therapie. 1. Aufl., 1-12, Steinkopff, Darmstadt
51. Korner J, Lill H, Josten C (2002) Monteggiaverletzungen. In: Josten C, Lill H (Hrsg.): Ellenbogenverletzungen: Biomechanik, Diagnose, Therapie. 1. Aufl., 123-36, Steinkopff, Darmstadt
52. Korner J, Hoffmann A, Rudig L, Müller LP, Hessmann M, Lill H, Josten C, Rommens PM (2004) Monteggia-Verletzungen im Erwachsenenalter. Unfallchirurg 107, 1026-40
53. Kossmann T, Trentz O (1995) Ellenbogengelenk. In: Rüter A, Trentz O, Wagner M (Hrsg.): Unfallchirurgie. 1. Aufl., 509-20, Urban & Schwarzenberg, München
54. Kotter A, Ecker M, Braun W, Rüter A (1999) Die Ellenbogenluxation – Therapie und Behandlungsergebnisse. Chirurg 70, 285-89
55. Krämer KL, Maichl FP, Stock M (1993) Scores, Bewertungsschemata und Klassifikationen in Orthopädie und Traumatologie. 1. Aufl., 44-45, Thieme, Stuttgart
56. Last JM (1988) A Dictionary of Epidemiology. 2. Aufl., 92, Oxford University Press, New York
57. Lee DH (2001) Treatment options for complex elbow fracture dislocations. Injury 32 [Suppl 4], 41-69
58. Letsch R, Schmit-Neuerburg KP (2001) Bandverletzungen und Luxationen des Ellenbogengelenks. In: Schmit-Neuerburg KP, Towfigh H, Letsch R (Hrsg): Tscherne Unfallchirurgie. Ellenbogen, Unterarm, Hand. Band 1. 1. Aufl., 67-76, Springer, Berlin

59. Lill, H, Korner J, Josten C (2002) Luxationen und Instabilitäten. In: Josten C, Lill H (Hrsg.): Ellenbogenverletzungen: Biomechanik, Diagnose, Therapie. 1. Aufl., 99-122, Steinkopff, Darmstadt
60. Lill H, Voigt C (2004) Ellenbogenverletzungen. Chirurg 75, 1037-51
61. Lindemann-Sperfeld L, Haferkorn K, Genest M, Jansch L, Marintschev I, Otto W (2000) Differenzialtherapie der Radiusköpfchenfraktur in Abhängigkeit vom Frakturtyp. Trauma Berufskrankh 2, 304-12
62. Lindemann-Sperfeld L, Marintschev I, Zeugner A, Otto W (2002) Frakturen des Processus coronoideus ulnae. Wann und wie soll man operieren? Trauma Berufskrankh 4 [Suppl 1], 87-90
63. Markgraf E, Mohr S, Kolb W (2002) Ellenbogenluxation – Bewertung, Begleitschäden, Therapie. Trauma Berufskrankh 4 [Suppl 1], 65-67
64. Mason ML (1954) Some observations on fractures of the head of the radius with a review of one hundred cases. Br J Surg 42, 123-32
65. McKee MD, Bowden SH, King GJ, Patterson SD, Jupiter JB, Bamberger HB, Paksima N (1998) Management of recurrent, complex instability of the elbow with a hinged external fixator. J Bone Joint Surg Br 80, 1031-6
66. McKee MD, Pugh DM, Wild LM, Schemitsch EH, King GJ (2005) Standard surgical protocol to treat elbow dislocations with radial head and coronoid fractures. Surgical technique. J Bone Joint Surg Am 87 [Suppl 1], 22-32
67. McKee MD, Jupiter JB (2009) Trauma to the Adult Elbow. In: Browner BD, Jupiter JB, Levine AM, Trafton PG, Krettek C (Hrsg.): Skeletal trauma. Volume II. 4. Aufl., 1503-41, Saunders Elsevier, Philadelphia
68. Meeder PJ, Holz U (1985) Ersatzplastik des Processus coronoideus bei instabiler Ellenbogengelenksluxation mit Abscherfraktur des Processus coronoideus und Radiusköpfchentrümmerfraktur. Aktuelle Traumatol 15, 89-90
69. Meeder PJ, Weller S, Holz U (1992) Die operative Behandlung von Frakturen des Processus coronoideus ulnae bei komplexer Ellenbogengelenkverletzung. Operat Orthop Trauma 4, 11-20
70. Mehlhoff T, Noble PC, Bennett JB, Tullos HS (1988) Simple dislocation of the elbow in the adult. Results after closed treatment. J Bone Joint Surg Am 70, 244-9
71. Mittlmeier T, Beck M (2009) Luxation des Ellenbogengelenks des Erwachsenen. Unfallchirurg 112, 487-505
72. Monteggia GB (1813) Institutione Chirurgiche, 2. Aufl., G Maspero

73. Morrey BF, Chao EY (1976) Passive motion of the elbow joint. J Bone Joint Surg Am 58, 501-8
74. Morrey BF, An KN, Stormont TJ (1988) Force transmission through the radial head. J Bone Joint Surg Am 70, 250-6
75. Morrey BF (1995) Current concepts in the treatment of fractures of the radial head, the olecranon, and the coronoid. Instr. Course Lect. 44, 175-85
76. Morrey BF (2002) The elbow. Master techniques in Orthopaedic Surgery 2. Aufl., Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia
77. Morrey BF, An KN (2009) Functional Evaluation of the Elbow. In: Morrey BF, Sanchez-Sotelo J (Hrsg.): The Elbow and Its Disorders. 4. Aufl., 80-91, Saunders Elsevier, Philadelphia
78. Muhr G, Wernet E (1989) Bänderverletzungen und Luxationen des Ellenbogengelenkes. Orthopäde 18, 268-72
79. O'Driscoll SW, Morrey BF, Korinek S, An KN (1992) Elbow subluxation and dislocation. A spectrum of instability. Clin Orthop Relat Res 280, 186-97
80. O'Driscoll SW, Jupiter JB, King GJ, Hotchkiss RN, Morrey BF (2001) The unstable elbow. Instr Course Lect 50, 89-102
81. O'Driscoll SW, Jupiter JB, Cohen MS, Ring D, McKee MD (2003) Difficult elbow fractures: pearls and pitfalls. Instr Course Lect 52, 113-34
82. Partenheimer A, Geisler A, Voigt C, Lill H (2007) Luxation, Instabilität und Luxationsfrakturen des Ellenbogengelenks. Trauma Berufskrankh 9 [Suppl 1],197-201
83. Popovic N, Gillet P, Rodriguez A, Lemaire R (2000) Fracture of the radial head with associated elbow dislocation: results of treatment using a floating radial head prothesis. J Orthop Trauma 14, 171-7
84. Regan WD, Morrey BF (1989) Fractures of the coronoid process of the ulna. J Bone Joint Surg Am 71, 1348-54
85. Regan WD, Morrey BF (2009) Physical Examination of the Elbow. In: Morrey BF, Sanchez-Sotelo J (Hrsg.): The Elbow and Its Disorders. 4. Aufl., 67-79, Saunders Elsevier, Philadelphia
86. Regan WD, Morrey BF (2009) Coronoid Process and Monteggia Fractures. In: Morrey BF, Sanchez-Sotelo J (Hrsg.): The Elbow and Its Disorders. 4. Aufl., 419-35, Saunders Elsevier, Philadelphia
87. Regel G, Seekamp A, Blauth M, Klemme R, Kuhn K, Tscherne H (1996) Die Komplexverletzung des Ellenbogengelenks. Unfallchirurg 99, 92-9

88. Reuter P (2004) Springer Lexikon Medizin. 1. Aufl., Springer, Berlin
89. Riel A, Bernett B (1993) Die einfache Ellenbogenluxation. Unfallchirurg 96, 529-33
90. Ring D, Jupiter JB (1998) Fracture-dislocation of the elbow. J Bone Joint Surg Am 80, 566-80
91. Ring D, Jupiter JB, Zilberfarb J (2002) Posterior dislocation of the elbow with fractures of the radial head and coronoid. J Bone Joint Surg Am 84-A, 547-51
92. Ring D, Hannouche D, Jupiter JB (2004) Surgical treatment of persistent dislocation or subluxation of the ulnohumeral joint after fracture-dislocation of the elbow. J Hand Surg Am 29, 470-80
93. Roach KE, Budiman-Mak E, Songsiridej N, Lertratanakul Y (1991) Development of a shoulder pain and disability index. Arthritis Care Res 4, 143-9
94. Sanchez-Sotelo J, Romanillos O, Garay EG (2000) Results of acute excision of the radial head in elbow radial head fracture-dislocations. J Orthop Trauma 14, 354-8
95. Schatzker J (1987) Olecranon Fractures. In: Schatzker J, Tile M (Hrsg.): The Rationale of Operative Fracture Care. 3. Aufl., 80-7, Springer, Berlin
96. Schep NW, De Haan J, Iordens G, Tuinebreijer WE, Bronkhorst MW, De Vries MR, Goslings JC, Ham SJ, Rhemrev S, Roukema GR, Schipper IB, Sintenie JB, Van der Meulen HG, Van Thiel TP, Van Vugt AB, Verleisdonk EJ, Vroemen JP, Wittich P, Patka P, Van Lieshout EM, Den Hartog D (2011) A hinged external fixator for complex elbow dislocations: A multicenter prospective cohort study. BMC Musculoskelet Disord 12, 130-136
97. Schiebler TH, Korf HW (2005) Anatomie. 10. Aufl., 457-75, Steinkopff, Heidelberg
98. Schmitt E, Heisel J, Wüst HL (1988) Indikation und Ergebnisse der primären und sekundären Radiusköpfchenresektion. Unfallchirurg 91, 243-51
99. Schneeberger AG, Sadowski MM, Jacob HA (2004) Coronoid process and radial head as posterolateral rotatory stabilizers of the elbow. J Bone Joint Surg Am 86-A, 975-82
100. Simmelbauer B, Habermeyer P (1996) Die standardisierte Untersuchung des Ellenbogens. Unfallchirurg 99, 548-54
101. Sobotta J (2007) Obere Extremität. Knochen, Gelenke, Bänder. In: Putz R, Pabst R, Putz R (Hrsg.): Sobotta. Atlas der Anatomie des Menschen. 22. Aufl., 158-77, Urban & Fischer, München
102. Stankovic P, Zühlke V, Persitzky V (1976) Isolierte Frakturen des Processus coronoideus ulnae. Unfallheilkunde 79, 395-8
103. Stoneback JW, Owens BD, Sykes J, Athwal GS, Pointer L, Wolf JM (2012) Incidence of Elbow Dislocations in the United States Population. J Bone Joint Surg Am 94, 240-5

104. Tashjian RZ, Katarincic JA (2006) Complex elbow instability. J AM Acad Orthop Surg 14, 278-86
105. Thomsen M, Loew M, Nägerl H (2001) Kinematik und Biomechanik des Ellenbogengelenkes. Orthopäde 30, 582-6
106. Turchin DC, Beaton DE, Richards RR (1998) Validity of observer-based aggregate scoring systems as descriptors of elbow pain, function, and disability. J Bone Joint Surg Am 80, 154-62
107. Van Riet RP, Morrey BF, O'Driscoll SW, van Glabbeek F (2005) Associated injuries complicating radial head fractures: a demographic study. Clin Orthop Relat Res 441, 51-5
108. Weiß C (2010) Epidemiologische Studien. In: Weiß C (Hrsg.) Basiswissen Medizinische Statistik. 5. Überarbeitete Auflage, 241-262, Springer, Heidelberg
109. Wells J, Ablove RH (2008) Coronoid fractures of the elbow. Clin Med Res 6, 40-4
110. Werner C, Trentz O (2003) Ellenbogengelenk. In: Rüter A, Trentz O, Wagner M (Hrsg.): Unfallchirurgie. 2. Aufl., 801-16, Urban & Fischer, München
111. Zeiders GJ, Patel MK (2008) Management of unstable elbows following complex fracture-dislocations – the „terrible triad“ injury. J Bone Joint Surg Am 90 [Suppl 4], 75-84

VII. ANHANG

1. FALLKASUISTIKEN

1.1 PATIENTIN, 67 JAHRE ALT

DIAGNOSE: Ellenbogenluxation mit Koronoidfraktur Typ II (LuxPCU)

UNFALLURSACHE: Stolpersturz nach vorne

THERAPIE:

1) Bei geringgradiger Instabilität zunächst konservativer Therapieversuch
2) Revision aufgrund ventroradialer Instabilität, Schraubenrefixation des Koronoids mittels Kleinfragmentschraube

ERGEBNIS NACH 17 MONATEN:

Extension/Flexion	0°/0°/140°
Pronation/Supination	90°/0°/90°
Varus-/Valgusinstabilität	Jeweils 5°
Schmerzen	Mäßig
Ergebnis im MEPS	90 Punkte (Exzellent)

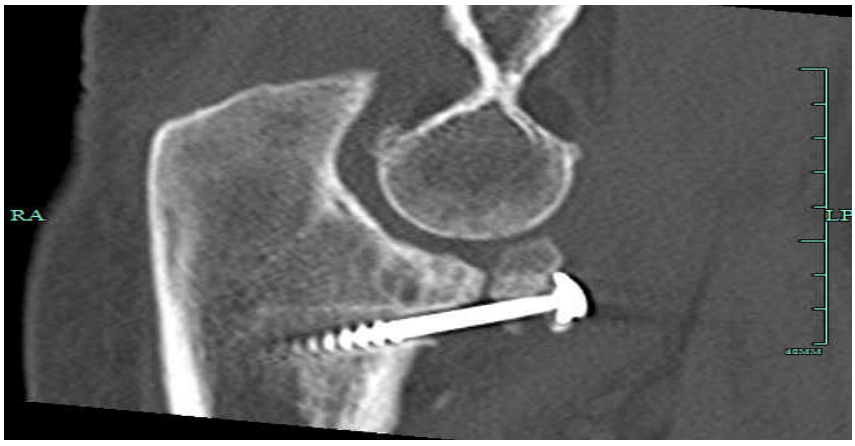


Abb.31: Röntgenkontrolle postoperativ

1.2 PATIENTIN, 79 JAHRE ALT

DIAGNOSE: Ellenbogenluxation mit Koronoidfraktur Typ III, Radiusköpfchenfraktur Mason III und proximale Ulnaschaftfraktur (ProxUlnTT)

UNFALLURSACHE: Sturz auf ebener Erde

THERAPIE:

1) Osteosynthese mit dorsaler KF-LCDC-Platte und Koronoidrekonstruktion mit Radiusköpfchenfragment bei totaler Radiusköpfchenresektion
2) Die sekundäre Implantation einer Radiusköpfchenprothese lehnte die Patientin trotz fortbestehender Instabilität ab.

ERGEBNIS NACH 61 MONATEN:

Extension/Flexion	0°/25°/130°
Pronation/Supination	90°/0°/45°
Varus-/Valgusinstabilität	Jeweils 15°
Schmerzen	Mäßig
Ergebnis im MEPS	70 Punkte (Mittelmäßig)

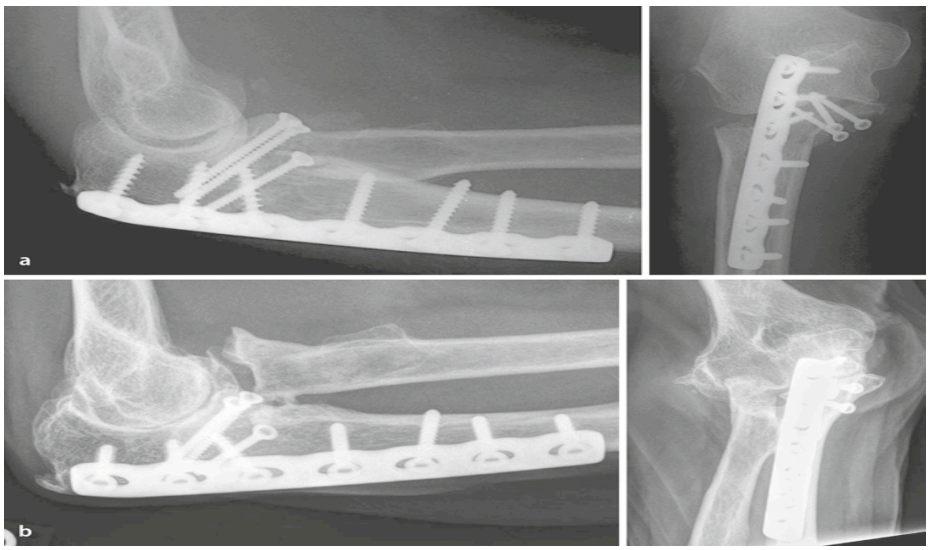


Abb. 32: Röntgenkontrolle **a** postoperativ **b** zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung

1.3 PATIENTIN, 67 JAHRE ALT

DIAGNOSE: Ellenbogenluxation mit Mehrfragment-Koronoidfraktur Typ III, Radiusköpfchenfraktur Mason III und proximale Ulnaschaftfraktur (ProxUlnTT)

UNFALLURSACHE: Sturz auf ebener Erde

THERAPIE:

1) Auswärtige Voroperation mit Reluxation
2) Osteosynthese mittels dorsolateral angelegter winkelstabiler Rekonstruktionsplatte und komplette Radiusköpfchenresektion
3) Revision mit AO-Minifragment-L-Plättchen am Koronoid, radiale Bandrefixation mittels Mitek-Fadenanker und sowie Implantation einer Radiusköpfchenprothese (Modell CRF II, Fa. Tornier, Burscheid, Germany), sekundäre Anlage eines AO-Fixateur externe

ERGEBNIS NACH 23 MONATEN:

Extension/Flexion	0°/30°/120°
Pronation/Supination	90°/0°/90°
Varus-/Valgusinstabilität	Keine
Schmerzen	Keine
Ergebnis im MEPS	95 Punkte (Exzellent)

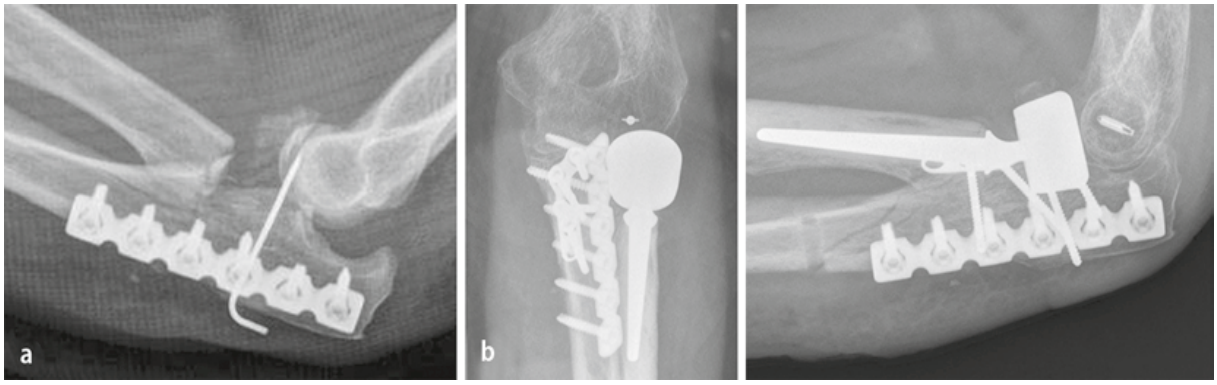


Abb. 33: Röntgenkontrolle **a** postoperativ **b** direkt nach Entfernung des Fixateur externe

1.4 PATIENTIN, 53 JAHRE ALT

DIAGNOSE: Ellenbogenluxation mit Koronoidfraktur Typ II und Radiusköpfchenfraktur Mason III (TT)

UNFALLURSACHE: Sturz auf ebener Erde

THERAPIE:

1) K-Draht-Osteosynthese des Radiusköpfchens, transossäre Refixation des Koronoids
2) Revision mit sekundärer Radiusköpfchenresektion und Implantation einer Radiusköpfchenprothese (Modell CRF II, Fa. Tornier, Burscheid, Germany)
3) Explantation der Radiusköpfchenprothese aufgrund persistierender Instabilität, sekundäre Anlage eines AO-Fixateur externe
4) Nach erneuter Subluxationsstellung Rekonstruktion des Koronoids mithilfe kortikospongiösem Span des vorderen rechten Beckenkamms
5) Wegen persistierender Belastungsinsuffizienz Implantation einer gekoppelten, zementierten IBP Ellengelenkprothese

ERGEBNIS NACH 94 MONATEN:

Extension/Flexion	0°/40°/120°
Pronation/Supination	90°/0°/70°
Varus-/Valgusinstabilität	jeweils 20°
Schmerzen	Stark
Ergebnis im MEPS	45 Punkte (Mangelhaft)

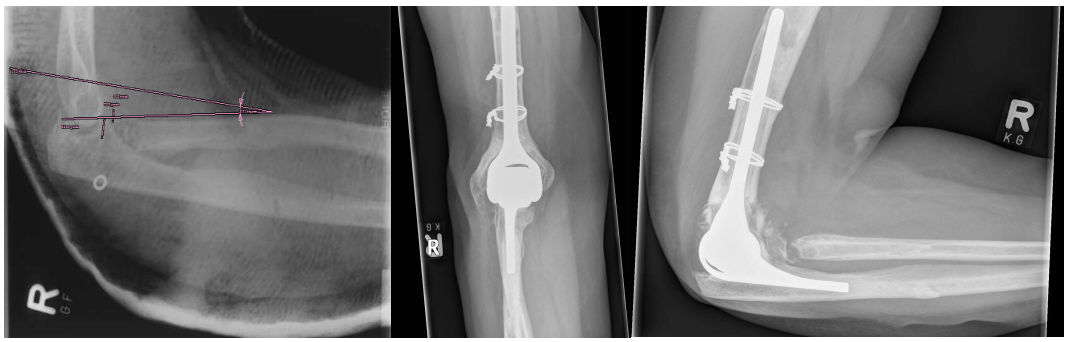


Abb.34: Röntgenkontrollen posttraumatisch und zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung

2. FORMULARE KLINISCHE NACHUNTERSUCHUNG

UNIVERSITÄTSKLINIKUM
Schleswig-Holstein

Campus Lübeck
Ratzeburger Allee 160
23538 Lübeck

Adresse

UNIVERSITÄTSKLINIKUM
Schleswig-Holstein

Campus Lübeck

Klinik für Chirurgie des Stütz- und Bewegungsapparates
Direktor: Prof. Dr. Ch. Jürgens
Sektion für Biomechanik & orthopädisch-traumatologische Forschung
Direktor: Dr. A. P. Schulz

Ansprechpartner:
Tel: 0451/500-4730 oder -6541
Fax: 0451/500-2050
E-Mail: uk-sh@apschulz.de
Internet: www.uk-s-h.de

Datum:

Sehr geehrte Patientin, sehr geehrter Patient

sie wurden vor einiger Zeit aufgrund eines Knochenbruchs am Ellenbogen im Universitätsklinikum Lübeck oder im Berufsgenossenschaftlichen Unfallkrankenhaus Hamburg behandelt.

Zur Überprüfung der Ergebnisse unserer Behandlungsmethoden würden wir sehr gerne mehr über Ihr persönliches Ergebnis, Ihre Zufriedenheit und vor allem über Ihre derzeitige Ellenbogenfunktion erfahren.

Aus diesem Grund möchten wir eine Nachuntersuchung am Universitätsklinikum Lübeck sowie am Berufsgenossenschaftlichen Unfallkrankenhaus Hamburg durchführen.

Die Nachuntersuchung besteht aus zwei Teilen und wird pseudonymisiert durchgeführt:

Der erste Teil bezieht sich auf einen von uns beigefügten Fragebogen. Wir bitten Sie, diesen sorgfältig durchzulesen, auszufüllen und anschließend mit dem frankierten Rückumschlag an die Unfallchirurgie des Universitätsklinikums Lübeck zurückzusenden.

Der zweite Teil der Nachuntersuchung beinhaltet eine klinische Untersuchung, bei der eine funktionelle Prüfung des betroffenen Arms erfolgt. Wir würden Sie bitten, zu dieser Untersuchung alle bei Ihnen aufbewahrten Röntgenbilder des betroffenen Arms mitzubringen.

Wir hoffen sehr, dass es Ihnen möglich ist, an der klinischen Nachuntersuchung im Universitätsklinikum Lübeck oder im Berufsgenossenschaftlichen Unfallkrankenhaus Hamburg teilzunehmen. Sollte Ihnen dies nicht möglich sein, so würden Sie uns sehr damit weiterhelfen, wenn Sie zumindest den ausgefüllten Fragebogen an uns zurückschicken.

Die klinische Nachuntersuchung findet nach Absprache statt.

Für An- und Abreise zum Universitätsklinikum Lübeck bzw. zum Berufsgenossenschaftlichen Unfallkrankenhaus Hamburg, sowie den Aufenthalt während der Untersuchung sind Sie über die Ecclesia Wegeunfallversicherung versichert.

Zwecks Terminvereinbarung oder falls Sie noch Fragen haben oder Unklarheiten bestehen, kontaktieren Sie uns bitte gern unter folgender Telefonnummer:

0451-500 6541

Über Ihre Teilnahme würden wir uns sehr freuen und bedanken uns im Voraus für Ihre Mühe und Ihr Interesse!

Mit freundlichen Grüßen

Prof. Dr. Ch. Jürgens	Dr. med. A. P. Schulz	Jil Wäldchen
Direktor der Sektion	Oberarzt der Sektion	Doktorandin der Sektion
für Unfallchirurgie	für Unfallchirurgie	für Unfallchirurgie

FRAGEBOGEN

KLINISCHE NACHUNTERSUCHUNG

NAME, VORNAME (Bitte jeweils nur die ersten beiden Buchstaben):

_____

GEBURTSTAG:

_____

BERUF:

_____

GESCHLECHT: □ MÄNNLICH □ WEIBLICH

UNFALLURSACHE: _____

UNFALL-DATUM: _____

VERLETZTER ARM: □ RECHTS □ LINKS

1. Wie schätzen Sie ihre derzeitige Ellenbogenfunktion im Alltag ein?

Verletzter Arm:	**Gesunder Arm:**
□ Sehr gut	□ Sehr gut
□ Gut	□ Gut
□ Befriedigend	□ Befriedigend
□ Ausreichend	□ Ausreichend
□ Mangelhaft	□ Mangelhaft
□ Schlecht	□ Schlecht

2. Wie schätzen Sie die Ellenbogenfunktion ihres verletzten Arms vor dem Unfall ein?

□ Sehr gut

□ Gut

□ Befriedigend

□ Ausreichend

□ Mangelhaft

□ Schlecht

3. Wie lange durften Sie ihren verletzten Ellenbogen nach dem Unfall nicht bewegen?

_____ Tage

4. Gab es Komplikationen (wie z.B. eine Infektion des Ellenbogens)?

□ Ja □ Nein

Wenn „Ja“, welche?

_____

_____

5. Wenn Sie operiert wurden: Mussten Sie mehrfach operiert werden?

□ Ja

□ Nein

Wenn „Ja“, wie oft? _____ Mal

6. Wenn Sie operiert wurden: Wie bewerten Sie das Ergebnis nach der OP?

□ Sehr gut

□ Gut

□ Befriedigend

□ Ausreichend

□ Mangelhaft

□ Schlecht

7. Befanden Sie sich nach ihrem stationären Aufenthalt in krankengymnastischer Behandlung?

□ Ja

□ Nein

Wenn „Ja“, wie lange? _____ Wochen

Und wie oft? _____ Stunden pro Woche

8. **Wurden Sie vorher schon einmal aufgrund einer anderen Verletzung am verletzten Ellenbogen operiert?**

   □ Ja □ Nein

   Wenn „Ja“, um welche Verletzung/-en handelte es sich?

   _____

   _____

9. **Wie stark sind die Schmerzen ihres verletzten Ellenbogens zur Zeit?**

   □ Keine

   □ Gering

   □ Mäßig

   □ Stark

10. **Wie bewerten Sie die Stabilität ihres verletzten Ellenbogens zur Zeit?**

    □ Stabil

    □ Mäßig instabil

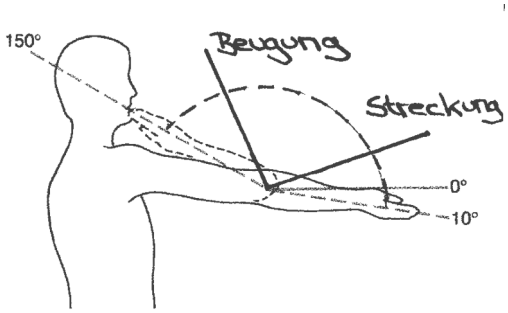
    □ Größtenteils instabil

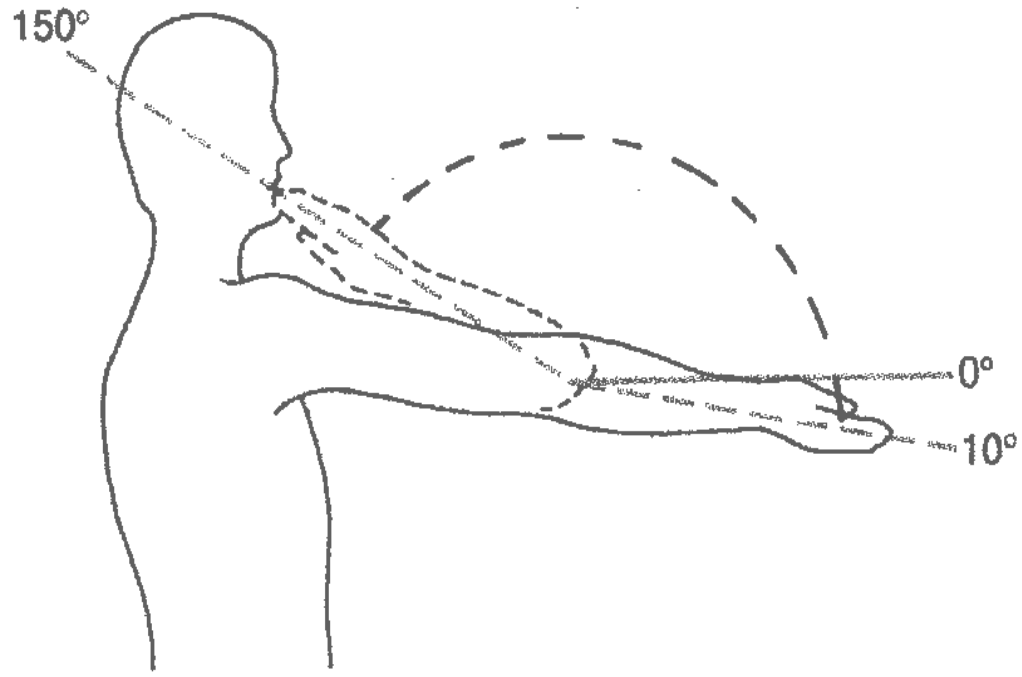
11. **Bitte beantworten Sie die folgenden Fragen zur Funktion ihres verletzten Ellenbogens:**

	Ja	**Nein**
Können Sie ihre Haare kämmen?	□	□
Können Sie ohne Hilfe essen?	□	□
Ist ihre Körperpflege ohne Hilfe möglich?	□	□
Können Sie ein T-Shirt anziehen?	□	□
Können Sie Schuhe anziehen?	□	□

12. Bitte zeichnen Sie im folgenden Bild ein, wie weit Sie ihren verletzten Arm im Ellenbogengelenk beugen und strecken können:

Beispiel:





Der folgende Fragebogen beschäftigt sich sowohl mit ihren Beschwerden als auch mit ihren Fähigkeiten, bestimmte Tätigkeiten auszuführen. Bitte beantworten Sie alle Fragen gemäß ihrem Zustand in der vergangenen Woche, indem Sie einfach die entsprechende Zahl ankreuzen.

Wenn Sie in der vergangenen Woche keine Gelegenheit hatten, eine der im folgenden aufgeführten Tätigkeiten durchzuführen, so wählen Sie die Antwort aus, die ihrer Meinung nach am ehesten zutreffen würde. Es ist nicht entscheidend, mit welchem Arm oder welcher Hand Sie diese Tätigkeiten ausgeübt haben. Antworten Sie ihrer Fähigkeit entsprechend, ungeachtet, wie Sie die Aufgaben durchführen konnten.

		Keine Schwierig - keiten	Geringe Schwierig - keiten	Mäßige Schwierig - keiten	Deutliche Schwierig - keiten	Nicht möglich
1	Ein neues oder fest verschlossenen Glas öffnen	1	2	3	4	5
2	Schreiben	1	2	3	4	5
3	Einen Schlüssel umdrehen	1	2	3	4	5
4	Eine Mahlzeit zubereiten	1	2	3	4	5
5	Eine schwere Tür aufstoßen	1	2	3	4	5
6	Einen Gegenstand in ein Regal über Kopfhöhe stellen	1	2	3	4	5
7	schwere Hausarbeiten durchführen (z.B. Boden wischen)	1	2	3	4	5
8	Garten- oder Hofarbeit ausführen	1	2	3	4	5
9	Betten machen	1	2	3	4	5
10	Eine Einkaufstüte oder eine Aktentasche tragen	1	2	3	4	5

		Keine Schwierig - keiten	Geringe Schwierig - keiten	Mäßige Schwierig - keiten	Deutliche Schwierig - keiten	Nicht möglich
11	Einen schweren Gegenstand (schwerer 5kg) tragen	1	2	3	4	5
12	Eine Glühbirne über Ihrem Kopf austauschen	1	2	3	4	5
13	Ihre Haare waschen oder föhnen	1	2	3	4	5
14	Ihren Rücken waschen	1	2	3	4	5
15	Einen Pullover anziehen	1	2	3	4	5
16	Ein Messer benutzen, um Lebensmittel zu schneiden	1	2	3	4	5
17	Freizeitaktivitäten, die wenig körperliche Anstrengung verlangen (z. B. Karten spielen)	1	2	3	4	5
18	Freizeitaktivitäten, bei denen auf Ihren Ellenbogen Druck oder Stoß ausgeübt wird (z.B. Golf, Hämmern, Tennis, usw.)	1	2	3	4	5
19	Freizeitaktivitäten, bei denen Sie Ihre Arme frei bewegen (z. B. Federball, Frisbee)	1	2	3	4	5
20	Mit Fortbewegungsmitteln zurecht kommen (um von einem Platz zum anderen zu gelangen)	1	2	3	4	5
21	Sexuelle Aktivitäten	1	2	3	4	5

		Gar nicht	Ein wenig	Mäßig	Stark	Ich konnte gar nicht schlafen
22	In welchem Ausmaß haben Ihre Ellenbogenprobleme ihre normalen sozialen Aktivitäten mit Familie, Freunden, Nachbarn oder anderen Gruppen in der vergangenen Woche beeinträchtigt?	1	2	3	4	5
23	Waren Sie in der vergangenen Woche durch Ihre Ellenbogenprobleme in Ihrer Arbeit oder anderen alltäglichen Aktivitäten eingeschränkt)	1	2	3	4	5

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

		Keine	Gering	Mäßig	Stark	Sehr stark
24	Schmerzen in Ruhe im Ellenbogen	1	2	3	4	5
25	Schmerzen im Ellenbogen bei der Ausübung einer bestimmten Tätigkeit	1	2	3	4	5
26	Kribbeln (Nadelstiche) im Ellenbogen	1	2	3	4	5
27	Schwäche im Ellenbogen	1	2	3	4	5
28	Steifheit des Ellenbogens	1	2	3	4	5

		Keine	Gering	Mäßig	Stark	Ich konnte gar nicht schlafen
29	Wie groß waren Ihre Schlafstörungen in der letzten Woche aufgrund von Schmerzen im Ellenbogen?	1	2	3	4	5

		Trifft nie zu	Trifft selten zu	Weder ja noch nein	Trifft meist zu	Trifft immer zu
30	Aufgrund meiner Probleme im Ellenbogen empfinde ich meine Fähigkeiten als eingeschränkt, ich habe weniger Selbstvertrauen oder ich fühle, dass ich mich weniger nützlich machen kann.	1	2	3	4	5

Falls Sie uns noch etwas mitteilen möchten, so haben Sie hier die Möglichkeit dazu:

_____

_____

_____

_____

VIELEN DANK!

PATIENTENAUFKLÄRUNG

KLINISCHE NACHUNTERSUCHUNG

Was bedeutet eine Fraktur am Ellenbogen?

Es handelt sich dabei um einen Knochenbruch am Ellenbogen. Betroffen ist in ihrem Fall ein kleiner Knochenfortsatz am oberen Ende des Ellenbogenknochens: der sogenannte Processus coronoideus ulnae (PCU). Dieser trägt wesentlich zur Stabilität des Ellenbogengelenkes bei.

Knochenbrüche am Ellenbogen entstehen meist im Zusammenhang mit einer Verrenkung des Ellenbogens, u. a. verursacht durch eine indirekte Gewalteinwirkung bei Sturz auf den gestreckten Arm.

Welche Behandlungsmöglichkeiten stehen zur Verfügung?

Stabile Knochenbrüche können meist konservativ behandelt werden, d.h. es erfolgt eine Ruhigstellung im Gips mit anschließender Physiotherapie.

Instabile Knochenbrüche müssen operativ behandelt werden. Die Größe des abgebrochenen Knochenstücks sowie Begleitverletzungen bestimmen die Operationsmethode. Größere Knochenstücke können direkt oder indirekt durch Zugschrauben, kleinere durch eine Drahtschlinge befestigt werden. Gegebenenfalls erfolgt eine Rekonstruktion, d.h. Wiederherstellung.

Zur Beurteilung, welche Behandlungsmethode für welches Verletzungsmuster den größten langfristigen Erfolg für die Stabilität und Funktion des Ellenbogens bringt, führen wir eine vergleichende Nachuntersuchung an Patienten durch, die wie Sie mit einer dieser Methoden bei uns behandelt wurden.

Was bedeutet die Teilnahme an einer „Nachuntersuchung“ für mich?

Es wird durch solch eine Beobachtung Ihres Heilverlaufes zu keinerlei Änderung Ihrer Nachbehandlung kommen. Es wird lediglich eine einmalige Untersuchung zur vergleichenden Befunderhebung sowohl am operierten als auch am gesunden Ellenbogen durchgeführt. Diese Untersuchung findet im Universitätsklinikum Lübeck bzw. im Berufsgenossenschaftlichen Unfallkrankenhaus Hamburg statt.

Die gewonnenen Daten werden pseudonymisiert und außerhalb Ihrer Patientenakte in einer Datenbank gespeichert. Diese Datenbank ist selbstverständlich nicht-öffentlich. Alle Datenschutzbestimmungen werden eingehalten. Es wird eine statistische Auswertung der Daten aller an der Nachuntersuchung beteiligten Personen erfolgen. Diese Daten werden dann möglicherweise auf medizinischen Kongressen und in Fachzeitschriften veröffentlicht. Ein Bezug zu Ihrer Person kann dabei jedoch nicht hergestellt werden. Die Teilnahme an dieser Nachuntersuchung setzt ausdrücklich die Zustimmung zu solch einer Veröffentlichung voraus.

Für Sie selbst ergeben sich aus der Teilnahme an der Nachuntersuchung keine direkten Vorteile. Sie können jedoch dazu beitragen, dass die Versorgungsqualität für Patienten mit Knochenbrüchen am Ellenbogen weiter verbessert wird.

Für An- und Abreise sowie die Dauer des Aufenthalts während der Untersuchung im Universitätsklinikum Lübeck bzw. im Berufsgenossenschaftlichen Unfallkrankenhaus Hamburg sind Sie über die Ecclesia Wegeunfallversicherung versichert.

Natürlich steht es Ihnen völlig frei, sich für oder gegen eine Teilnahme an der geschilderten Nachuntersuchung zu entscheiden. Aus einer Nichtteilnahme ergeben sich für Sie keine negativen Konsequenzen für Ihre weitere Behandlung.

EINVERSTÄNDNISERKLÄRUNG

KLINISCHE NACHUNTERSUCHUNG

NAME, VORNAME: _____

GEBURTSDATUM: _____

Hiermit willige ich in die Durchführung der Klinischen Nachuntersuchung ein.

Ich bin damit einverstanden, dass die dabei gewonnenen Daten

- in einer Datenbank pseudonymisiert gespeichert,
- wissenschaftlich ausgewertet und
- einem Fachpublikum zugänglich gemacht werden.

Ich bestätige weiterhin, dass ich ausreichend Zeit gehabt habe, den Aufklärungsbogen zu studieren. Alle etwaigen Fragen konnte ich mit dem/der durchführenden Arzt/Ärztin diskutieren.

Ich habe verstanden, dass die Teilnahme an einer solchen Studie absolut freiwillig ist.

Hamburg/Lübeck, den _____

_____ _____

Unterschrift Patient **Unterschrift Arzt**

UNTERSUCHUNGSBOGEN

KLINISCHE NACHUNTERSUCHUNG

NAME, VORNAME (Jeweils nur die ersten beiden Buchstaben):

_____

GEBURTSDATUM:

_____

VERLETZTER ARM: □ RECHTS □ LINKS

HÄNDIGKEIT: □ RECHTSHÄNDER □ LINKSHÄNDER

UNTERSUCHUNGSDATUM: _____

HAUSARZT: _____

INSPEKTION

_____

_____

_____

PALPATION

_____

_____

_____

NEUROLOGIE

_____

_____

_____

FUNKTIONSPRÜFUNG

EXTENSION/FLEXION					
RECHTER ARM			LINKER ARM		

PRONATION/SUPINATION					
RECHTER ARM			LINKER ARM		

STABILITÄTSPRÜFUNG

	MEDIALES KOLLATERALBAND	**LATERALES KOLLATERALBAND**
RECHTER ARM		
LINKER ARM		

KRAFTMESSUNG

RECHTER ARM	
LINKER ARM	

UMFANGMESSUNG

	RECHTER ARM	LINKER ARM
15 CM OBERHALB EPIKONDYLUS		
ELLENBOGEN		
15 CM UNTERHALB EPIKONDYLUS		

SCHMERZSCORE

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

VIII. DANKSAGUNG

Ich danke besonders Herrn PD Dr. med. Arndt-Peter Schulz für die Bereitstellung des Themas sowie für die Hilfe und Unterstützung während der Durchführung und Fertigstellung dieser Arbeit.

Mein Dank gilt auch Herrn Prof. Dr. med. C. Jürgens, Direktor des Berufsgenossenschaftlichen Unfallkrankenhauses Hamburg und der Klinik für Chirurgie des Stütz- und Bewegungsapparates der Universität zu Lübeck, sowie Herrn Prof. Dr. med. A. Paech, Chefarzt der Sektion für Unfallchirurgie der Universität zu Lübeck , für die Möglichkeit, diese Arbeit in beiden Kliniken durchführen zu dürfen.

Ganz herzlich bedanken möchte ich mich bei Herrn Dr. med. Johannes Kiene für seine Unterstützung während der Durchführung der klinischen Nachuntersuchung sowie der anschließenden Datenauswertung. Seine konstruktiven Ratschläge haben wesentlich zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen.

Ein ganz besonderes Dankeschön gilt Frau Sylvia Schlottau, ohne deren kompetente und freundliche Hilfe die Organisation der klinischen Nachuntersuchung nicht möglich gewesen wäre. Vielen Dank für die zahlreichen Tipps und Tricks.

Ich danke allen Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen der Physiotherapeutischen Ambulanz der Universität zu Lübeck, allen voran Frau Helen Frostbrand-Bake für die Bereitstellung der Räume sowie die tatkräftige Unterstützung bei der Durchführung der Kraftmessung.

Ich danke weiterhin allen Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen des Gutachtenzentrums, der Klinik für Radiologie sowie der Abteilung für Physiotherapie des Berufsgenossenschaftlichen Unfallkrankenhauses Hamburg, ganz besonders Herrn Dr. med. V. Grosser und Frau Frauke Nennich.

Ein besonderes Dankeschön gilt auch Herrn Dr. Friedrich Pahlke für die kompetente Hilfe bei allen Fragen rund um die Statistik.

Von ganzem Herzen bedanken möchte ich mich bei meinen Eltern, meiner Schwester und meinem Freund für ihre liebevolle Unterstützung, Hilfe und Motivation. Ohne euch wären diese Arbeit und das gesamte Studium nicht möglich gewesen! Besonders meinem Papa danke ich für die großartige Unterstützung beim Layout. ☺

IX. LEBENSLAUF

PERSÖNLICHE DATEN

NAME:	Jil Wäldchen
GEBURTSDATUM:	05. März 1984
GEBURTSORT:	Frankfurt/Main

PUBLIKATIONEN

Kiene J, Wäldchen J, Paech A, Jürgens C, Schulz AP (2013) Midterm Results of 58 Fractures of the Coronoid Process of the Ulna and their Concomitant Injuries. The Open Orthopedics Journal 7, 86 - 93

Kiene J, Wäldchen J, Schulz AP, Jürgens C, Paech A (2012) Mittelfristige Behandlungsergebnisse von 19 Processus-coronoideus-Frakturen und ihren Begleitverletzungen. Obere Extremität 7, 166 - 173

Kiene J, Wäldchen J, Paech A, Schulz AP, Jürgens C (2012) Mittelfristige Behandlungsergebnisse von 58 Processus coronoideus Frakturen und ihren Begleitverletzungen. Abstract und Vortrag, 19. Jahreskongress der Deutschen Vereinigung für Schulter- und Ellenbogenchirurgie (DVSE), Berlin 2012

Kiene J, Wäldchen J, Renken F, Jürgens C (2011) Mittelfristige Behandlungsergebnisse von 26 Processus coronoideus Frakturen und ihren Begleitverletzungen. Abstract und Vortrag, Deutscher Kongress für Orthopädie und Unfallchirurgie (DKOU), Berlin 2011

Wäldchen J, Schulz AP, Kiene J (2010) Wenn der Ellenbogen bricht. Langzeitergebnisse therapierter Koronoidfrakturen. Postervortrag, 4. Doktorandentag der Universität zu Lübeck, „Uni im Dialog“, Petri-Kirche 2010