

**Klinische und radiologische Langzeitergebnisse
nach winkelstabiler Plattenosteosynthese
von proximalen Humerusfrakturen**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin

der Medizinischen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen



vorgelegt von

Kühle, Luise

2015

Dekan:

Professor Dr. I. B. Autenrieth

1. Berichterstatter:

Privatdozent Dr. C. Bahrs

2. Berichterstatter:

Professor Dr. T. Kluba

Für meine Eltern

Inhaltsverzeichnis

1. EINLEITUNG	1
1.1. Anatomie des proximalen Humerus und der Schulter	3
1.2. Diagnostik der proximalen Humerusfraktur	8
1.3. Frakturklassifikation	10
1.3.1. Neer-Klassifikation	10
1.3.2. AO-Klassifikation	12
1.4. Therapie der proximalen Humerusfraktur	13
1.4.1. Konservative Therapie	13
1.4.2. Operative Therapie.....	14
2. PATIENTEN UND METHODEN	18
2.1. Patientenkollektiv	18
2.2. Implantate/Zugangswege	19
2.3. Nachbehandlung	19
2.4. Nachuntersuchungsverfahren	20
2.5. Beurteilung der Schulterfunktion	22
2.5.1. Constant-Score.....	22
2.5.2. Neer-Score	24
2.5.3. UCLA-Score	25
2.5.4. DASH-Score.....	27
2.5.5. Oxford-Shoulder-Score	29
2.6. Beurteilung der Lebensqualität	30
2.6.1. EuroQol	30
2.6.2. SF-36.....	31
2.7. Sonographie der Schulter	34
2.8. Radiologische Beurteilung.....	34
2.9. Statistische Auswertung	38
3. ERGEBNISSE	40
3.1. Gesamtkollektiv	40
3.1.1. Geschlechterverhältnis	40
3.1.2. Alter der Patienten zum Unfallzeitpunkt	40
3.1.3. Vorerkrankungen	41
3.1.4. Unfallart	41
3.1.5. Frakturklassifikation nach Neer	42
3.1.6. Frakturklassifikation nach AO.....	42
3.1.7. Zusatzverletzungen	43

3.1.8.	Tage zwischen Unfall und Operation	43
3.1.9.	Komplikationen	43
3.1.9.1.	Hämatom.....	44
3.1.9.2.	Infektion	44
3.1.9.3.	Revisionsbedürftige sekundäre Dislokation	44
3.1.9.4.	Implantatversagen	45
3.1.9.5.	Pseudarthrose	45
3.1.9.6.	Schraubenperforation	45
3.1.9.7.	Plattenimpingement	45
3.1.9.8.	Weichteilimpingement.....	45
3.1.9.9.	Humeruskopfnekrose.....	46
3.1.10.	Revisionsoperationen	46
3.1.10.1.	Metallentfernung	46
3.1.11.	Therapiewechsel	47
3.2.	Nachuntersuchungskollektiv	47
3.2.1.	Nachuntersuchungszeitraum.....	48
3.2.2.	Alter der Patienten zum Unfallzeitpunkt	48
3.2.3.	Alter der Patienten zum Nachuntersuchungszeitpunkt	49
3.2.4.	Geschlechterverhältnis	49
3.2.5.	Vorerkrankungen	49
3.2.6.	Unfallart	49
3.2.7.	Frakturklassifikation nach Neer	49
3.2.8.	Frakturklassifikation nach AO.....	50
3.2.9.	Zusatzverletzungen	50
3.2.10.	Tage zwischen Unfall und Operation	51
3.2.11.	Komplikationen	51
3.2.11.1.	Hämatom.....	51
3.2.11.2.	Infektion	52
3.2.11.3.	Revisionsbedürftige sekundäre Dislokation	52
3.2.11.4.	Schraubenperforation	52
3.2.11.5.	Plattenimpingement	52
3.2.11.6.	Weichteilimpingement.....	52
3.2.12.	Revisionsoperationen	52
3.2.12.1.	Metallentfernung	53
3.2.13.	Schulterfunktion.....	54
3.2.13.1.	Constant-Score	54
3.2.13.2.	Neer-Score.....	54
3.2.13.3.	UCLA-Score	55
3.2.13.4.	DASH-Score	56
3.2.13.5.	Oxford-Shoulder-Score.....	56
3.2.14.	Lebensqualität	57
3.2.14.1.	EuroQol	57
3.2.14.2.	SF-36.....	58
3.2.15.	Kraftmessung	59
3.2.16.	Sonographischer Befund	60
3.2.17.	Radiologischer Befund	61
3.2.17.1.	Initiale Reposition	61
3.2.17.2.	Frakturheilung	62
3.2.17.3.	Fehlstellung nach Ausheilung.....	62
3.2.17.4.	Sekundäre Dislokation.....	62
3.2.17.5.	Implantat.....	62
3.2.17.6.	Omarthrose	63
3.2.17.7.	Humeruskopfnekrose.....	63
3.2.17.8.	Osteoporose.....	63
3.2.17.9.	Fragmentation.....	63

3.2.17.10. Humeruskopfwinkel	64
3.2.17.11. Tuberculum-majus-Stand.....	64
3.2.18. Einflussfaktoren auf Schulterfunktion und Lebensqualität	65
3.2.18.1. Univariate Analyse	65
3.2.18.2. Multivariate Analyse	84
3.2.18.3. Relatives Risiko	84
3.2.19. Einfluss der Komplikation Schraubenperforation	85
3.2.20. Einfluss der Anatomie	86
3.3. Vergleich der verschiedenen Positionen der Kraftmessung.....	87
3.4. Vergleich zwischen Constant-Score-Evaluationstechniken.....	87
4. DISKUSSION	88
5. ZUSAMMENFASSUNG	104
6. LITERATURVERZEICHNIS.....	106
7. ANHANG	115
7.1. Exemplarische Fälle.....	115
7.2. Nachuntersuchungsbogen.....	119
8. DANKSAGUNG.....	127
9. LEBENSLAUF	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.

Abkürzungsverzeichnis

A.	Arteria, lat. Arterie
a. p.	Anterior-posterior (Röntgenaufnahmetechnik)
Aa.	Arteriae, lat. Arterien (Mz.)
AO	<u>A</u> rbeitsgemeinschaft für <u>O</u> steosynthesefragen
BWK	Brustwirbelkörper
CS	Constant-Score
CT	Computertomographie
DASH-Score	<u>D</u> isabilities of the <u>A</u> rm, <u>S</u> houlder and <u>H</u> and-Score (Score zur Beurteilung der Funktion der oberen Extremität)
EQ-Index	Index für Lebensqualität (Ergebnis des EuroQol-Fragebogens zur Lebensqualität)
EQ-VAS	Wert für Gesundheitszustand auf einer <u>y</u> isuellen <u>A</u> nalogs <u>k</u> ala (Teil des EuroQol-Fragebogens zur Lebensqualität)
FU	Follow-Up
J.	Jahre
LWK	Lendenwirbelkörper
M.	Musculus, lat. Muskel
Mm.	Musculi, lat. Muskeln (Mz.)
Mon.	Monate
MRT	Magnetresonanztomographie
MW	Mittelwert
N.	Nervus, lat. Nerv
Nn.	Nervi, lat. Nerven (Mz.)
SD	Standardabweichung
SF-36	<u>S</u> hort <u>F</u> orm Survey 36 (Fragebogen zur Beurteilung der Lebensqualität)
UCLA-Score	<u>U</u> niversity of <u>C</u> alifornia at <u>L</u> os <u>A</u> ngeles-Score (Score zur Beurteilung der Funktion der Schulter)

1. Einleitung

Die proximale Humerusfraktur ist nach der distalen Radiusfraktur und den hüftgelenksnahen Femurfrakturen die dritthäufigste Fraktur des Menschen[1]. Sie tritt gehäuft in höherem Alter auf und betrifft in über 70% der Fälle Frauen[2]. Diese Verteilung legt einen Zusammenhang mit der bei Frauen in höherem Lebensalter häufig vorliegenden hormonell bedingten Osteoporose nahe. Aufgrund der osteoporotischen Knochenstruktur reichen bereits geringe Krafteinwirkungen - wie z. B. ein Sturz aus dem Stand (sog. Niedrigrasanztrauma) - aus, um den proximalen Humerus frakturieren zu lassen. Bei jüngeren Patienten sind hingegen Stürze aus großer Höhe, Sport- oder Verkehrsunfälle (sog. Hochrasanztraumata) häufige Ursache für die proximale Humerusfraktur[3].

Palvanen et al.[4] beobachteten eine Verdreifachung der Inzidenz Osteoporose-assoziiierter Frakturen des proximalen Humerus in der finnischen Bevölkerung in den letzten drei Jahrzehnten und gehen von einer Fortsetzung dieses Trends aus. Die demografische Entwicklung mit einer zunehmenden Überalterung der Gesellschaft, wie sie auch in Deutschland zu beobachten ist, wird diesen Trend noch verstärken[5].

Aber nicht nur die Häufigkeit, sondern auch die Schwere der Frakturen nimmt mit dem Alter zu [2, 6]. Während die Mehrzahl der proximalen Humerusfrakturen nicht oder nur gering disloziert ist und erfolgreich konservativ behandelt werden kann[7], gibt es für dislozierte proximale Humerusfrakturen bis heute keinen Konsens über die optimale Therapie[8, 9]. Das therapeutische Spektrum reicht von konservativen Verfahren mit ruhigstellenden Verbänden über kopferhaltende operative Verfahren wie die minimal-invasive Spickdraht-, Schrauben- oder Zuggurtungsosteosynthese, Platten- oder Marknagelosteosynthese bis hin zum prothetischen Gelenkersatz. Mills und Horne[10] bezeichneten die dislozierte proximale Humerusfraktur sogar als die „ungelöste Fraktur“.

Die Wiederherstellung der Schulterfunktion durch eine optimale Therapie ist dabei entscheidend für den Erhalt der Selbstständigkeit der überwiegend

älteren Patienten. Einsiedel et al.[11] beobachteten 2006 in einer prospektiven Studie zum Outcome über 65-Jähriger nach Frakturen der oberen Extremität, dass 17% der Patienten nach proximaler Humerusfraktur ihren eigenen Haushalt aufgeben mussten. Des Weiteren fanden sie eine signifikante Verschlechterung der Gehfähigkeit bedingt durch eingeschränkten Gebrauch von Gehhilfen sowie eine hohe Sturzangst und Häufung von erneuten Stürzen.

Mit der Einführung winkelstabiler Implantate zu Beginn des 21. Jahrhunderts gab es große Fortschritte in der Therapie der dislozierten proximalen Humerusfraktur. Das Hauptproblem der konventionellen Plattenosteosynthese, die mangelnde Verankerung im osteoporotischen Knochen und damit häufig verbundene Implantatlockerung und sekundäre Dislokation, wird durch die winkelstabile Verbindung von Platte und Schrauben mittels Gewinden in Plattenlöchern und an Schraubenköpfen behoben[7]. Zahlreiche biomechanische Studien haben die Überlegenheit der winkelstabilen über die konventionelle Plattenosteosynthese belegt[12-18]. Walsh et al.[17] zeigten, dass eine Varusdislokation der simulierten Collum-chirurgicum-Fraktur vermieden werden konnte, wenn die winkelstabile LCP-Platte anstatt der konventionellen Kleeblattplatte verwendet wurde. Siffri et al.[16] und Weinstein et al.[18] verglichen das Verhalten von LCP-Platte und Winkelplatten nach Osteosynthese von 2- bzw. 3-Teile-Frakturen und fanden signifikant weniger Lockerung unter Torsion bei den mit der LCP-Platte stabilisierten Humeri, während die Winkelplatten regelrecht durch den Humeruskopf „schnitten“.

Die winkelstabile Platte wurde von Kralinger et al.[19] als „semi-rigides“ Implantat bezeichnet, das den Vorteil bietet, dass es geringe Bewegungen zwischen den Fragmenten zulässt und dadurch die Kräfte, die auf die Knochen-Metall-Grenzfläche wirken, reduziert und eine Implantatlockerung verhindert. Lill et al.[20] untersuchten die winkelstabile LCP-Platte im Vergleich zu vier alternativen Osteosyntheseverfahren und bestätigten, dass die LCP-Platte zwar eine geringe Steifigkeit besitzt, aber dafür die geringste Abnahme in der Belastbarkeit aufwies, was für eine hohe Langzeit-Stabilität spricht. Die Minimierung der Kräfte an der Knochen-Metall-Grenzfläche sind insbesondere im osteo-

porotischen Knochen von zentraler Bedeutung für die Stabilität der Osteosynthese[20].

Auch im Vergleich zur Nagelosteosynthese zeigte die winkelstabile Plattenosteosynthese bessere biomechanische Eigenschaften[21-23]. Die Form der winkelstabilen Platte erlaubt, anders als der Nagel, zunächst elastische Deformation bevor es zu plastischer Deformation kommt[22]. Sanders et al.[23] beschrieben eine rotatorische Instabilität („toggle“) bei mit dem Nagel stabilisierten Frakturen, die es bei der winkelstabilen Platte nicht gibt. Edwards et al.[21] beobachteten signifikant mehr Dislokation unter Varusstress oder Torsion bei Verwendung des PHN-Nagels als bei Verwendung der LCP-Platte.

In der Literatur finden sich bis heute kaum Langzeiterfahrungen mit der winkelstabilen Platte in der Therapie von proximalen Humerusfrakturen[24, 25]. Ziel der vorliegenden Studie ist deshalb die Evaluation der klinischen und radiologischen Ergebnisse von Patienten der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen sechs Jahre und mehr nach winkelstabiler Plattenosteosynthese proximaler Humerusfrakturen mittels standardisierter Scores und der Vergleich der Ergebnisse mit der Literatur. Des Weiteren sollen mögliche Einflussfaktoren auf das funktionelle Endergebnis analysiert werden.

1.1. Anatomie des proximalen Humerus und der Schulter

Die Schulter ist eines der komplexesten anatomischen Gebilde des menschlichen Körpers (Abb. 1). Nur durch das Zusammenspiel von *Articulatio glenohumeralis*, *Articulatio acromioclavicularis*, *Articulatio sternoclavicularis*, subakromialem Nebengelenk und thorakoskopulärer Verschieblichkeit wird der enorme Bewegungsumfang des Arms ermöglicht.

Das eigentliche Schultergelenk, die *Articulatio glenohumeralis*, ist ein Kugelgelenk, das von *Caput humeri* und *Cavitas glenoidalis scapulae* gebildet wird. Die Gelenkfläche des *Caput humeri* ist drei- bis viermal so groß wie die Fläche der *Cavitas glenoidalis*. Die relativ flache Gelenkpfanne wird durch eine knorpelige Gelenkklippe, das *Labrum glenoidale*, vergrößert und vertieft. Zusammen mit der kleinen, seichten Pfanne ermöglicht die weite, schlaaffe Gelenkkapsel die große Beweglichkeit der Schulter. Als Kugelgelenk erlaubt die

Einleitung

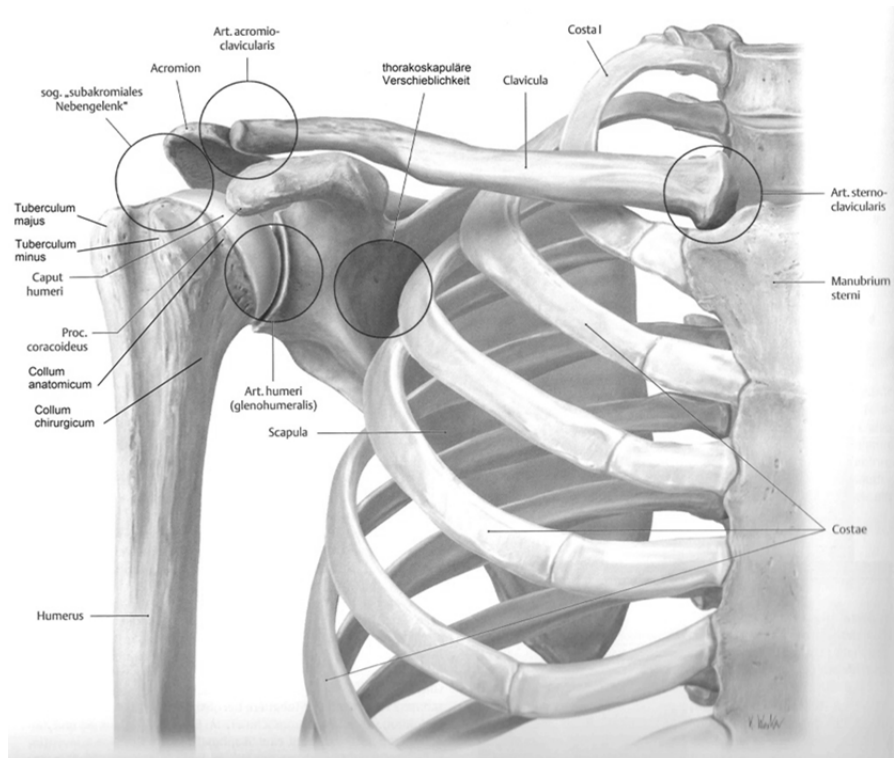


Abb. 1 Fünf Gelenke der Schulter (modifiziert aus [26])

Das subakromiale Nebengelenk besteht aus den zwei Schleimbeuteln Bursa subacromialis und Bursa subdeltoidea, welche ein reibungsloses Gleiten des Humeruskopfes und der Sehnen der Rotatorenmanschette unter das „Schulterdach“ während der Abduktion des Armes ermöglichen.

Die thorakoskapuläre Verschieblichkeit resultiert aus zwei Gleitlagern aus lockerem Bindegewebe, zum Einen zwischen Thoraxwand und M. serratus anterior und zum Anderen zwischen M. serratus anterior und M. subscapularis.

Articulatio glenohumeralis Bewegungen in drei Freiheitsgraden: Ante- und Retroversion um die Transversalachse, Ad- und Abduktion um die Sagittalachse und Innen- und Außenrotation um die Längsachse des *Humerus*. Zum großen Bewegungsumfang in der *Articulatio glenohumeralis* addiert sich die Beweglichkeit der Gelenkpfanne gegenüber dem Thorax, die durch die *Articulationes sterno-* und *acromioclavicularis* sowie die thorakoskapuläre Verschieblichkeit ermöglicht wird (Abb. 2). Die an der Bewegung der Schulter beteiligten Muskeln, deren Funktion und Innervation sind in Tab. 1 dargestellt.

Die fehlende knöcherne Führung sowie die relativ schwachen Bänder machen die große Beweglichkeit der Schulter aus und begünstigen gleichzeitig eine hohe Luxationsanfälligkeit. Die Schulterluxation ist mit einem Anteil von 50% die häufigste Luxation, die beim Menschen auftritt[27]. Am häufigsten luxiert das *Caput humeri* nach vorne unten bei direkter Krafteinwirkung auf den außen

Einleitung

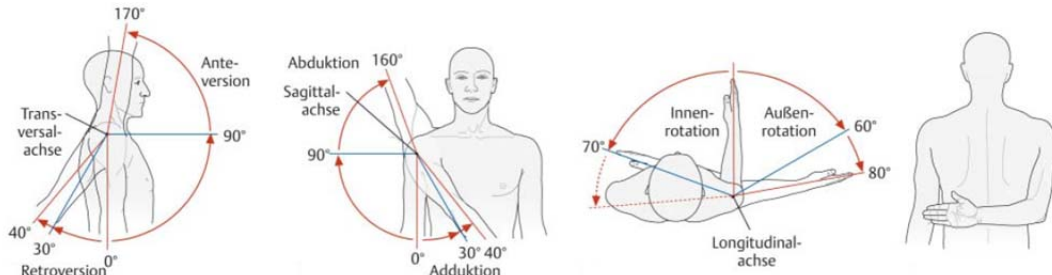


Abb. 2 Beweglichkeit der Schulter nach der Neutral-Null-Methode (aus [28])
Die blauen Linien zeigen die isolierte Beweglichkeit der *Articulatio glenohumeralis*, die roten Linien die Beweglichkeit unter Einbeziehung der *Articulationes sterno- und acromioclavicularis* sowie der thorakoskapulären Verschieblichkeit.
Wird der Arm hinter den Rücken geführt, entspricht dies einer Innenrotation von 100°.

Tab. 1 Muskulatur des Schultergelenks und des Schultergürtels mit Funktion und Innervation[28]

Funktion	Muskel	Innervation
Anteversion	<i>M. deltoideus (Pars clavicularis)</i> <i>M. pectoralis major (Pars clavicularis)</i> <i>M. coracobrachialis</i> <i>M. biceps brachii</i>	<i>N. axillaris</i> <i>Nn. pectorales</i> <i>N. musculocutaneus</i> <i>N. musculocutaneus</i>
Retroversion	<i>M. deltoideus (Pars spinalis)</i> <i>M. triceps brachii (Caput longum)</i> <i>M. latissimus dorsi</i> <i>M. teres major</i>	<i>N. axillaris</i> <i>N. radialis</i> <i>N. thoracodorsalis</i> <i>N. thoracodorsalis</i>
Adduktion	<i>M. pectoralis major</i> <i>M. deltoideus (Pars clavicularis und Pars spinalis wenn Abduktionsstellung <60°)</i> <i>M. teres major</i> <i>M. latissimus dorsi</i> <i>M. triceps brachii (Caput longum)</i> <i>M. coracobrachialis</i> <i>M. teres minor</i>	<i>Nn. pectorales</i> <i>N. axillaris</i> <i>N. thoracodorsalis</i> <i>N. thoracodorsalis</i> <i>N. radialis</i> <i>N. musculocutaneus</i> <i>N. axillaris</i>
Abduktion	<i>M. deltoideus (Pars acromialis; Pars clavicularis und Pars spinalis wenn Abduktionsstellung >60°)</i> <i>M. supraspinatus</i> <i>M. biceps brachii (Caput longum)</i>	<i>N. axillaris</i> <i>N. suprascapularis</i> <i>N. musculocutaneus</i>
Innenrotation	<i>M. deltoideus (Pars clavicularis)</i> <i>M. subscapularis</i> <i>M. latissimus dorsi</i> <i>M. pectoralis major</i> <i>M. biceps brachii</i> <i>M. coracobrachialis</i> <i>M. teres major</i>	<i>N. axillaris</i> <i>Nn. subscapulares</i> <i>N. thoracodorsalis</i> <i>Nn. pectorales</i> <i>N. musculocutaneus</i> <i>N. musculocutaneus</i> <i>N. thoracodorsalis</i>
Außenrotation	<i>M. supraspinatus</i> <i>M. infraspinatus</i> <i>M. teres minor</i> <i>M. deltoideus (Pars spinalis)</i>	<i>N. suprascapularis</i> <i>N. suprascapularis</i> <i>N. axillaris</i> <i>N. axillaris</i>

rotierten, abduzierten Arm wie z. B. beim Wurf im Handballspiel oder beim Abfangen eines Sturzes. Ventral wird die dünne Kapsel durch die *Ligamenta glenohumeralia superius, medium und inferius* verstärkt. Kranial bildet das „Schulterdach“ aus *Akromion, Processus coracoideus* und dem dazwischen ge-

spannten *Ligamentum coracoacromiale* einen wirksamen Luxationsschutz. Auch die intraartikulär verlaufende Sehne des *Caput longum musculi bicipitis brachii* hilft bei der Zentrierung des *Caput humeri*. Zur Stabilisierung des Schultergelenks tragen des Weiteren kräftige Muskeln wie der oberflächlich gelegene *Musculus deltoideus* bei. Größere Bedeutung kommt der „Rotatorenmanschette“ aus den *Mm. supraspinatus, infraspinatus, teres minor* und *subscapularis* zu, die den Humeruskopf ventral, kranial und dorsal umschließen und auch als Kapselspanner dienen.

Eben diese Muskeln sind es auch, die bei einer Fraktur des proximalen Humerus die Dislokationsrichtung der vier Hauptfragmente nach Codman bestimmen: der Kopfkalotte, des *Tuberculum majus*, des *Tuberculum minus* und des Humerusschafts (Abb. 3). Das *Collum anatomicum*, eine nach medial abfallende, ringförmige Einschnürung zwischen Knorpeloberfläche und *Tubercula*, grenzt das Kalottenfragment ab. Davon zu unterscheiden ist das *Collum chirurgicum*, eine waagrecht zum Humerusschaft verlaufende Linie unterhalb der *Tubercula*, die so benannt wurde, weil sie als Prädilektionsstelle für Frakturen gilt.

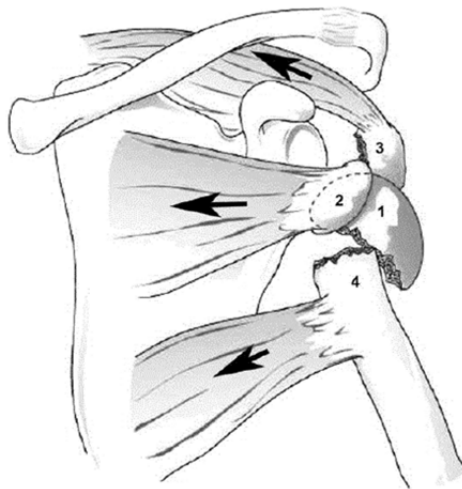


Abb. 3 Vier Hauptfragmente der proximalen Humerusfraktur nach Codman und ihre Dislokation durch Muskelzug (aus [3])
1) Kopfkalotte **2)** *Tuberculum minus* (wird vom *M. subscapularis* nach medial gezogen)
3) *Tuberculum majus* (wird von den *Mm. supraspinatus, infraspinatus* und *teres minor* nach kranial-dorsal gezogen) **4)** Humerusschaft (wird vom *M. pectoralis major* nach medial-kaudal gezogen)

Im Falle einer Fraktur spielt die Blutversorgung des Knochens eine wesentliche Rolle bei der Knochenheilung. Diese erfolgt im Bereich des Humeruskopfes

über die *Aa. circumflexae humeri anterior* und *posterior*, die einen Gefäßkranz um das *Collum chirurgicum* bilden (Abb. 4). Beide Arterien entspringen aus der *A. axillaris*. Die *A. circumflexa humeri anterior* zieht ventral horizontal zum *Collum chirurgicum* und gibt einen *Ramus ascendens* ab, der im *Sulcus intertubercularis* nach proximal verläuft und im Bereich des *Tuberculum majus* das Periost penetriert. Aufgrund seines bogenförmigen Verlaufs im Humeruskopf wird er als *A. arcuata* bezeichnet und versorgt zwei Drittel des Humeruskopfes[29]. Die *A. circumflexa humeri posterior* zieht zusammen mit dem *N. axillaris* durch die sog. laterale Achsellücke (zwischen *M. teres minor* kranial, *M. teres major* kaudal, *Caput longum musculi tricipitis brachii* medial und Humerusschaft lateral) nach dorsal und gibt medial zahlreiche kleine Äste ab, die an der Knorpel-Knochen-Grenze das Periost penetrieren.

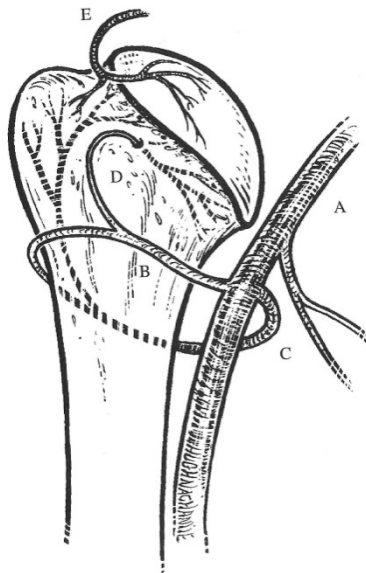


Abb. 4 Blutversorgung des proximalen Humerus (aus [31])
A) *A. axillaris* **B)** *A. circumflexa humeri anterior* und **C)** *posterior* **D)** *A. arcuata*
E) GefäÙe aus der Rotatorenmanschette

Die Bedeutung der *A. circumflexa humeri posterior* für die Durchblutung des Humeruskopfes ist nicht abschließend geklärt. Allein durch die Verletzung der *A. circumflexa humeri anterior* und ihrer Äste kann nicht jeder Fall von Humeruskopfnekrose nach proximaler Humerusfraktur bzw. das Ausbleiben einer Nekrose erklärt werden[30]. Duparc et al.[30] zeigten, dass der subchondrale Knochen des Humeruskopfes hauptsächlich von der *A. circumflexa humeri posterior* versorgt wird. Andere Autoren schrieben sogar, dass die *A.*

circumflexa humeri posterior und nicht *anterior* mit 64% die hauptversorgende Arterie sei[32]. Meyer et al.[33] schlussfolgerten, dass die Kalottendurchblutung im Fall der Unterbrechung der *A. arcuata* durch die Gefäße im postero-medialen Periost aufrechterhalten werden kann.

Aufgrund seiner Topographie ist im Falle einer proximalen Humerusfraktur hauptsächlich der *N. axillaris* von Bedeutung. Er verläuft zusammen mit der *A. circumflexa humeri posterior* durch die laterale Achsellücke und ist einerseits durch den Frakturverlauf, aber auch intraoperativ durch Freilegung der Fraktur und Implantation einer Platte am lateralen *Humerus* gefährdet. Durch die Innervation der *Mm. deltoideus* und *teres minor* ist er wesentlich an der Abduktion des Armes beteiligt. Sensibel versorgt er die Haut über dem *M. deltoideus*. Bei langen Ausläufern in den Humerusschaft kann außerdem der *N. radialis* geschädigt werden, der die Handgelenksstrecker und die Haut am radial-dorsal-seitigen Ober- und Unterarm innerviert.

1.2. Diagnostik der proximalen Humerusfraktur

Die Diagnose einer proximalen Humerusfraktur erfolgt anhand der klinischen Untersuchung und der konventionellen Röntgendiagnostik. Als unsichere Zeichen für eine Fraktur nach einem Sturz auf die Schulter oder den ausgestreckten Arm gelten Schmerz, Schwellung, Hämatom und eingeschränkte Funktionsfähigkeit. Sichere Frakturzeichen sind eine sichtbare Fehlstellung, abnorme Beweglichkeit, Krepitationen oder bei offenen Frakturen sichtbare Knochenenden. Unverzichtbar ist bei der klinischen Untersuchung eine Überprüfung der peripheren Durchblutung, Motorik und Sensibilität, um Begleitverletzungen von Gefäßen und Nerven nicht zu übersehen. Besonderes Augenmerk gilt hier dem *N. axillaris*, der für die aktive Abduktion und die Sensibilität im Bereich der Schulter unerlässlich ist. Bei Verdacht auf eine Fraktur ist die Anfertigung von Röntgenaufnahmen in mindestens zwei Ebenen erforderlich. Im klinischen Alltag werden meist anterior-posteriore (a. p.) und axiale oder seitliche Aufnahmen (sog. Skapula-Y-Aufnahme) angefertigt. Die axiale Röntgenaufnahme ist die einzige, auf der das Tuberculum minus ausreichend beurteilt werden kann. Bei einer frischen Verletzung ist sie allerdings aufgrund

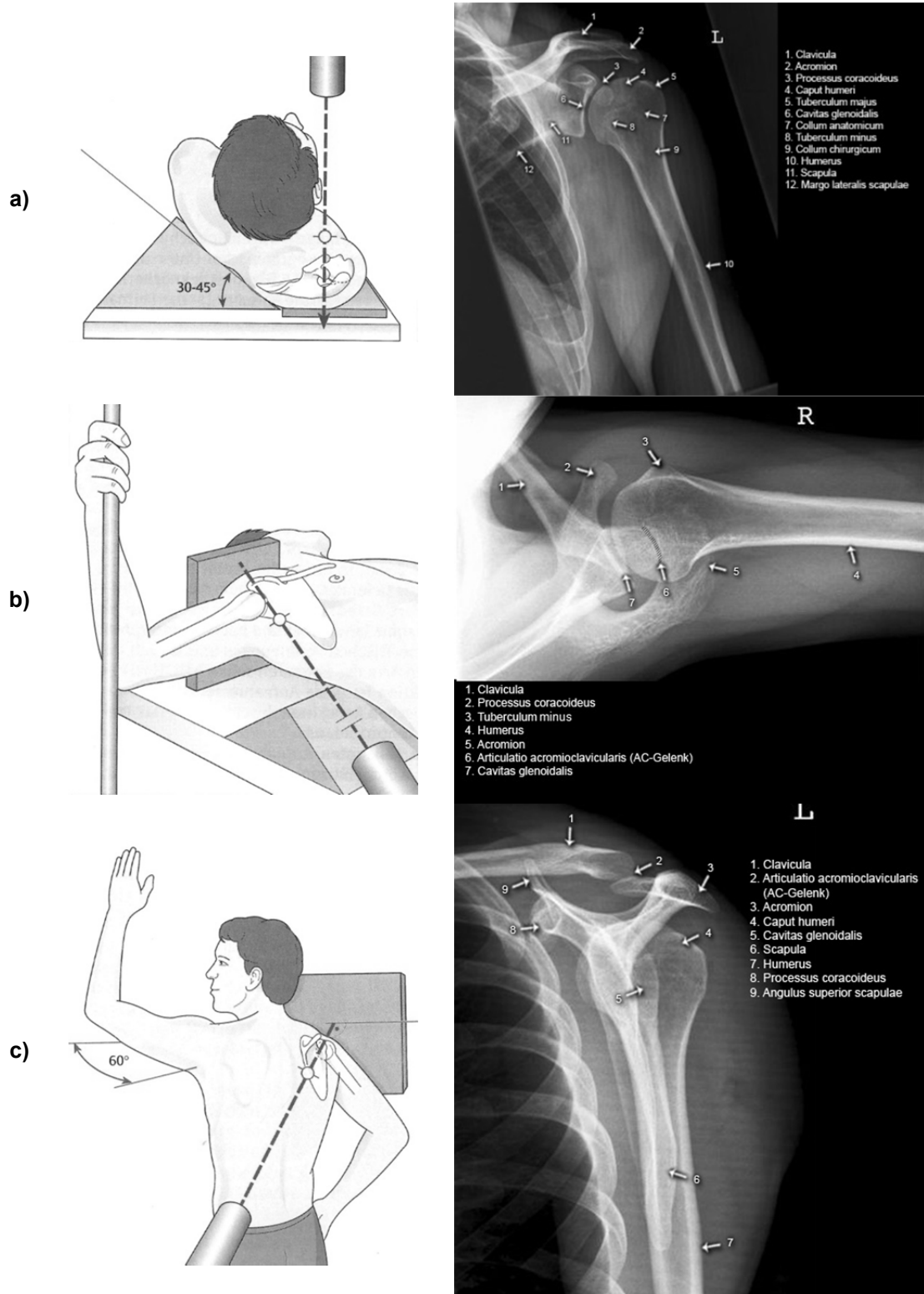


Abb. 5 Traumaserie: a. p. (a), axial (b) und seitlich (c) [27, 34]

der schmerzhaften Bewegungseinschränkung häufig nur schwer durchführbar. Bei komplexen Frakturen bedarf es einer Computertomographie (CT), um die beteiligten Fragmente genau zu erfassen sowie die operative Versorgung exakt

planen zu können. Die Sonographie und Magnetresonanztomographie (MRT) ermöglichen eine Darstellung der umliegenden Weichteile, insbesondere der für die Schulterfunktion wichtigen Rotatorenmanschette, sind aber in der Akutversorgung von untergeordneter Bedeutung.

1.3. Frakturklassifikation

Eine Frakturklassifikation soll Auskunft über die Anzahl der Fragmente, ihren Dislokationsgrad und den Frakturverlauf geben, um so eine Grundlage für die Therapieplanung und eine Abschätzung der Prognose zu ermöglichen[35]. Die heute am häufigsten verwendeten Klassifikationen bei proximalen Humerusfrakturen sind die Neer- und die AO-Klassifikation.

1.3.1. Neer-Klassifikation

Die Frakturklassifikation nach Neer orientiert sich an der Einteilung in die vier Hauptfragmente Kopfkalotte, Tuberculum majus, Tuberculum minus und Humerusschaft nach Codman[36].

Alle Frakturen mit einer Abkipfung von weniger als 45 Grad und weniger als einem Zentimeter Seitverschiebung werden von Neer als minimal disloziert bezeichnet und unabhängig von der Anzahl der Fragmente und dem Frakturverlauf in der Gruppe I zusammengefasst[37]. Diese Frakturen werden normalerweise durch den vorhandenen Weichteilmantel oder eine Impaktion der Fragmente ausreichend stabilisiert. Dislozierte Frakturen werden in Abhängigkeit vom verschobenen Hauptfragment in die Gruppen II bis V eingeteilt. Des Weiteren werden nach Anzahl der Fragmente 2-, 3- und 4-Teilefrakturen unterschieden. Bei den Luxationsfrakturen (Gruppe VI) sind anteriore (VI.1) von posterioren (VI.2) Luxationen zu trennen. Impressionsfrakturen sowie Splitterbrüche der Humeruskopfkalotte werden in der Neer-Klassifikation separat aufgeführt (Gruppe VII).

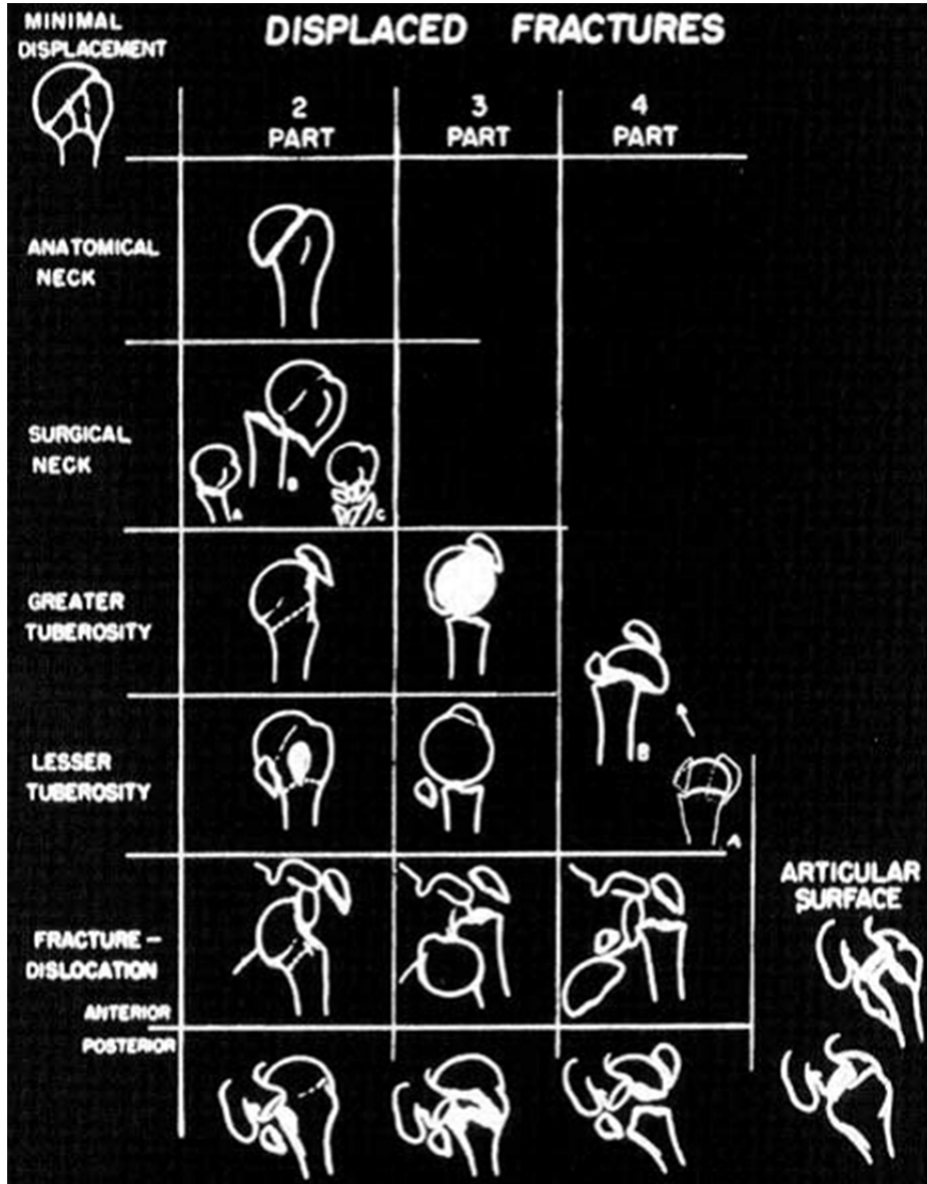


Abb. 6 Klassifikation proximaler Humerusfrakturen nach Neer([36])

Bei der 2-Teile-Fraktur des Collum chirurgicum werden drei Typen unterschieden: impaktiert (A), nicht impaktiert (B) und zertrümmert (C).

Bei den 4-Teile-Frakturen wird zwischen einer valgus-impaktierten 4-Teile-Fraktur (A), die weniger disloziert ist und als Vorläufer der lateral dislozierten 4-Teile-Fraktur (B) gilt, bei der der Kopf nach lateral disloziert und dadurch vollständig getrennt ist von den Tuberkula und seiner Blutversorgung.




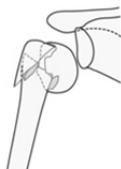



Tab. 2 Frakturgruppen nach Neer

I	Alle Frakturen mit minimaler Dislokation (<45 ° und <1 cm)
II	2-Teile-Frakturen mit Dislokation der Kopfkalotte (Collum-anatomicum-Frakturen)
III	2-Teile-Frakturen mit Dislokation des Humerusschafts (Collum-chirurgicum-Frakturen)
IV	2-, 3- und 4-Teile-Frakturen mit Dislokation des Tuberculum-majus
V	2-, 3- und 4-Teile-Frakturen mit Dislokation des Tuberculum-minus
VI	2-, 3- und 4-Teile-Frakturen mit anteriorer oder posteriorer Luxation der Kopfkalotte

1.3.2. AO-Klassifikation

Die Frakturklassifikation der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen (AO) richtet sich nach einem für alle Frakturen der langen Röhrenknochen einheitlichen Schema. Der alphanumerische Code beginnt mit zwei Ziffern für die Lokalisation der Fraktur. Jedem Knochen ist eine Zahl zugeordnet (Humerus = 1, Radius/Ulna = 2, Femur = 3, Tibia/Fibula = 4). Von proximal nach distal werden alle Röhrenknochen in drei Segmente unterteilt (proximal = 1, diaphysär = 2, distal = 3). Damit erhält die proximale Humerusfraktur die Ziffern 11. Es folgt die Einteilung in die Frakturtypen A, B oder C nach aufsteigendem Schweregrad. Typ A umfasst alle unifokalen extraartikulären Frakturen, Typ B bifokale extraartikuläre Frakturen und Typ C intraartikuläre Frakturen. Jeder Frakturtyp wird in drei Gruppen eingeteilt: A1, A2, A3, B1, B2, B3, C1, C2 und C3. Mit der weiteren Unterteilung in drei Subgruppen mit den Endungen .1, .2 oder .3 nach aufsteigendem Schweregrad ergeben sich insgesamt 27 mögliche Frakturen.

Tab. 3 Frakturtypen und –gruppen der AO-Klassifikation[38]

A extraartikulär unifokal	1		2		3	
		tuberkulär		metaphysär impaktiert		metaphysär nicht impaktiert
	B extraartikulär bifokal	1		2		3
		metaphysär impaktiert		metaphysär nicht impaktiert		kombiniert mit Luxation
C intraartikulär bifokal		1		2		3
		gering disloziert		disloziert und impaktiert		stark disloziert (luxiert)

1.4. Therapie der proximalen Humerusfraktur

1.4.1. Konservative Therapie

Die Therapie der proximalen Humerusfraktur war lange Zeit konservativen Maßnahmen vorbehalten. Auch heute ist die konservative Therapie für die 15–85% [2, 37, 39–42] der proximalen Humerusfrakturen, die nicht oder nur gering disloziert sind, die Methode der Wahl. Die konservative Therapie beinhaltet eine kurzzeitige Ruhigstellung der Fraktur von wenigen Tagen, ggf. nach geschlossener Reposition. Im klinischen Alltag wird dies mithilfe eines Desault- oder Gilchrist-Verbandes erreicht (Abb. 7). Dabei wird der Arm in Adduktions- und Innenrotationsstellung mit rechtwinklig gebeugtem Ellenbogen am Körper fixiert. In dieser Stellung wird der M. pectoralis major entspannt und einer sekundären Dislokation des Humerusschafts vorgebeugt. Der Gilchrist-Verband bietet dem Patienten einen höheren Tragekomfort und erleichtert ihm die Körperhygiene. Dagegen hat der Desault-Verband den Vorteil, dass die Stellung der Fragmente durch unterschiedlichen Zug der Verbandstouren beeinflusst werden kann.

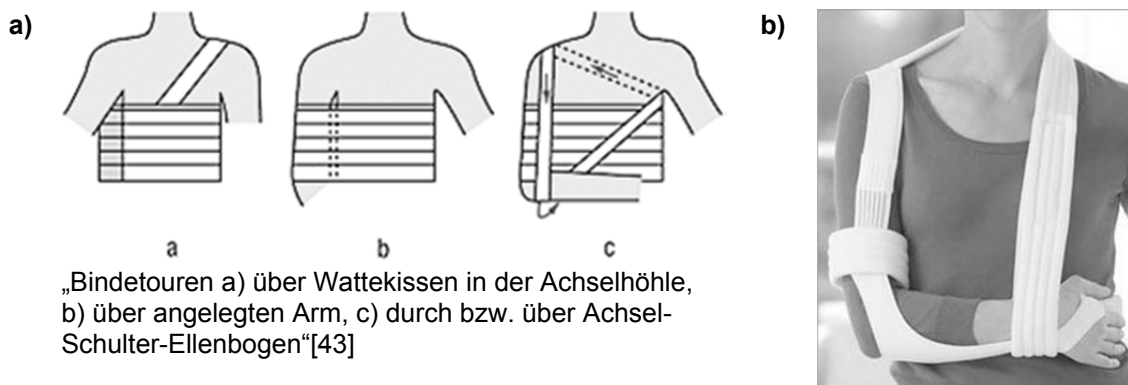


Abb. 7 Desault- (a) und Gilchrist-Verband (b) (aus [43, 44])

Um einer Einsteifung des Schultergelenks vorzubeugen, muss die Ruhigstellung so kurz wie möglich gehalten werden. Abhängig von Stabilität der Fraktur und Schmerzintensität kann nach wenigen Tagen mit einer funktionellen Nachbehandlung begonnen werden. Am Anfang stehen hier in der Regel Pendelübungen und anschließend passive, später aktive Bewegungsübungen bis 90°. Engmaschige Röntgenkontrollen sind essenziell, um eine sekundäre Dislokation und eventuell notwendige operative Frakturstabilisierung frühzeitig zu erkennen.

1.4.2. Operative Therapie

Die Techniken der operativen Frakturstabilisierung entwickelten sich ab dem 19. Jahrhundert nahezu parallel. Minimal-invasive Osteosyntheseverfahren wie Plattenosteosynthese erlebten im Widerstreit zwischen Weichteilschonung und Stabilität immer wieder ihre Hochphasen, auch in der Therapie der proximalen Humerusfraktur. Wurde eine relevante Dislokation von Neer noch als mehr als 45 Grad Abkipfung bzw. mehr als ein Zentimeter Seitverschiebung definiert[37], werden die Dislokationskriterien für die Indikation zur operativen Therapie heute zunehmend enger gesteckt[8, 45, 46].

Minimal-invasive Osteosynthese

Zu den minimal-invasiven Osteosyntheseverfahren gehören die Spickdraht-, die Zuggurtungs- und die Schraubenosteosynthese.

Bei der Spickdrahtosteosynthese werden sog. Kirschner-Drähte (nach ihrem Erfinder, dem deutschen Chirurgen Dr. Martin Kirschner (1879-1942)) von lateral-distal nach medial-proximal über den Frakturspalt in den Humeruskopf gebohrt. Bei zusätzlicher Tuberculum-majus-Abrissfraktur kann ein weiterer Draht von kranial eingebracht werden. Dieses Verfahren kann sowohl offen als auch geschlossen unter Durchleuchtung durchgeführt werden. Anschließend ist eine Ruhigstellung notwendig, da die Osteosynthese nicht bewegungsstabil ist. Die Drähte werden nach etwa vier bis sechs Wochen entfernt. Entscheidender Vorteil ist die geringe Invasivität des Verfahrens. Nachteil ist die Kombination der Risiken eines operativen Eingriffs wie Infektion und Narkoserisiko mit den Folgen einer längeren Ruhigstellung wie Muskelatrophie und Einsteifung von Gelenken. Spezifische Komplikationen der Spickdrahtosteosynthese sind das Wandern oder der Bruch der Drähte und ein möglicher Repositionsverlust.

Die Zuggurtungs- und die Schraubenosteosynthese bieten sich insbesondere bei isolierten Tuberculum-majus-Abrissfrakturen an. Mittels einer oder zweier Schrauben wird das Tuberculum-majus-Fragment gefasst und stabil fixiert. Indem eine Teilgewindeschraube gewählt wird, die nur im schraubenkopffernen Fragment greift, wird interfragmentäre Kompression erzeugt. Bei der Zuggurtungsosteosynthese können die dislozierenden Kräfte der am Humeruskopf ansetzenden Muskeln neutralisiert werden. Hierbei wird ein Draht proximal

unter dem Ansatz der Sehne des M. supraspinatus und distal durch ein Bohrloch in Höhe des Collum chirurgicum transossär geführt und eine Drahtschlinge gebildet. Alternativ kann die distale Befestigung auch durch eine Schraube erfolgen. Bei Bewegung wird der Muskelzug in dynamische Kompression umgewandelt, die den Frakturspalt komprimiert. Sowohl Zuggurtungs- als auch Schraubenosteosynthese sind übungsstabil. Die Schrauben bzw. Drahtschlingen müssen nur bei Beschwerden entfernt werden.

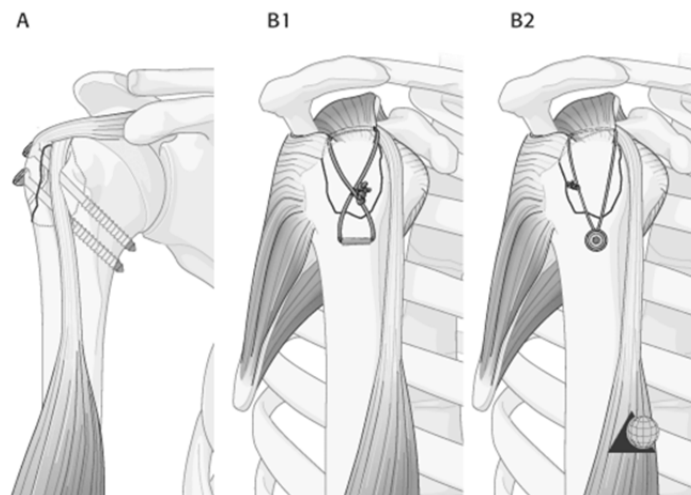


Abb. 8 Schrauben- (A) und Zuggurtungsosteosynthese (B1 und B2) einer A1.2-Fraktur nach AO[47]

Plattenosteosynthese

Während die minimal-invasiven Osteosyntheseverfahren die umliegenden Weichteile und damit auch die Gefäßversorgung des proximalen Humerus schonen, bietet die Plattenosteosynthese eine höhere Stabilität[48]. Die Platte wird lateral des Sulcus intertubercularis und unterhalb des Tuberculum majus implantiert und dient als extramedulläre Schiene für die Knochenfragmente. Eine spezifische Komplikation der Plattenosteosynthese ist das implantatbedingte Impingement durch inkorrekte, insbesondere zu kraniale, Plattenlage. Im Laufe der Jahre wurde eine Vielzahl verschiedener Platten zur osteosynthetischen Versorgung des proximalen Humerus entwickelt. Seit Beginn des 21. Jahrhunderts werden die konventionellen Platten zunehmend durch winkelstabile Implantate ersetzt. Neben der geringeren Schraubenlockerungsrate durch die Gewindeverbindung zwischen Schraubenkopf und Plattenloch bieten die winkelstabilen Platten den Vorteil einer geringeren Kompromittierung der

periostalen Durchblutung durch eine geringere Auflagefläche und fehlende Kompression des Periosts. Um den Weichteilschaden zu minimieren, wurden in den letzten Jahren auch für die Plattenosteosynthese minimal-invasive Zugänge erprobt. Dabei wird die Platte durch eine kurze Inzision von kranial „eingeschoben“, unter Palpation des N. axillaris oder nach vorheriger Darstellung desselben.

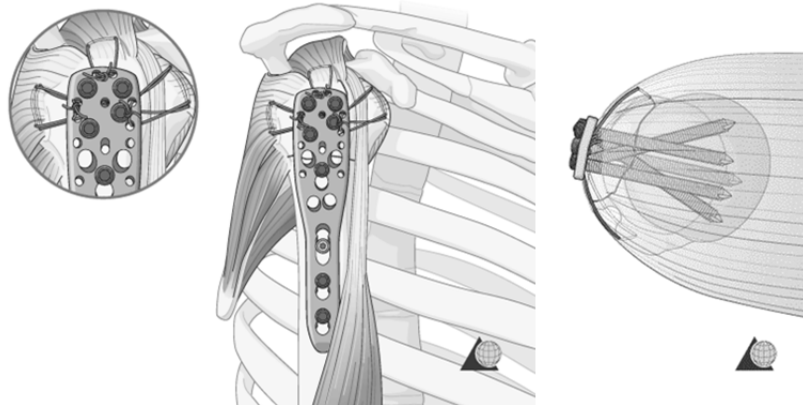


Abb. 9 Plattenosteosynthese einer B1.1-Fraktur nach AO mit zusätzlichen Nähten der Rotatorenmanschettenansätze[47]

Intramedulläre Nagelosteosynthese

Die intramedulläre Nagelosteosynthese wurde erst zu Beginn des 20. Jahrhunderts durch den deutschen Chirurgen Gerhard Küntscher (1900-1972) entwickelt. Der Nagel dient als intramedulläre Schiene für die Fragmente. Vorteil des Verfahrens ist die geringe Invasivität. Nachteile sind hingegen eine geringe Rotationsstabilität und die Kompromittierung der Sehne des M. supraspinatus bei Implantation sowie der Durchblutung des Knochens vom Markraum aus. Eine spezifische Komplikation der Nagelosteosynthese kann - wie bei der Plattenosteosynthese - ein implantatbedingtes Impingement durch Übertreten des Kalottenniveaus durch den Nagel sein.

Frakturprothetik

Der Humerusköpfersatz war lange Zeit der letzte Ausweg wenn andere Verfahren versagt hatten oder aufgrund nicht rekonstruierbarer Frakturtypen nicht zum Einsatz kamen. In den 1950er Jahren entwickelte der amerikanische Chirurg Charles S. Neer (1917-2011) - der auch einer der am häufigsten ver

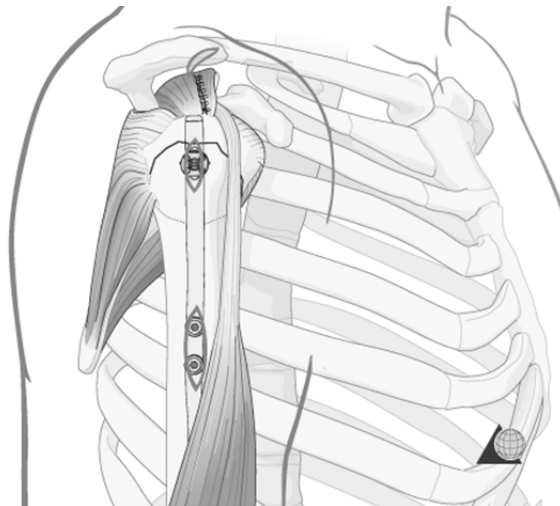


Abb. 10 Intramedulläre Nagelosteosynthese einer B1.1-Fraktur nach AO[47]

wendeten Frakturklassifikationen für den proximalen Humerus seinen Namen gab - eine Hemiprothese zur Versorgung proximaler Humerusfrakturen, welche als erste Schulterprothese dauerhaft eingesetzt wurde. Mit der Implantation einer Schulterprothese kann häufig eine hohe Patientenzufriedenheit durch Schmerzfreiheit bei ausreichender Funktion erzielt werden. Der Bewegungsumfang ist im Vergleich zu kopferhaltenden Verfahren jedoch häufig eingeschränkt[49]. Eine spezifische Komplikation der Schulterprothese ist die Dislokation, Pseudarthrose oder Resorption der Tuberkula, die mit einer Rotatorenmanschettdysfunktion einhergehen. In den letzten Jahren etabliert sich daher zunehmend auch die inverse Prothese als Alternative für den alten Patienten mit nicht rekonstruierbarer proximaler Humerusfraktur und vorbestehendem degenerativem Rotatorenmanschettschaden[3, 46].

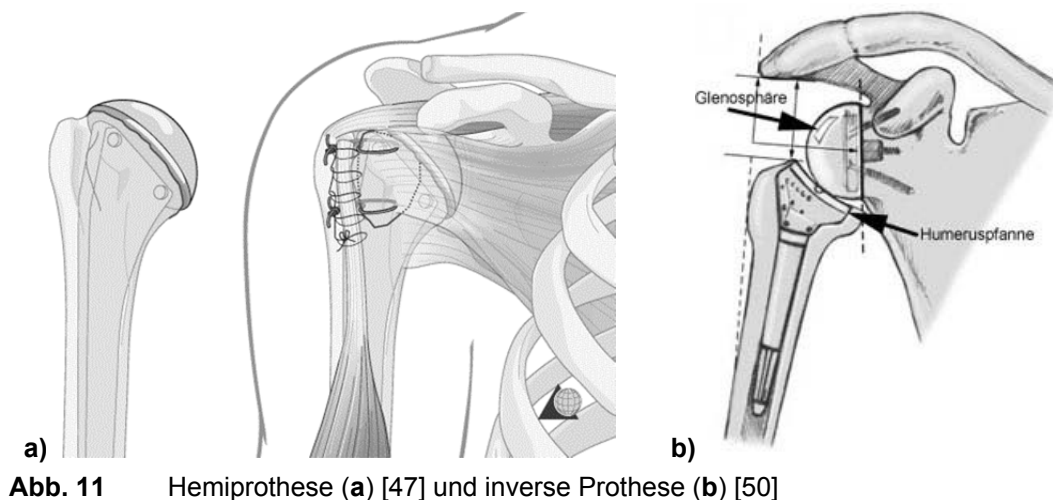


Abb. 11 Hemiprothese (a) [47] und inverse Prothese (b) [50]

2. Patienten und Methoden

2.1. Patientenkollektiv

In die Studie eingeschlossen wurden alle 191 Patienten mit ausgewachsenem Knochenskelett, die sich im Zeitraum zwischen Januar 2001 und Dezember 2005 eine proximale Humerusfraktur zugezogen haben und innerhalb von drei Wochen nach dem Unfall in der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen mit einer winkelstabilen Plattenosteosynthese versorgt wurden. Davon konnten 77 Patienten (40,3%) in der Klinik nachuntersucht werden. 43 Patienten (22,5%) waren zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung verstorben, 16 Patienten (8,4%) waren weder telefonisch noch über den postalischen Weg erreichbar und konnten auch nicht mit Hilfe ihres Hausarztes oder des Einwohnermeldeamts ausfindig gemacht werden (lost to follow-up). 15 Patienten (7,9%) kamen für eine Nachuntersuchung aufgrund von Verfahrenswechseln (n = 6, davon fünf auf Endoprothese und einer auf Proximalen Humerusnagel), Refrakturen (n = 4, davon zwei Humerusschaftfrakturen, eine isolierte Tuberculum-majus-Fraktur und eine Claviculafraktur), einem vorbestehenden Nervenschaden (Plexus-brachialis-Läsion) oder schwerer Demenz (n = 4) nicht in Frage (drop-out). 40 Patienten (20,9%) haben die Teilnahme an der Nachuntersuchung verweigert oder wollten aufgrund vom Unfall unabhängiger schwerer körperlicher Erkrankungen oder einem zu langen Anfahrtsweg zur Klinik nicht an der Nachuntersuchung teilnehmen. Insgesamt konnten damit die Ergebnisse von 65,8% der lebenden und nachuntersuchbaren Patienten evaluiert werden.

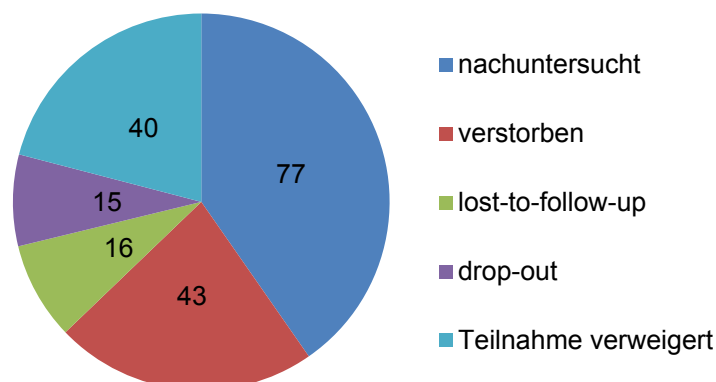


Abb. 12 Patientenkollektiv und Gründe für fehlende Nachuntersuchung

2.2. Implantate/Zugangswege

Bei den eingeschlossenen Patienten fanden drei verschiedene winkelstabile Platten ihre Anwendung: (1) die PHILOS® (Proximal Humerus Internal Locking System)-Platte der Firma Synthes (Synthes GmbH, Oberdorf, Schweiz) (n = 125), (2) die NCB® (Non-Contact Bridging)-PH-Platte der Firma Zimmer (Zimmer Germany GmbH, Freiburg, Deutschland) (n = 37) und (3) die winkelstabile 4,5 mm T-Platte der Firma Stratec (Stratec Medical, Oberdorf, Schweiz) (n = 29).

Die Platten wurden über drei verschiedene Zugänge implantiert: den klassischen deltoideo-pektoralen, den antero-lateralen oder den lateralen Delta-split-Zugang.

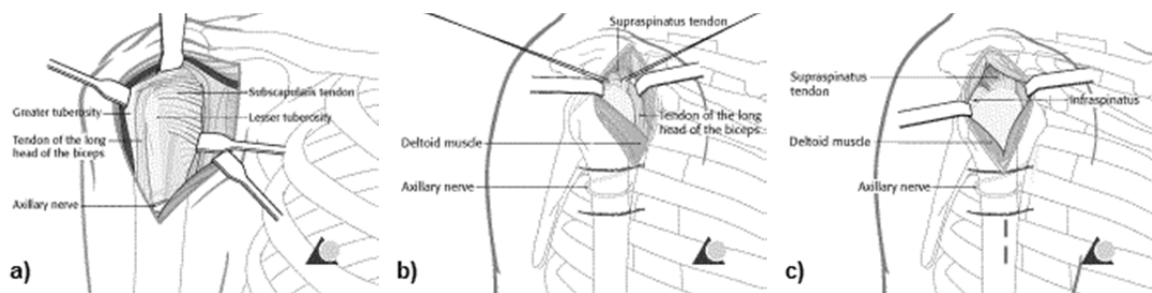


Abb. 13 Operative Zugänge zum proximalen Humerus[47]:

- a) (anterior) deltoideo-pektoral (zwischen den Mm. deltoideus und pectoralis major)
- b) anterolateral (akromial) (zwischen Pars clavicularis und Pars acromialis des M. deltoideus)
- c) lateral (durch die Pars acromialis des M. deltoideus)

2.3. Nachbehandlung

Die Nachbehandlung erfolgte in der Regel standardisiert nach einem festgelegten Plan, vorausgesetzt die Osteosynthese wurde vom Operateur als übungsstabil eingestuft. Zur Schmerzreduktion wurde der operierte Arm postoperativ im Gilchrist-Verband ruhig gestellt oder auf Kissen gelagert. Ab dem ersten postoperativen Tag begann die funktionelle Nachbehandlung mit hubarmen Bewegungsübungen bis zu 30° Flexion und Abduktion bei Vermeidung der Außenrotation unter Führung und Anleitung eines geschulten Physiotherapeuten. Des Weiteren kamen abschwellende Maßnahmen zum Einsatz, wie Wärme- oder Kälteanwendungen, Massage oder Lymphdrainage. Ab dem siebten postoperativen Tag durfte der Patient den operierten Arm aktiv-assistiv bis etwa 90° flektieren und abduzieren sowie retrovertieren. Eine Röntgenkontrolle wurde am zweiten postoperativen Tag und eventuell erneut nach dem

siebten postoperativen Tag angestrebt, um eine sekundäre Dislokation auszuschließen. Der Patient erhielt bei Entlassung ein Rezept über krankengymnastische Übungen mit Eisbehandlung. Ab der fünften postoperativen Woche konnte - nach Ausschluss einer sekundären Dislokation der Fraktur in der Röntgenkontrolle - die volle Belastung und Bewegung im Schultergelenk wieder freigegeben werden.

2.4. Nachuntersuchungsverfahren

Jeder Patient wurde schriftlich zur Nachuntersuchung eingeladen. Anschließend wurde mit den Patienten, die zur Teilnahme an der Nachuntersuchung bereit waren, telefonisch ein individueller Termin vereinbart.

Aus den Patientenakten der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen wurden alle relevanten Daten zum Unfall, zur Diagnostik und Therapie sowie zu Komorbiditäten entnommen und auf einem vorher angelegten einheitlichen Erhebungsbogen festgehalten (siehe Kapitel 7.2 Nachuntersuchungsbogen).

Am vereinbarten Termin erfolgte zunächst eine ausführliche Aufklärung jedes Patienten über den Untersuchungsablauf, den Umgang mit persönlichen Daten und die Möglichkeit, die Untersuchung jederzeit teilweise oder ganz abzubrechen.

Zu Beginn der Nachuntersuchung wurden - falls Beschwerden des Patienten vorhanden waren oder keine aktuelle Diagnostik vorlag - Röntgenaufnahmen der Schultern in a. p. sowie axialem Strahlengang angefertigt. Um eine standardisierte Aufnahme zu erhalten, wurde die axiale Aufnahme in Rückenlage mit in einer Schulterchiene fixiertem Arm durchgeführt (Abb. 14). Das Ziel der Anfertigung von Röntgenaufnahmen beider Schultern war, durch den Vergleich mit der Normalanatomie der gesunden Schulter die Deformität nach proximaler Humerusfraktur beurteilen zu können.

Im Anschluss wurden zusammen mit dem Patienten alle Fragen der zu untersuchenden speziellen Schulterfunktionsscores und Lebensqualitätsscores beantwortet. Im Rahmen der körperlichen Untersuchung wurde der Bewegungsumfang beider Schultern nach der Neutral-Null-Methode mit Hilfe eines Gonio-

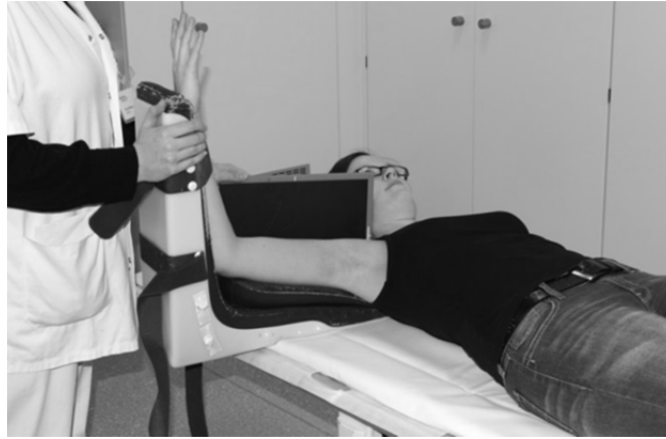


Abb. 14 Schultherschiene zur Anfertigung standardisierter axialer Röntgenaufnahmen

meters bestimmt. Die Kraft wurde mittels einer elektronischen Federwaage (Voltcraft HS-50®, Conrad) ermittelt. Da die Angaben in der Literatur differieren[51-53], wurde die Messung in drei verschiedenen Armpositionen an jeweils zwei Messpunkten durchgeführt: Erstens in 90° Abduktion, zweitens in 90° Abduktion in Skapulaebene (d. h. 30° Anteversion) und drittens in 90° Anteversion (Abb. 15). Der Ellenbogen war während der Messung gestreckt und die Hand in Pronationsstellung. Als Messpunkte dienten der distale Ansatz des M. deltoideus und das Handgelenk. Konnte der Patient den Arm aufgrund von Schmerzen oder Bewegungseinschränkung nicht 90° abduzieren bzw. antevertieren, wurde die Messung in einer Position unter 90°, die für ihn schmerzfrei möglich war, durchgeführt. Gemessen wurde die Kraft in Newton (N), mit der der Patient seinen Arm über eine Dauer von fünf Sekunden in der oben beschriebenen Position gegen Widerstand halten konnte, und der Mittelwert aus drei Wiederholungen berechnet. Wichtig war dabei darauf zu achten, dass der Patient keine Ausweichbewegungen mit dem Rumpf macht.

Abschließend fand die sonographische Untersuchung beider Schultern statt (siehe Kapitel 2.7 Sonographie der Schulter). Damit konnten positive Ergebnisse in den Schulterfunktionstests, die auf Pathologien der Rotatorenmanschette oder der langen Bizepssehne hindeuten, überprüft werden. Nach ausführlicher Beratung wurde der Patient wieder nach Hause entlassen.

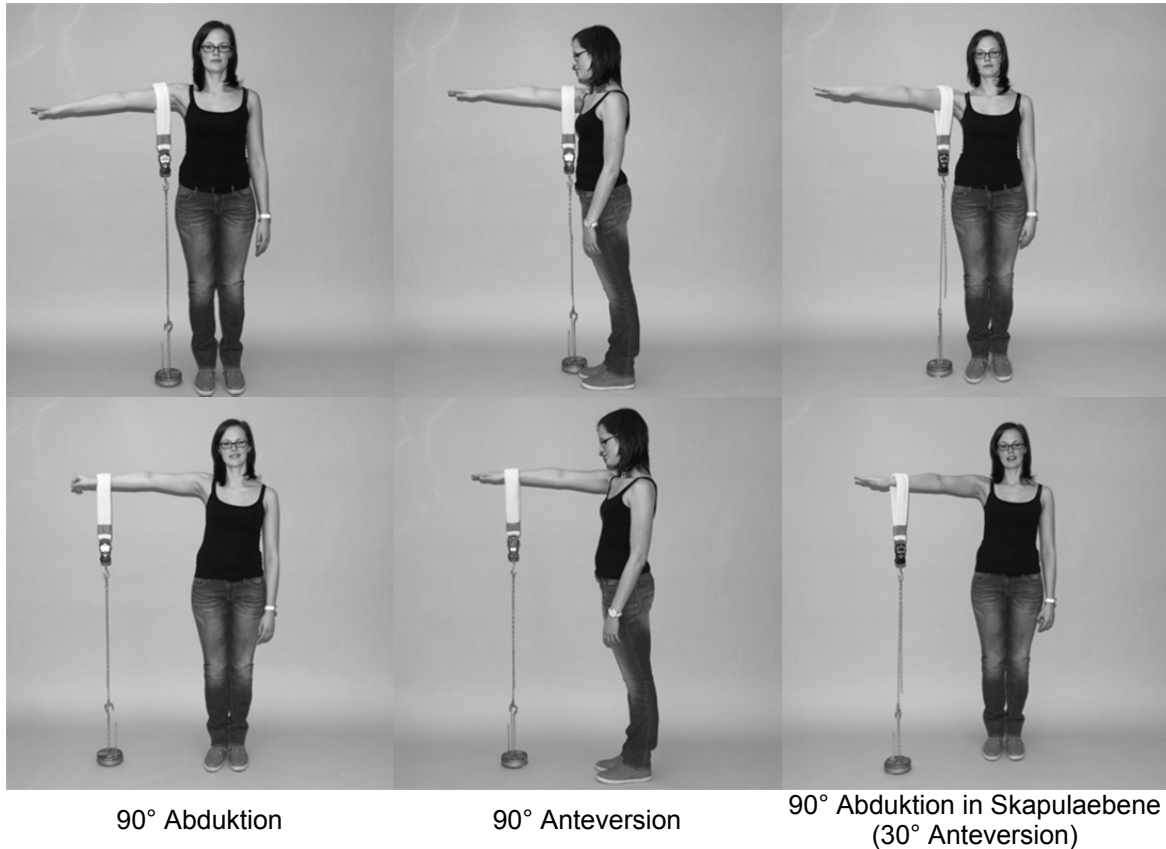


Abb. 15 Positionen der Kraftmessung

2.5. Beurteilung der Schulterfunktion

2.5.1. Constant-Score

Der Constant-Score setzt sich zusammen aus einem subjektivem (35%) und einem objektiven (65%) Teil. In den subjektiven Teil gehen die Schmerzwahrnehmung des Patienten sowie seine Fähigkeit zur Ausübung von Aktivitäten des täglichen Lebens ein. Diese beiden Kriterien wurden gemäß den Guidelines von Constant (2008)[51] mit Hilfe einer visuellen Analogskala evaluiert. Für den objektiven Teil wurden der Bewegungsumfang und die Kraft ermittelt. Die Kraft wird dabei anhand des Gewichtes gemessen, das der Patientin in 90° Abduktion in Skapulaebene fünf Sekunden am Handgelenk halten kann. Gemäß der Beschreibung von Constant (1987)[52] entspricht ein Pfund (= 0,4536 kg) einem Punkt (Abb. 16).

Die maximal erreichbare Punktzahl beträgt 100. Eine Punktzahl zwischen 86 und 100 Punkten ist ein „sehr gutes“ Ergebnis. Als „gut“ bezeichnet man das Ergebnis bei einer Punktzahl zwischen 71 und 85 Punkten. Bei 56 bis 70

Punkten ist das Ergebnis „befriedigend“. Ab 55 Punkten und weniger spricht man von einem „schlechten“ Ergebnis.[54]


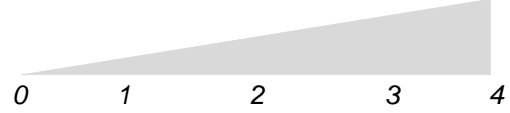
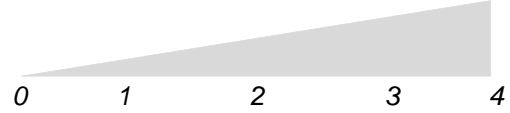
		Punkte			Punkte
Schmerzen (15 Punkte)			Außenrotation		
keine		unerträgliche	(2 Punkte für JEDE erreichte Position)		
		0	Hand am Hinterkopf mit		
		15	Ellenbogen nach vorne		2
		10	Hand am Hinterkopf mit		
		5	Ellenbogen nach hinten		2
Aktivitäten des täglichen Lebens (20 Punkte)			Hand auf den Scheitel mit		
Arbeitsfähigkeit			Ellenbogen vorne		2
Wieviel von Ihrer normalen Arbeit erlaubt Ihnen Ihre Schulter?			Hand auf den Scheitel mit		
keine		alle	Ellenbogen hinten		2
		0	Volle Elevation vom Scheitel ausgehend		2
		1	Innenrotation		
		2	Handrücken zum seitlichen		
		3	Oberschenkel		0
		4	Handrücken zum Gesäß		2
Sportfähigkeit und Freizeitaktivitäten			Handrücken zum lumbosakralen		
Wieviel von Ihren normalen Freizeitaktivitäten erlaubt Ihnen Ihre Schulter?			Übergang		4
keine		alle	Handrücken zu LWK 3		6
		0	Handrücken zu BWK 12		8
		1	Handrücken zwischen die		
		2	Schulterblätter (BWK 7)		10
		3	Kraft (25 Punkte)		
		4	<0,45 kg		0
Schlaf			0,45-0,90 kg		1
Jede Nacht gestört		0	0,90-1,36 kg		2
Gelegentlich gestört		1	1,36-1,81 kg		3
Ungestört		2	1,81-2,27 kg		4
Arbeitsfähigkeit auf Höhe von...			2,27-2,72 kg		5
Taille		2	2,72-3,18 kg		6
Xiphoid		4	3,18-3,63 kg		7
Hals		6	3,63-4,08 kg		8
Kopf		8	4,08-4,54 kg		9
Über Kopf		10	4,54-4,99 kg		10
Bewegungsumfang (40 Punkte)			4,99-5,44 kg		11
Anteversion			5,44-5,90 kg		12
0-30°		0	5,90-6,35 kg		13
30-60°		2	6,35-6,80 kg		14
60-90°		4	6,80-7,26 kg		15
90-120°		6	7,26-7,71 kg		16
120-150°		8	7,71-8,16 kg		17
150-180°		10	8,16-8,62 kg		18
Abduktion			8,62-9,07 kg		19
0-30°		0	9,07-9,53 kg		20
30-60°		2	9,53-9,98 kg		21
60-90°		4	9,98-10,43 kg		22
90-120°		6	10,43-10,89 kg		23
120-150°		8	10,89-11,34 kg		24
150-180°		10	>11,34 kg		25

Abb. 16 Constant-Score

Da die subjektive Bewertung der Schulterfunktion insbesondere bei älteren Patienten häufig vom objektiven Scoreergebnis abweicht, ist eine Relativierung des absoluten Scores möglich[51, 55]. Dies ist möglich durch einen Vergleich mit alters- und geschlechtsspezifischen Normwerten, die von Constant (1986), Yian (2005) und Katolik (2005) veröffentlicht wurden[51, 56, 57], oder der kontralateralen Seite. Der Vergleich mit der kontralateralen Seite berücksichtigt außer Alter und Geschlecht auch interindividuelle Unterschiede z. B. in der körperlichen Fitness[58], ist aber nur durchführbar, wenn auf der kontralateralen Seite keine Pathologien vorliegen.

2.5.2. Neer-Score

In den Neer-Score fließt außer der Schmerzwahrnehmung und dem Bewegungsumfang auch der anatomische Zustand der Schulter ein. Achs- oder Rotationsabweichung, inkongruente Gelenkflächen, retrahierte Tuberkula, Implantatversagen, Myositis, Pseudarthrose oder avaskuläre Nekrose im Röntgenbild gelten als anatomische Schäden. Die Funktion wird anhand der Stabilität des Schultergelenks bei verschiedenen Aktivitäten, der Reichweite der Hand und der Kraft beurteilt (Abb. 17).

Insgesamt können maximal 100 Punkte erreicht werden. 90 bis 100 Punkte sind ein „exzellentes“ Ergebnis. Als „befriedigend“ wird das Ergebnis bei einer Punktzahl zwischen 80 und 89 Punkten bezeichnet. Eine Punktzahl zwischen 70 und 79 ist ein „unbefriedigendes“ Ergebnis. Unter 70 Punkten spricht man von einem „schlechten“ Ergebnis.[37]

Da für den Neer-Score keine genauen Definitionen vorliegen, was normale, gute, ausreichende oder wenig Kraft ist, orientierten wir uns bei der Beurteilung an der Kraft der gesunden Gegenseite, die als normal angesehen wurde. Die Kraftmessung wurde in 90° Abduktion in Skapulaebene am Ansatz des M. deltoideus durchgeführt. Die Einteilung in normale, gute, ausreichende und wenig Kraft erfolgte gemäß der Einteilung des Scores. Erreichte der Patient auf der operierten Seite zwischen 90 und 100% der Kraft der gesunden Gegenseite, so hatte er normale Kraft, 80 bis 89% galten als gute Kraft, 70 bis 79% als ausreichende Kraft und weniger als 70% als wenig Kraft.

	<i>Punkte</i>		<i>Punkte</i>
Schmerzen (35 Punkte)		<u>Extension</u>	
Keine	35	45°	3
Leicht, gelegentlich, keine Aktivitätseinschränkung	30	30°	2
Gering, kein Einfluss auf Alltagsaktivitäten	25	15°	1
Moderat, erträglich, leichte Ein- schränkungen, Aspirin	15	<15°	0
Stark, gravierende Einschränkungen	5	<u>Abduktion (Koronarebene)</u>	
Schulter unbrauchbar	0	180°	6
Funktion(30 Punkte)		170°	5
<u>Kraft</u>		140°	4
Normal	10	100°	2
Gut	8	80°	1
Ausreichend	6	<80°	0
Wenig	4	<u>Außenrotation</u>	
Reste	2	60°	5
Keine	0	30°	3
<u>Reichweite</u>		10°	1
(2 Punkte für JEDE erreichte Position)		<10°	0
Über Kopf	2	<u>Innenrotation</u>	
Mund	2	90° (BWK 6)	5
Gürtelschnalle	2	70° (BWK 12)	4
Achsel der Gegenseite	2	50° (LWK 5)	3
BH-Verschluss	2	30° (gluteal)	2
<u>Stabilität</u>		<30°	0
(2 Punkte für JEDE stabile Aktion)		Anatomische Schäden (10 Punkte)	
Heben	2	Achs- oder Rotationsabweichung,	
Werfen	2	inkongruente Gelenkflächen, retrahierte	
Hämmern	2	Tuberkula, Implantatversagen, Myositis,	
Stoßen	2	Pseudarthrose, avaskuläre Nekrose	
Über Kopf halten	2	Keine	10
Bewegungsumfang (25 Punkte)		Gering	8
<u>Flexion (Sagittalebene)</u>		Moderat	4
180°	6	Stark	0 bis 2
170°	5		
130°	4		
100°	2		
80°	1		
<80°	0		

Abb. 17 Neer-Score

2.5.3. UCLA-Score

Der von der University of California at Los Angeles (UCLA) entwickelte Score betrachtet außer Schmerzwahrnehmung, Funktion, Bewegungsumfang und Kraft auch die subjektive Zufriedenheit des Patienten mit dem Zustand der Schulter (Abb. 18).

Es können maximal 35 Punkte erreicht werden. Eine Punktzahl zwischen 34 und 35 Punkten gilt als „sehr gutes“ Ergebnis. Als „gut“ bezeichnet man das Ergebnis bei einer Punktzahl zwischen 28 und 33 Punkten. Bei 21 bis 27 Punkten spricht man von einem „befriedigenden“ Ergebnis. Unter 21 Punkten ist das Ergebnis „schlecht“.[59]

	<i>Punkte</i>		<i>Punkte</i>
Schmerzen (10 Punkte)		Aktive Vorwärtsflexion (25 Punkte)	
Immer vorhanden, unerträglich, regelmäßig starke Medikamente	1	≥150°	6
Immer vorhanden, aber erträglich, gelegentlich starke Medikamente	2	120-150°	5
Keine oder wenige, bei leichten Aktivitäten, regelmäßig Salizylate	4	90-120°	4
Bei schweren oder besonderen Aktivitäten, gelegentlich Salizylate	6	45-90°	2
Gelegentlich und leicht	8	30-45°	1
Keine	10	<30°	0
Funktion (10 Punkte)		Kraft der Vorwärtsflexion (5 Punkte)	
Normal	10	Grad 5 (normal)	5
Gut	8	Grad 4 (gut)	4
Ausreichend	6	Grad 3 (befriedigend)	3
Wenig	4	Grad 2 (wenig)	2
Reste	2	Grad 1 (Muskelkontraktion)	1
Keine	0	Grad 0 (keine)	0
		Patientenzufriedenheit (5 Punkte)	
		Zufrieden und besser	5
		Unzufrieden und schlechter	0

Abb. 18 UCLA-Score

Da für den UCLA-Score ebenfalls keine Definitionen vorliegen, was normale, gute, ausreichende oder wenig Kraft ist, orientierten wir uns bei der Beurteilung an der Kraft der gesunden Gegenseite, die als normal angesehen wurde. Die Kraftmessung wurde in 90° Abduktion in Skapulaebene am Ansatz des M. deltoideus durchgeführt. Die Einteilung in normale, gute, ausreichende und wenig Kraft erfolgte gemäß der Einteilung des Scores (Tab. 4). Bei einer maximal erreichbaren Punktzahl von 35 Punkten, entsprechen 34 bis 35 Punkte 96 bis 100% der maximal erreichbaren Punktzahl. Erreichte der Patient auf der operierten Seite zwischen 96 und 100% der Kraft der gesunden Gegenseite, so hatte er normale Kraft.

Tab. 4 Bewertung der Kraft im UCLA-Score

Sehr gutes Ergebnis	34-35 Punkte	96-100%	Normale Kraft
Gutes Ergebnis	28-33 Punkte	79-95%	Gute Kraft
Befriedigendes Ergebnis	21-27 Punkte	59-78%	Ausreichende Kraft
Schlechtes Ergebnis	<21 Punkte	<59%	Wenig Kraft

2.5.4. DASH-Score

Der Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand (DASH)-Score beschäftigt sich mit der Fähigkeit zur Ausübung bestimmter Aktivitäten des täglichen Lebens, den Beschwerden, dem Schlaf und Einschränkungen in Arbeit und Freizeit (Abb. 19). Zusätzlich stehen zwei optionale Module zu Arbeit sowie Sport und Musik zur Verfügung.

Der DASH-Score wird berechnet indem von der erreichten Punktzahl die Minimalpunktzahl 30 subtrahiert und das Ergebnis anschließend durch die Bandbreite 1,20 dividiert wird. Man erhält einen DASH-Score zwischen 0 und 100 Punkten. Im Gegensatz zu den zuvor beschriebenen Scores, entspricht hier 0 dem besten möglichen und 100 dem schlechtesten möglichen Ergebnis.[60-62]

Bitte schätzen Sie ein, wie viel Schwierigkeiten Ihnen die folgenden Aktivitäten in der vergangenen Woche bereitet haben.

	Keine Schwierigkeiten	Geringe Schwierigkeiten	Mäßige Schwierigkeiten	Erhebliche Schwierigkeiten	Nicht möglich
Ein neues oder fest verschlossenes Glas öffnen	1	2	3	4	5
Schreiben	1	2	3	4	5
Schlüssel umdrehen	1	2	3	4	5
Eine Mahlzeit zubereiten	1	2	3	4	5
Eine schwere Tür aufstoßen	1	2	3	4	5
Etwas auf ein Regal oberhalb Ihrer Kopfhöhe stellen	1	2	3	4	5
Schwere Hausarbeit (z. B. Boden wischen)	1	2	3	4	5
Garten- oder Hofarbeit	1	2	3	4	5
Betten machen	1	2	3	4	5
Eine Einkaufstüte oder einen Aktenkoffer tragen	1	2	3	4	5
Schwere Gegenstände (> 5 kg) tragen	1	2	3	4	5
Eine Glühbirne über Ihrem Kopf austauschen	1	2	3	4	5
Haare waschen oder föhnen	1	2	3	4	5
Ihren Rücken waschen	1	2	3	4	5
Einen Pullover anziehen	1	2	3	4	5
Mit einem Messer Lebensmittel schneiden	1	2	3	4	5
Freizeitaktivitäten, die wenig körperliche Anstrengung erfordern (z. B. Kartenspielen, Stricken)	1	2	3	4	5
Freizeitaktivitäten, bei denen auf Ihren Arm, Ihre Schulter oder Hand Druck oder ein Stoß ausgeübt wird (z. B. Golf, Hämmern, Tennis)	1	2	3	4	5
Freizeitaktivitäten, bei denen Sie Ihren Arm frei bewegen (z. B. Frisbee, Badminton)	1	2	3	4	5

	Keine Schwierigkeiten	Geringe Schwierigkeiten	Mäßige Schwierigkeiten	Erhebliche Schwierigkeiten	Nicht möglich
Mit Fortbewegungsmitteln zu Recht kommen (von einem Ort zum anderen kommen)	1	2	3	4	5
Sexuelle Aktivitäten	1	2	3	4	5
	Überhaupt nicht	Ein wenig	Mäßig	Erheblich	Extrem
In welchem Ausmaß haben Ihre Arm-, Schulter- oder Hand-Probleme Ihren normalen sozialen Kontakt zu Familie, Freunden, Nachbarn oder anderen Gruppen in der vergangenen Woche eingeschränkt?	1	2	3	4	5
	Überhaupt nicht eingeschränkt	Ein wenig eingeschränkt	Mäßig eingeschränkt	Erheblich eingeschränkt	Nicht möglich
Waren Sie in der vergangenen Woche durch Ihre Arm-, Schulter- oder Hand-Probleme in Ihrer Arbeit oder anderen alltäglichen Aktivitäten eingeschränkt?	1	2	3	4	5
Bitte bewerten Sie die folgenden Beschwerden in der vergangenen Woche.	Keine	Leicht	Mäßig	Erheblich	Extrem
Schmerzen in Arm, Schulter oder Hand	1	2	3	4	5
Schmerzen in Arm, Schulter oder Hand bei bestimmten Aktivitäten	1	2	3	4	5
Kribbeln (Nadelstiche) in Arm, Schulter oder Hand	1	2	3	4	5
Schwächegefühl in Arm, Schulter oder Hand	1	2	3	4	5
Steifheit in Arm, Schulter oder Hand	1	2	3	4	5
	Keine Schwierigkeiten	Leichte Schwierigkeiten	Mäßige Schwierigkeiten	Erhebliche Schwierigkeiten	Ich konnte nicht schlafen
Wie viel Schwierigkeiten hatten Sie in der vergangenen Woche beim Schlafen aufgrund von Schmerzen in Arm, Schulter oder Hand?	1	2	3	4	5
	Stimme überhaupt nicht zu	Stimme nicht zu	Weder Zustimmung noch Ablehnung	Stimme zu	Stimme voll zu
Aufgrund meiner Arm-, Schulter- oder Hand-Probleme empfinde ich meine Fähigkeiten als eingeschränkt, habe ich weniger Selbstvertrauen oder kann mich weniger nützlich machen.	1	2	3	4	5

Abb. 19 DASH-Score

2.5.5. Oxford-Shoulder-Score

Der Oxford-Shoulder-Score errechnet sich aus nur zwölf Fragen zu Schmerzen, Schlaf und einigen grundlegenden Aktivitäten des täglichen Lebens (Abb. 20).

Es können zwischen 12 und 60 Punkten erreicht werden. Ähnlich wie beim DASH-Score spiegelt die niedrigste Punktzahl das beste und die höchste das schlechteste Ergebnis wieder [63, 64].

	<i>Punkte</i>		<i>Punkte</i>
Wie würden Sie den schlimmsten Schmerz in Ihrer Schulter während der letzten vier Wochen beschreiben?		Konnten Sie in den letzten vier Wochen ein Tablett mit einem Teller Essen durchs Zimmer tragen?	
Kein	1	Ja, leicht	1
Leicht	2	Mit leichten Schwierigkeiten	2
Mäßig	3	Mit mäßigen Schwierigkeiten	3
Stark	4	Mit extremen Schwierigkeiten	4
Untragbar	5	Unmöglich	5
Hatten Sie in den letzten vier Wochen wegen Ihrer Schulter Probleme beim Anziehen?		Konnten Sie in den letzten vier Wochen Ihr Haar mit dem rechten wie mit dem linken Arm kämmen?	
Gar keine	1	Ja, leicht	1
Leichte Schwierigkeiten	2	Mit leichten Schwierigkeiten	2
Mäßige Schwierigkeiten	3	Mit mäßigen Schwierigkeiten	3
Extreme Schwierigkeiten	4	Mit extremen Schwierigkeiten	4
Unmöglich	5	Unmöglich	5
Hatten Sie in den letzten vier Wochen aufgrund Ihrer Schulter Schwierigkeiten ins Auto ein- oder aussteigen oder öffentliche Verkehrsmittel zu benützen?		Wie würden Sie den Schmerz beschreiben, den Sie während der letzten vier Wochen gewöhnlich in Ihrer Schulter hatten?	
Gar keine	1	Kein	1
Sehr leichte Schwierigkeiten	2	Sehr leicht	2
Mäßige Schwierigkeiten	3	Leicht	3
Extreme Schwierigkeiten	4	Mäßig	4
Unmöglich	5	Stark	5
Konnten Sie in den letzten vier Wochen Messer und Gabel gleichzeitig verwenden?		Konnten Sie in den letzten vier Wochen Ihre Kleider mit einem Arm in einer Garderobe aufhängen?	
Ja, leicht	1	Ja, leicht	1
Mit leichten Schwierigkeiten	2	Mit leichten Schwierigkeiten	2
Mit mäßigen Schwierigkeiten	3	Mit mäßigen Schwierigkeiten	3
Mit extremen Schwierigkeiten	4	Mit extremen Schwierigkeiten	4
Unmöglich	5	Unmöglich	5
Konnten Sie in den letzten vier Wochen Ihre Haushaltseinkäufe selbstständig erledigen?		Konnten Sie sich in den letzten vier Wochen selbst unter beiden Armen waschen und abtrocknen?	
Ja, leicht	1	Ja, leicht	1
Mit leichten Schwierigkeiten	2	Mit leichten Schwierigkeiten	2
Mit mäßigen Schwierigkeiten	3	Mit mäßigen Schwierigkeiten	3
Mit extremen Schwierigkeiten	4	Mit extremen Schwierigkeiten	4
Unmöglich	5	Unmöglich	5

	<i>Punkte</i>		<i>Punkte</i>
Wie sehr hat Sie in den letzten vier Wochen Ihr Schulterschmerz bei Ihrer täglichen Arbeit (Beruf, Haushalt) behindert?		Wurden Sie in den letzten vier Wochen nachts im Bett von Schmerzen in der Schulter geplagt?	
Gar nicht	1	Nie	1
Ein wenig	2	Nur 1 oder 2 Nächte	2
Mäßig	3	Einige Nächte	3
Stark	4	Die meisten Nächte	4
Extrem	5	Jede Nacht	5
Abb. 20	Oxford-Shoulder-Score		

Zur besseren Veranschaulichung der Ergebnisse des Oxford-Shoulder-Scores wurde eine Einteilung in vier Gruppen vorgenommen: Eine Punktzahl zwischen 12 und 20 Punkten wird als „sehr gutes“ Ergebnis bezeichnet, zwischen 21 und 30 Punkten als „gutes“ Ergebnis, zwischen 31 und 40 Punkten als „befriedigendes“ Ergebnis und zwischen 41 und 60 Punkten als „schlechtes“ Ergebnis.

2.6. Beurteilung der Lebensqualität

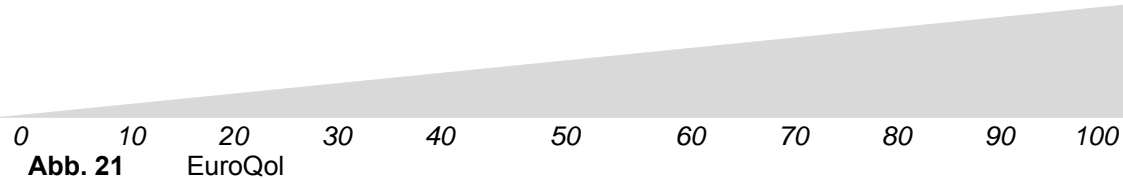
2.6.1. EuroQol

Der EuroQol-Fragebogen (EQ-5D) besteht aus zwei Abschnitten:

Im ersten Abschnitt beschäftigt er sich mit fünf Bereichen des Lebens, die die Lebensqualität wesentlich beeinflussen: Beweglichkeit, Selbstversorgung, alltägliche Tätigkeiten, Schmerzen und körperliche Beschwerden sowie Angst und Niedergeschlagenheit. Zu jedem der genannten fünf Bereiche werden die Einschränkungen erfasst und in drei Kategorien eingeteilt: keine Probleme, einige bis moderate Probleme, extreme Probleme. Aus den verschiedenen Kombinationsmöglichkeiten der Antworten ergeben sich 243 mögliche Gesundheitszustände in Form eines fünfstelligen Codes. Mithilfe von Listen, die die Einschätzung des jeweiligen Gesundheitszustandes durch die Allgemeinbevölkerung wiedergeben, kann jeder fünfstellige Code in einen Index (EQ-Index) zwischen 0 und 1 übersetzt werden. Ein Index von 1 entspricht der besten vorstellbaren Lebensqualität. Ein Index von 0 entspricht einer Lebensqualität vergleichbar mit dem Tod. In den Listen finden sich auch negative Indizes, da nicht jeder den Tod für die denkbar schlechteste Alternative hält.

Im zweiten Abschnitt wird auf einer visuellen Analogskala von 0 bis 100 erfasst, wie der Patient seinen Gesundheitszustand bewertet (EQ-VAS)[65, 66].

	<i>Punkte</i>
Beweglichkeit	
Ich habe keine Probleme herumzugehen	1
Ich habe einige Probleme herumzugehen	2
Ich bin ans Bett gebunden	3
Für sich selbst sorgen	
Ich habe keine Probleme, mich selbst zu waschen oder mich anzuziehen	1
Ich habe einige Probleme, mich selbst zu waschen oder mich anzuziehen	2
Ich bin nicht in der Lage, mich selbst zu waschen oder mich anzuziehen	3
Alltägliche Tätigkeiten (z. B. Arbeit, Studium, Hausarbeit, Familien- oder Freizeitaktivitäten)	
Ich habe keine Probleme, meinen alltäglichen Tätigkeiten nachzugehen	1
Ich habe einige Probleme, meinen alltäglichen Tätigkeiten nachzugehen	2
Ich bin nicht in der Lage, meinen alltäglichen Tätigkeiten nachzugehen	3
Schmerzen/Körperliche Beschwerden	
Ich habe keine Schmerzen oder andere Beschwerden	1
Ich habe mäßige Schmerzen oder andere Beschwerden	2
Ich habe extreme Schmerzen oder andere Beschwerden	3
Angst/Niedergeschlagenheit	
Ich bin nicht ängstlich oder niedergeschlagen	1
Ich bin mäßig ängstlich oder niedergeschlagen	2
Ich bin extrem ängstlich oder niedergeschlagen	3
Bitte kennzeichnen Sie auf der folgenden Skala Ihren persönlichen Gesundheitszustand.	
Schlechteste vorstellbare Gesundheit	Beste vorstellbare Gesundheit



Der EQ-Index und der EQ-VAS wurden für jeden Patienten für den Zeitpunkt der Nachuntersuchung sowie rückblickend für die Zeit vor der proximalen Humerusfraktur bestimmt.

2.6.2. SF-36

Der Short-Form-Health Survey 36 (SF-36) setzt sich zusammen aus 36 Fragen zu acht Faktoren, die die Lebensqualität bestimmen: körperliche, seelische und soziale Funktionsfähigkeit, Rollenverhalten wegen körperlicher und seelischer Funktionsbeeinträchtigung, Schmerzen, Vitalität und allgemeiner Gesundheitszustand. Die Fragen zu jedem Faktor werden einzeln ausgewertet. In jedem Abschnitt können maximal 100 Punkte erreicht werden, was einer optimalen Lebensqualität entspricht. Je weniger Punkte der Patient erhält, desto schlechter ist seine Lebensqualität.[67, 68]

Tab. 5 Abschnitte des SF-36

KÖFU	Körperliche Funktionsfähigkeit
KÖRO	Rollenverhalten wegen körperlicher Funktionsbeeinträchtigung
SCHM	Schmerzen
AGES	Allgemeiner Gesundheitszustand
VITA	Vitalität
SOFU	Soziale Funktionsfähigkeit
EMRO	Rollenverhalten wegen seelischer Funktionsbeeinträchtigung
PSYC	Seelische Funktionsfähigkeit

Wie würden Sie Ihre Gesundheit im Allgemeinen beschreiben?

Ausgezeichnet	5
Sehr gut	4
Gut	3
Weniger gut	2
Schlecht	1

Wie würden Sie Ihre Gesundheit im Vergleich zu einem Jahr zuvor beschreiben?

Wesentlich besser	1
Ein bisschen besser	2
Ungefähr genauso	3
Ein bisschen schlechter	4
Wesentlich schlechter	5

Im Folgenden sind einige Tätigkeiten beschrieben, die Sie vielleicht an einem normalen Tag ausüben. Sind Sie durch Ihren derzeitigen Gesundheitszustand in diesen Tätigkeiten eingeschränkt? Wenn ja, wie stark?

	Ja, stark eingeschränkt	Ja, ein bisschen eingeschränkt	Nein, überhaupt nicht eingeschränkt
Anstrengende Tätigkeiten, z. B. schnell laufen, schwere Gegenstände heben, anstrengenden Sport machen	1	2	3
Mittelschwere Tätigkeiten, z. B. einen Tisch verschieben, staubsaugen, Bowling, Golf	1	2	3
Einkaufstaschen heben oder tragen	1	2	3
Mehrere Treppenstufen steigen	1	2	3
Eine Treppenstufe steigen	1	2	3
Sich bücken oder hinknien	1	2	3
Mehr als 1,6 km gehen	1	2	3
Eine längere Strecke (mehrere Häuserblöcke) gehen	1	2	3
Eine kurze Strecke (ein Häuserblock) gehen	1	2	3
Baden oder sich anziehen	1	2	3

Hatten Sie in den vergangenen vier Wochen eines der folgenden Probleme bei Ihrer Arbeit oder anderen alltäglichen Tätigkeiten aufgrund Ihrer körperlichen Gesundheit?

	Ja	Nein
Ich konnte nicht so lange wie üblich tätig sein	1	2
Ich habe weniger geschafft als ich wollte	1	2
Ich war eingeschränkt in der Art der Arbeit oder anderer alltäglicher Tätigkeiten	1	2
Ich hatte Schwierigkeiten beim Verrichten der Arbeit oder anderer alltäglicher Tätigkeiten (z. B. mehr Aufwand gebraucht)	1	2

Hatten Sie in den vergangenen vier Wochen eines der folgenden Probleme bei Ihrer Arbeit oder anderen alltäglichen Tätigkeiten aufgrund Ihrer seelischen Gesundheit?

	Ja	Nein
Ich konnte nicht so lange wie üblich tätig sein	1	2
Ich habe weniger geschafft als ich wollte	1	2
Ich war nicht so sorgsam wie üblich	1	2

	<i>Punkte</i>					
Wie sehr haben Ihre körperliche oder seelische Gesundheit in den vergangenen vier Wochen Ihre normalen sozialen Aktivitäten mit Familie, Freunden, Nachbarn oder anderen Gruppen beeinträchtigt?						
Überhaupt nicht	5					
Ein bisschen	4					
Mäßig	3					
Ziemlich	2					
extrem	1					
Wie stark waren ihre Schmerzen in den vergangenen vier Wochen?						
Keine	6					
Sehr leicht	5					
Leicht	4					
Mäßig	3					
Stark	2					
Sehr stark	1					
Wie sehr haben Ihre Schmerzen in den vergangenen vier Wochen Ihr normale Arbeit beeinträchtigt? (inklusive Arbeit außer Haus und Hausarbeit)						
Überhaupt nicht	5					
Ein bisschen	4					
Mäßig	3					
Ziemlich	2					
Extrem	1					
In den folgenden Fragen geht es darum, wie Sie sich fühlen und wie es Ihnen in den vergangenen vier Wochen ergangen ist. Wie oft waren Sie in den vergangenen vier Wochen...						
	Immer	Meistens	Ziem- lich oft	Manch- mal	Selten	Nie
...voller Schwung?	6	5	4	3	2	1
...sehr nervös?	1	2	3	4	5	6
...so niedergeschlagen, dass Sie nichts aufheutern konnte?	1	2	3	4	5	6
...ruhig und gelassen?	6	5	4	3	2	1
...voller Energie?	6	5	4	3	2	1
...entmutigt und traurig?	1	2	3	4	5	6
...erschöpft?	1	2	3	4	5	6
...eine glückliche Person?	6	5	4	3	2	1
...müde?	1	2	3	4	5	6
Wie oft haben Ihre körperliche oder seelische Gesundheit in den vergangenen vier Wochen Ihre sozialen Aktivitäten beeinträchtigt (z. B. Freunde oder Verwandte besuchen)?						
Immer	1					
Meistens	2					
Ziemlich oft	3					
Manchmal	4					
Selten	5					
nie	6					
Wie wahr oder falsch sind folgende Aussagen für Sie?						
	Auf jeden Fall wahr	Eher wahr	Weiß nicht	Eher falsch	Auf jeden Fall falsch	
Ich werde schneller krank als andere	1	2	3	4	5	
Ich bin genauso gesund wie alle anderen, die ich kenne	5	4	3	2	1	
Ich erwarte, dass meine Gesundheit schlechter wird	1	2	3	4	5	
Meine Gesundheit ist hervorragend	5	4	3	2	1	

Abb. 22 SF-36

2.7. Sonographie der Schulter

Die sonographische Untersuchung wurde mit dem Sonoline Antares Ultraschallsystem der Firma Siemens (Siemens Medical Solutions USA, Inc., Issaquah, Washington, USA) durchgeführt. Der Untersucher stand dabei hinter dem sitzenden Patienten, dessen Oberkörper entkleidet war. Die Arme des Patienten hingen locker herab. Nach den Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin (DEGUM) wurden sechs Standardschnittebenen eingestellt: ventral, lateral (korakoakromial) und dorsal jeweils transversal und longitudinal. In den ventralen Schnitten können die lange Bizepssehne und die Sehne des M. subscapularis dargestellt werden. Die lateralen Schnitte zeigen die Sehne des M. supraspinatus. In den dorsalen Schnitten kann die Sehne des M. infraspinatus beurteilt werden. Wenn es zu einer besseren Darstellung beitrug, wurde der Schürzengriff angewendet, d. h. der Arm des Patienten in maximale Adduktion und Innenrotation gebracht. Abschließend wurde eine dynamische Aufnahme gemacht, bei der der Patient seinen Arm langsam außen- und innenrotieren sollte.

Bei der Beurteilung des sonographischen Befundes wurde besondere Aufmerksamkeit auf die Rotatorenmanschette gelegt. Deutliche Verschmälerungen der Sehnen, echofreie Areale und Konturunterbrechungen wurden im Sinne incompletter oder kompletter Rupturen gewertet. Wichtig für die Diagnose einer Ruptur war immer der Vergleich zur Gegenseite.

2.8. Radiologische Beurteilung

Zur radiologischen Beurteilung lagen die Unfallaufnahmen, die postoperativen Aufnahmen, die Verlaufsaufnahmen (i. d. R. ca. 4–6 Wochen und ca. 3–6 Monate postoperativ) sowie die aktuellen Röntgenaufnahmen der Nachuntersuchung vor. Die Auswertung der Röntgenaufnahmen beinhaltete gemäß dem von Bahrs und Oehm entwickelten Score (2007)[69] (Abb. 25) die Beurteilung der initialen Reposition, der Frakturheilung, des Zustandes des Implantates und etwaiger verbliebener Fehlstellung nach Ausheilung sowie die Suche nach Anzeichen für Omarthrose, Humeruskopfnekrose oder Osteoporose.

Entscheidend für die Beurteilung der Reposition sowie der Fehlstellung war der Vergleich zur gesunden Gegenseite. In der a. p. Aufnahme wurde der Winkel zwischen Humerusschaft und Humeruskopf (Abb. 23: α) zur Bestimmung einer varischen oder valgischen Abweichung des Kopfsegments gemessen. Außerdem wurde die Höhe des Tuberculum majus (d) in Bezug auf die Kalotte bestimmt. In der axialen Aufnahme konnte anhand des Winkels zwischen Humerusschaft und Humeruskopf (β) eine Ante- oder Retrotorsion des Kopfsegments festgestellt werden. Eine Fehlstellung wurde definiert als über 15° valgische oder varische Abweichung, über 15° Ante- oder Retrotorsion, Dislokation des Tuberculum majus über die Kalotte und/oder nicht-anatomische Reposition des Tuberculum minus. Bei Veränderung der Stellung der Fragmente um mehr als 5° bzw. mehr als 5 mm im Verlauf der Heilung wurde eine sekundäre Dislokation dokumentiert.

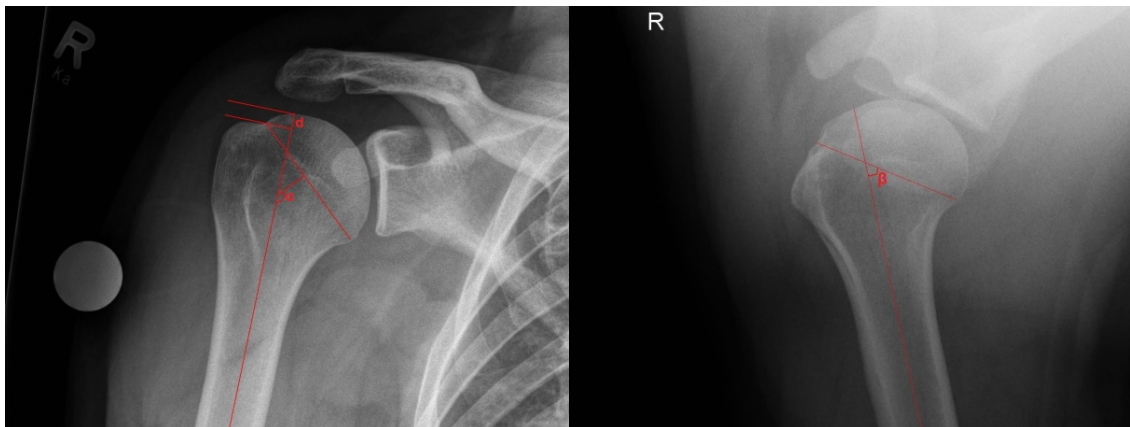


Abb. 23 Messung der Humeruskopfwinkel
(α : Varus/Valgus; d: Tuberculum-majus-Höhe; β : Ante-/Retrotorsion)

Eine verzögerte Frakturheilung lag vor wenn der Frakturspalt in den späten Verlaufsaufnahmen noch einsehbar war, ohne dass eine Lockerung des Implantats vorlag. Bei Lockerungszeichen und weiterhin ausbleibender knöcherner Konsolidierung wurde eine Pseudarthrose dokumentiert.

Bei der Beurteilung der Lage und des Zustandes des Implantates wurde auf Platten- und/oder Schraubenlockerungen, auf Schraubenperforationen, auf Platten- und/oder Schraubenbrüche und einen eventuellen Überstand der Platte über die Kalotte geachtet.

Eine Omarthrose wurde bei Vorliegen von Gelenkspaltverschmälerung, Osteophyten und subchondraler Sklerose diagnostiziert[70].

Die Diagnose einer Humeruskopfnekrose orientierte sich an der Klassifikation von Cruess(1986)[71]. Er unterschied fünf Stadien: Im Stadium I finden sich allenfalls diskrete Veränderungen in der konventionellen Röntgenaufnahme. Stadium II ist durch eine subchondrale Sklerose bei erhaltener Form des Humeruskopfes gekennzeichnet. In Stadium III kommt es zu einem subchondralen Einbruch bei weitgehend intakter Knorpeloberfläche. Kommt es zu zunehmender Abflachung und Entrundung des Humeruskopfes spricht man von Stadium IV und bei Beteiligung des Glenoids von Stadium V.

Durch Messung der Kortikalisdicke im Bereich der Diaphyse nach den Vorgaben von Tingart et al. (2003)[72] wurde das Vorliegen einer Osteoporose untersucht. Dabei wird die Dicke der medialen und lateralen Kortikalis auf der a. p. Röntgenaufnahme dort gemessen, wo die endostalen Seiten zum ersten Mal parallel zueinander stehen und 2 cm darunter (Abb. 24). Lag der Mittelwert aus allen vier Messwerten unter 4 mm wurde eine Osteoporose dokumentiert.

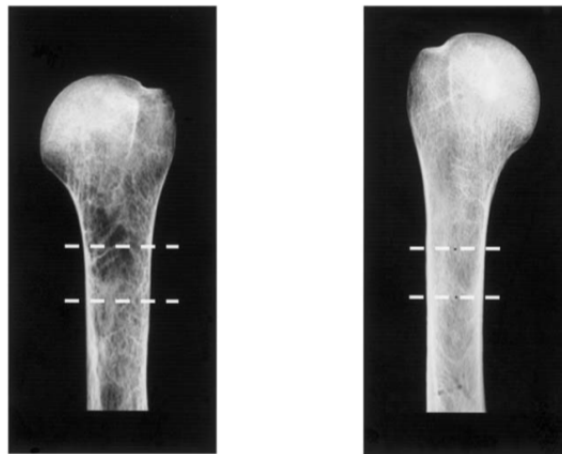


Abb. 24 Messung der Kortikalisdicke (aus [72])

Zusätzlich wurde das Vorliegen der Fragmentation des proximalen Humerus analysiert. Als Fragmentation wurde die Sichtbarkeit von mehr als zwei Fragmenten auf den Unfallaufnahmen definiert. Die a. p. Aufnahme diente zur Beurteilung der Fragmentation im Bereich der medialen Kortikalis, die axiale Aufnahme zur Beurteilung der ventralen und dorsalen Kortikalis. Dokumentiert wurden das Vorliegen von Fragmentation in jedem einzelnen der genannten

1. Verbliebene Achs- und/oder Rotationsabweichung postoperativ:

- a) T. majus unter Kalottenhöhe oder im Seitenvergleich Differenz <5mm
- b) In a. p. Projektion kein vermehrter Varus oder Valgus ($\pm 15^\circ$) des Kopffragments
- c) In axialer Projektion keine vermehrte Retro- oder Antetorsion ($\pm 15^\circ$) des Kopffragments
- Score 0 Alle Kriterien a bis c bestehen.
- Score 1 Zwei der Kriterien a bis c bestehen.
- Score 2 Eines der Kriterien a bis c besteht.

2. Verbliebene Achs- und/oder Rotationsabweichung bei Nachuntersuchung:

- a) T. majus unter Kalottenhöhe oder im Seitenvergleich Differenz <5mm
- b) In a. p. Projektion kein vermehrter Varus oder Valgus ($\pm 15^\circ$) des Kopffragments
- c) In axialer Projektion keine vermehrte Retro- oder Antetorsion ($\pm 15^\circ$) des Kopffragments
- Score 0 Alle Kriterien a bis c bestehen.
- Score 1 Zwei der Kriterien a bis c bestehen.
- Score 2 Eines der Kriterien a bis c besteht.

3. Sekundäre Dislokation der Fraktur:

- Score 0 Wenn ein anatomisches Repositionsergebnis während der knöchernen Heilung stabil und unverändert geblieben ist.
- Score 1 Wenn aus einem anatomischen Repositionsergebnis eine sekundäre Dislokation entstanden ist.
- Score 2 Wenn aus einem nicht-anatomischen Repositionsergebnis eine sekundäre Dislokation entstanden ist.

4. Posttraumatische Omarthrose:

- a) Gelenkspaltverschmälerung
- b) Osteophyten vorhanden
- c) Subchondrale Sklerose
- Score 0 Wenn keine Kriterien a bis c bestehen.
- Score 1 Wenn eines der Kriterien a bis c besteht.
- Score 2 Wenn zwei oder drei der Kriterien bestehen.

5. Posttraumatische Humeruskopfnekrose:

- a) Kopf rund, aber subchondrale Sklerose (Grad I nach Cruess)
- b) Kopf partiell entrundet (Grad II nach Cruess)
- c) Kopf destruiert mit Gelenkzerstörung (Grad III nach Cruess)
- Score 0 Wenn keine Kriterien a bis c bestehen.
- Score 1 Wenn eines der Kriterien a bis c besteht.
- Score 2 Wenn zwei der Kriterien bestehen.

6. Implantatbezogene Pathologie:

- Score 0 Wenn das Metall nur auf Wunsch des Patienten, also ohne klinisch-radiologisches Korrelat auf Impingement/Überstand, Perforation oder Versagen des Metalls, entfernt wurde oder bei NU keine Probleme bereitet und radiologisch korrekt unter dem Tub. majus positioniert ist.
- Score 1 Wenn das Implantat übersteht/überstand oder Schrauben rückläufig sind/waren und dadurch Impingementprobleme bestehen/bestanden im Verlauf nach Versorgung.
- Score 2 Wenn das Implantat gebrochen war oder Schrauben perforiert sind/waren im Verlauf nach Versorgung.

7. Osteoporose nach Tingart:

- Score 0 Wenn beidseits keine Osteoporose vorliegt.
- Score 1 Wenn nur auf der operierten Seite eine Osteoporose vorliegt.
- Score 2 Wenn auf beiden Seiten eine Osteoporose vorliegt.

8. Pseudarthrose/verzögerte Heilung:

- Score 0 Wenn eine regelrechte knöcherne Heilung vorliegt.
- Score 1 Wenn der Frakturspalt noch teilweise einsehbar ist, aber feste Osteosynthese.
- Score 2 Wenn eine Pseudarthrose mit Lockerungszeichen der Osteosynthese vorliegt.

Abb. 25 Bahrs-Oehm-Score

drei Bereiche sowie die Zahl der Bereiche, in denen eine Fragmentation vorlag. Die laterale Kortikalis wurde nicht berücksichtigt, da diese von der hier anliegenden Platte gestützt wird.

2.9. Statistische Auswertung

Die Datenauswertung erfolgte mit Hilfe des Statistikprogramms JMP 10.0.0 (SAS Institute Inc., Cary, North Carolina, USA) und der Unterstützung von Dr. G. Blumenstock vom Institut für Klinische Epidemiologie und angewandte Biometrie der Eberhard-Karls-Universität Tübingen.

Das Signifikanzniveau wurde für alle statistischen Analysen dieser Arbeit bei $p < 0,05$ festgelegt.

Nominale und ordinale Variablen wurden in Form von absoluter und relativer Häufigkeit dargestellt. Stetige Variablen mittels Median, Minimum und Maximum (Alter, Zeitspannen) sowie Mittelwert (MW) und Standardabweichung (SD) (Scores, Kraftmessung, Humeruskopfwinkel).

Mittels t-Test bzw. Fisher's Exact Test wurde der Zusammenhang von Geschlecht und Alter bei Unfall bzw. Unfallart untersucht. Für die Untersuchung des Kraftunterschieds zwischen den Geschlechtern und zwischen dominantem und nicht-dominantem Arm kam ebenfalls der t-Test zur Anwendung.

Um mögliche Einflussfaktoren auf Schulterfunktion und Lebensqualität zu ermitteln, erfolgte eine univariate Analyse mit den Zielgrößen Constant-, Neer-, UCLA-, DASH- und Oxford-Shoulder-Score sowie EQ-Index, EQ-VAS und der Dimension Körperliche Funktionsfähigkeit (KÖFU) des SF-36. Damit alle Zielgrößen die Voraussetzung der Normalverteilung erfüllen, wurden Constant- und Neer-Score sowie EQ-Index logit transformiert, der UCLA-Score zuerst linear auf Werte zwischen 0 und 100 und dann logit transformiert, DASH- und Oxford-Shoulder-Score logarithmisch transformiert. Der SF-36 wurde in Anlehnung an die Literatur als normalverteilt angenommen. Als Einflussgrößen wurden nur Faktoren in die Analyse einbezogen, die mindestens bei zehn Patienten des Nachuntersuchungskollektivs gefunden werden konnten. Für nominale und ordinale Einflussgrößen wurden t-Test bzw. ANOVA (Varianzanalyse) für

gleiche Varianzen oder Welch's Test für ungleiche Varianzen durchgeführt. Konnte ein signifikanter Zusammenhang zwischen einer Zielgröße und einer Einflussgröße mit mehr als zwei Ausprägungen gefunden werden, wurde dieser Einfluss mit Hilfe des Tukey-Kramer-Tests weiter untersucht. Für normalverteilte Einflussgrößen (Zeitspanne zwischen Unfall und Operation, ebenfalls logarithmisch transformiert) wurde der Pearson'sche Korrelationskoeffizient bestimmt. Aufgrund der Durchführung multipler Tests für die Vielzahl an Ziel- und Einflussgrößen war eine Adjustierung des Signifikanzniveaus nach der Methode von Bonferroni-Holm notwendig.

Für den am häufigsten verwendeten Constant-Score wurde zusätzlich eine multivariate Analyse durchgeführt, um die Einflussfaktoren abzugrenzen, die von anderen Einflüssen unabhängig sind. Für die klinisch relevanten und signifikanten Einflussfaktoren wurde sodann das relative Risiko bestimmt, ein schlechtes Constant-Score-Ergebnis (d. h. ≤ 71 Punkte) zu erreichen.

Für die gefürchtete Komplikation der Schraubenperforation wurden ebenfalls eine univariate und eine multivariate Analyse durchgeführt, um mögliche vermeidbare Ursachen herauszufinden.

Um aus den verschiedenen möglichen Armpositionen und Messpunkten der Kraftmessung die beste Messanordnung herauszufiltern, wurde der Variationskoeffizient für die Messergebnisse der gesunden Seite jedes einzelnen Patienten in jeder Position bestimmt. Die Messanordnung mit dem geringsten durchschnittlichen Variationskoeffizienten verspricht die reproduzierbarsten Messungen und sollte daher bevorzugt angewendet werden. In die Analyse gingen nur die Ergebnisse der Patienten ein, die auf der „gesunden“ Seite keine Pathologien wie Frakturen oder Rotatorenmanschettenrupturen aufwiesen.

3. Ergebnisse

3.1. Gesamtkollektiv

Das Gesamtkollektiv beschreibt alle 191 Patienten mit ausgewachsenem Knochenskelett, die sich im Zeitraum zwischen Januar 2001 und Dezember 2005 eine proximale Humerusfraktur zugezogen haben und innerhalb von drei Wochen nach dem Unfall in der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik in Tübingen mit einer winkelstabilen Plattenosteosynthese versorgt wurden.

3.1.1. Geschlechterverhältnis

Das Gesamtkollektiv der Patienten bestand aus 125 Frauen (65,4%) und 66 Männern (34,6%).

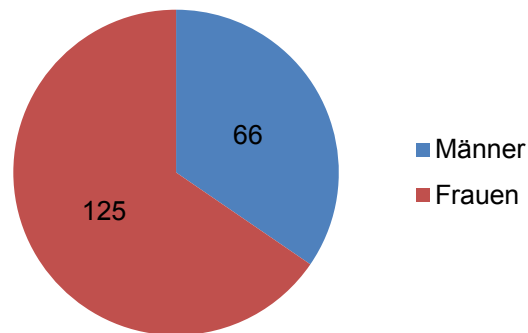


Abb. 26 Anteil von Männern und Frauen im Gesamtkollektiv

3.1.2. Alter der Patienten zum Unfallzeitpunkt

Das Alter des Gesamtkollektivs zum Unfallzeitpunkt lag im Median bei 64 Jahren (MW 62 Jahre). Der jüngste Patient war 16 Jahre und der Älteste 92 Jahre alt.

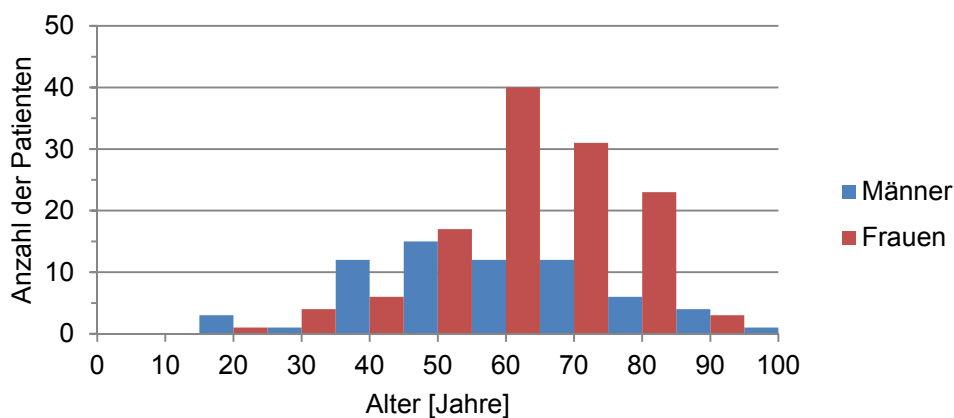


Abb. 27 Alter des Gesamtkollektivs zum Unfallzeitpunkt

Frauen erlitten in einem signifikant höheren Alter als Männer eine proximale Humerusfraktur (Median 68 Jahre vs. 51 Jahre, $p = < 0,0001$).

3.1.3. Vorerkrankungen

Bei 158 Patienten (82,7%) des Gesamtkollektivs waren eine oder mehrere Vorerkrankungen dokumentiert. Nur 33 Patienten (17,3%) hatten keine Vorerkrankungen. Am häufigsten waren kardiovaskuläre (88 Patienten, 46,1%) und Schilddrüsenerkrankungen (65 Patienten, 34,0%).

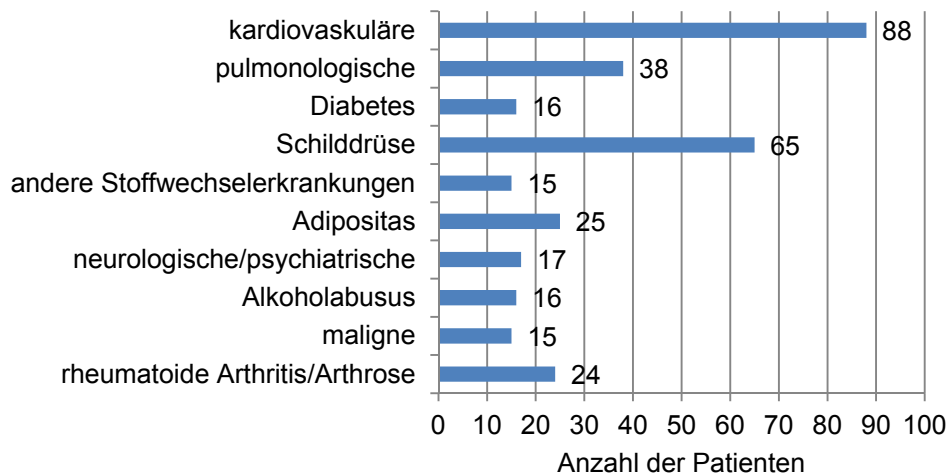


Abb. 28 Häufigkeit verschiedener Vorerkrankungen im Gesamtkollektiv

3.1.4. Unfallart

57 Frakturen (29,8%) waren Folge eines Hochrasanztraumas. Dazu zählen Pkw- und Sport-Unfälle sowie Stürze aus über zwei Metern Höhe. 134 Frakturen (70,2%) gingen auf ein Niedrigrasanztrauma zurück. Darunter versteht man Stürze aus dem Liegen, Gehen oder Stehen.

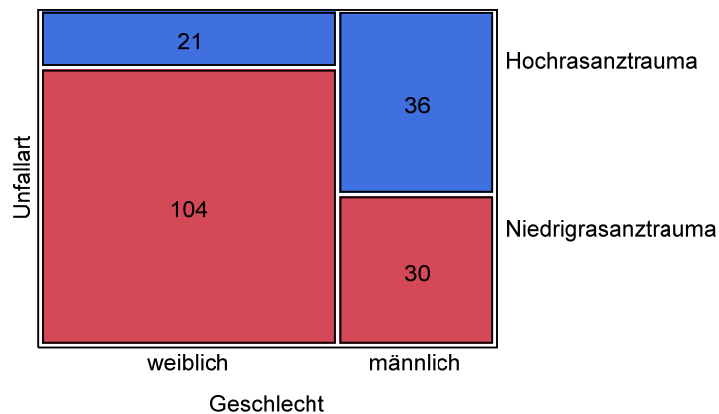


Abb. 29 Mosaikdiagramm zur Häufigkeit von Hoch- und Niedrigrasanztraumata unter Frauen und Männern des Gesamtkollektivs

Frauen erlitten signifikant häufiger Niedrigrasanz- und Männer signifikant häufiger Hochrasanztraumata ($p = < 0,0001$).

3.1.5. Frakturklassifikation nach Neer

Die Einteilung der Frakturen des Gesamtkollektivs in Gruppen nach Neer ergab zwei (1,0%) Frakturen (instabil) der Gruppe I, 77 (40,3%) der Gruppe III, 92 (48,2%) der Gruppe IV, sechs (3,1%) der Gruppe V, zehn (5,2%) Luxationsfrakturen (Gruppe VI), sieben nach anterior und drei nach posterior, sowie vier (2,1%) Head-split- und Impressionsfrakturen (Gruppe VII). Es gab keine Frakturen der Gruppe II.

Im Gesamtkollektiv fanden sich 79 (41,4%) 2-Teile-, 75 (39,3%) 3-Teile- und 37 (19,4%) 4-Teile-Frakturen.

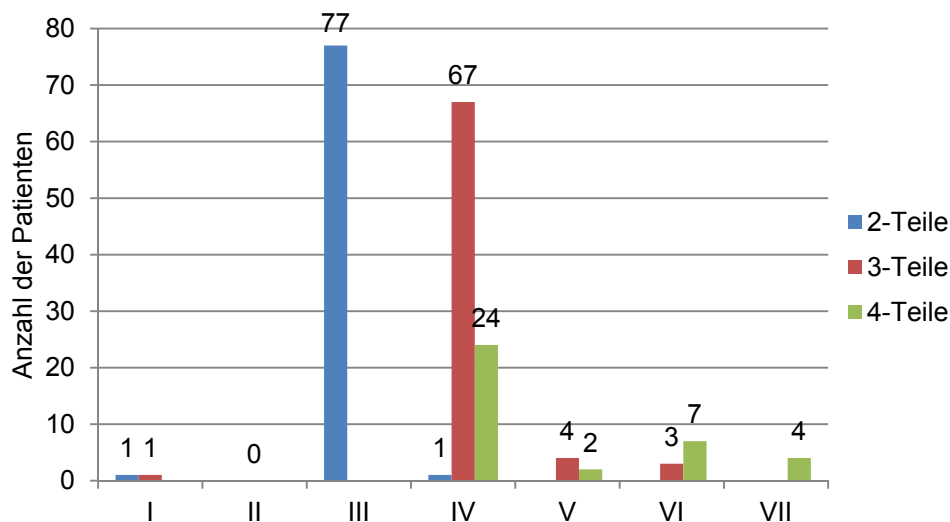


Abb. 30 Häufigkeit der Frakturgruppen nach Neer im Gesamtkollektiv

3.1.6. Frakturklassifikation nach AO

Bei der Einteilung der Frakturen nach AO wurden 79 (41,4%) dem Typ A, 59 (30,9%) dem Typ B und 53 (27,7%) dem Typ C zugeordnet.

Die jeweiligen Subtypen können der Abb. 31 entnommen werden.

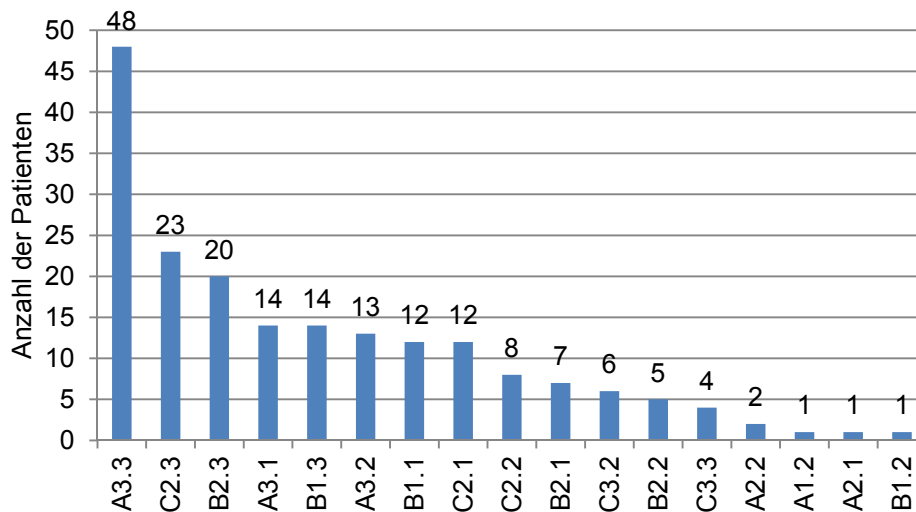


Abb. 31 Häufigkeit der Frakturtypen nach AO im Gesamtkollektiv

3.1.7. Zusatzverletzungen

Im Gesamtkollektiv fanden sich vier (2,1%) Patienten mit lokalen Zusatzverletzungen. Bei allen vier handelte es sich um einen Nervenschaden (i. d. R. Irritationen des N. axillaris).

21 (11,0%) Patienten des Gesamtkollektivs wurden mit allgemeinen Zusatzverletzungen in die Klinik aufgenommen. Darunter waren sieben (3,7%) Begleitfrakturen der oberen und vier (2,1%) Begleitfrakturen der unteren Extremität. Zwei (1,0%) Patienten wurden als Polytrauma eingeliefert. Bei acht (4,2%) Patienten wurde die Zusatzverletzung nicht näher dokumentiert.

3.1.8. Tage zwischen Unfall und Operation

Die Patienten des Gesamtkollektivs wurden im Median drei Tage (MW 4 Tage, Spannweite 0-21 Tage) nach dem Unfall operiert. 14 (7,3%) wurden bereits am Unfalltag operiert. Die längste Verzögerung zwischen Unfall und Operation betrug 21 Tage.

3.1.9. Komplikationen

Von den Patienten des Gesamtkollektivs zeigten 76 (39,8%) im Verlauf eine oder mehrere revisionsbedürftige Komplikationen.

Ergebnisse

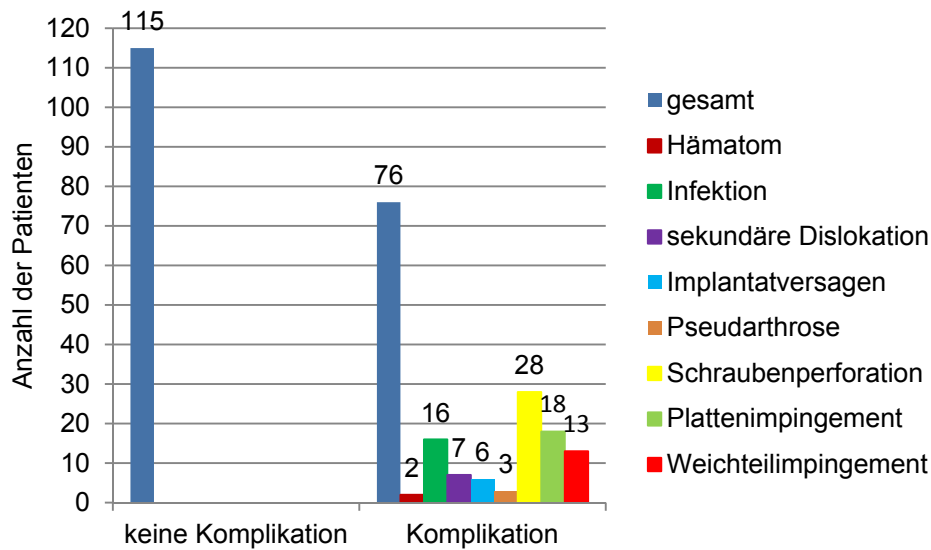


Abb. 32 Häufigkeit verschiedener Komplikationen im Gesamtkollektiv

3.1.9.1. Hämatom

Zwei Patienten (1,0%) mussten aufgrund eines Hämatoms erneut operiert werden. Dabei wurde das Hämatom ausgeräumt und die Wunde gespült. Des Weiteren wurden Wundabstriche genommen und eine kalkulierte antibiotische Therapie begonnen. Bei Ausbleiben des Keimnachweises wurde das Antibiotikum abgesetzt.

3.1.9.2. Infektion

16 Patienten (8,4%) entwickelten eine Infektion mit Keimnachweis in den Wundabstrichen. Dies erforderte in der Regel zwei Operationen: Zuerst Einlage eines wundheilungsfördernden Vakuumversiegelungsschwammes und anschließend Entfernung des Schwammes und Einlage einer Dauerdrainage, die bis zur vollständigen Konsolidierung der Fraktur verblieb. Bei manchen Patienten waren mehr als zwei Revisionen notwendig. Zusätzlich wurde eine kalkulierte antibiotische Therapie durchgeführt. Bei zwei der betroffenen Patienten war gleichzeitig eine Reosteosynthese erforderlich. Bei drei Patienten wurde das Metall aufgrund der Infektion komplett entfernt.

3.1.9.3. Revisionsbedürftige sekundäre Dislokation

Bei sieben Patienten (3,7%) kam es zu einer revisionsbedürftigen sekundären Dislokation. Bei fünf dieser Patienten wurde eine Reosteosynthese durchgeführt. In einem Fall kam es zu einem Verfahrenswechsel hin zu einer

Schulterprothese. In einem anderen Fall wurde das Metall aufgrund einer gleichzeitig vorliegenden Schraubenperforation komplett entfernt.

3.1.9.4. Implantatversagen

Bei sechs Patienten (3,1%) kam es im Verlauf zu einer Lockerung oder Bruch des Implantats. Zum Teil war ein erneuter Sturz auf den operierten Arm die Ursache. Bei drei dieser Patienten wurde eine Reosteosynthese durchgeführt. Eine Reosteosynthese erfolgte mit einem Proximalen Humerusnagel anstelle einer winkelstabilen Platte. Bei drei Patienten wurde das Metall bei ausreichender Konsolidierung der Fraktur komplett entfernt.

3.1.9.5. Pseudarthrose

Drei Patienten (1,6%) entwickelten im Verlauf eine Pseudarthrose. Bei einem Patienten wurde bei gleichzeitigem Bruch der einliegenden Platte eine Reosteosynthese mit einem Proximalen Humerusnagel durchgeführt. Bei einem weiteren Patienten entschied man sich für eine Prothese. Im dritten Fall wurde nach bereits erfolgter Reosteosynthese und mangelnder Compliance des Patienten das Metall komplett entfernt und die Pseudarthrose belassen.

3.1.9.6. Schraubenperforation

Bei 28 Patienten (14,7%) kam es im Verlauf zu einer Schraubenperforation. Dies führte in sieben Fällen zum Austausch der perforierten Schraube gegen eine kürzere, in einem Fall zur ersatzlosen Entfernung der perforierten Schraube und in den anderen 20 Fällen zur kompletten Metallentfernung nach Prüfung der ausreichenden Konsolidierung der Fraktur.

3.1.9.7. Plattenimpingement

Bei 18 Patienten (9,4%) führte die Lage des Implantats zu Impingementsymptomen. Daraufhin wurde das Metall nach Prüfung der ausreichenden Konsolidierung der Fraktur komplett entfernt.

3.1.9.8. Weichteilimpingement

13 Patienten (6,8%) entwickelten Impingementsymptome trotz regelrechter Implantatlage, die am wahrscheinlichsten durch subakromiale Adhäsionen be-

dingt waren. Auch bei diesen Patienten wurde nach Prüfung der ausreichenden Konsolidierung der Fraktur eine komplette Metallentfernung durchgeführt.

3.1.9.9. Humeruskopfnekrose

Vier Patienten (2,1%) entwickelten im Verlauf eine Humeruskopfnekrose, die operativ therapiert wurde. Bei drei dieser Patienten wurde eine Prothese implantiert, bei einem Patienten wurden lediglich die nekrotischen Knochenfragmente reseziert.

Neben diesen vier Patienten fanden sich im Nachuntersuchungskollektiv weitere Patienten mit den radiologischen Zeichen einer Humeruskopfnekrose, die allerdings bei geringen Beschwerden oder Ablehnung einer Prothese bis dato nicht operiert wurden.

3.1.10. Revisionsoperationen

Insgesamt wurden 152 Revisionsoperationen bei 105 Patienten (55,0%) des Gesamtkollektivs durchgeführt. Darunter waren zwei Hämatom- und 35 Infektionsrevisionen, elf Reosteosynthesen, fünf Prothesenimplantationen, sieben Schraubenaustausche, zwei Teilmetallentfernungen und 90 komplette Metallentfernungen.

3.1.10.1. Metallentfernung

Bei 90 Patienten (47,1%) des Gesamtkollektivs wurde im Verlauf das Metall komplett entfernt. Bei 101 Patienten (52,9%) wurde das Metall in situ belassen.

Die Indikation zur Metallentfernung wurde gestellt aufgrund von Plattenimpingement in 18 Fällen, Weichteilimpingement in 13 Fällen, Schraubenperforation in 22 Fällen, Implantatversagen in drei Fällen und in sieben Fällen nach vorausgegangenem Plattenlagerinfekt. In 27 Fällen handelte es sich um elektive Metallentfernungen, d. h. Metallentfernungen, die nur auf Wunsch des Patienten durchgeführt wurden, ohne klinische oder radiologische Zeichen für Impingement, Schraubenperforation oder sonstiges Versagen des Implantats.

Ergebnisse

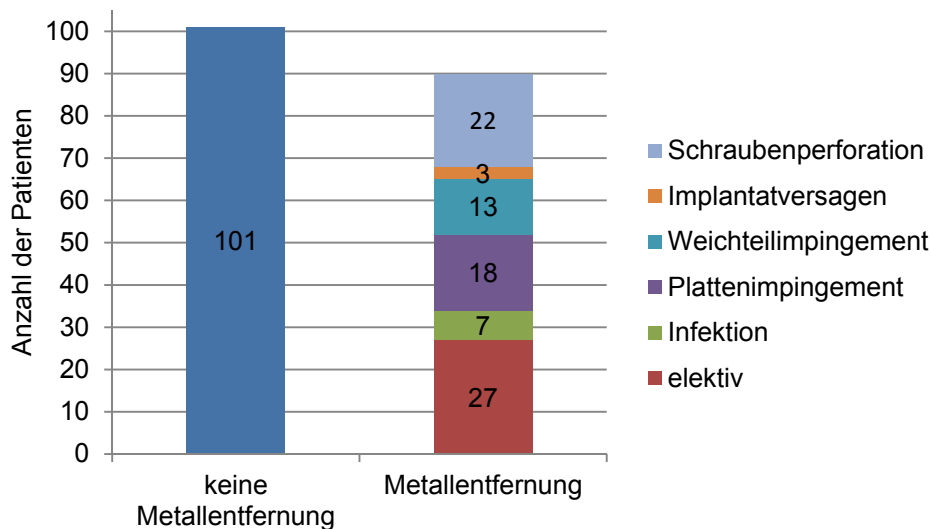


Abb. 33 Häufigkeit von Metallentfernung und Indikationen im Gesamtkollektiv

Elektive Metallentfernungen wurden im Median nach zehn Monaten (MW 11 Monate, Spannweite 3–30 Monate) durchgeführt. Wurde die Indikation zur Metallentfernung aufgrund von Komplikationen gestellt, erfolgte dies im Median bereits nach sieben Monaten (MW 7 Monate, Spannweite 0–31 Monate). Der kürzeste Zeitraum zwischen Implantation und Entfernung des Materials lag bei 25 Tagen, der längste bei 31 Monaten.

3.1.11. Therapiewechsel

Von den 191 Patienten des Gesamtkollektivs erhielten fünf (2,6%) im Verlauf eine Schulterprothese. Bei drei dieser Patienten lag eine Humeruskopfnekrose vor, bei einem Patienten eine Pseudarthrose und bei einem Patienten eine sekundäre Dislokation.

Bei einem Patienten (0,5%) wurde aufgrund von Entwicklung einer Pseudarthrose und Bruch der einliegenden Platte ein Verfahrenswechsel auf einen Proximalen Humerusnagel vorgenommen.

3.2. Nachuntersuchungskollektiv

Das Nachuntersuchungskollektiv beschreibt die 77 Patienten des Gesamtkollektivs (40,3%), die klinisch und radiologisch nachuntersucht werden konnten.

Ergebnisse

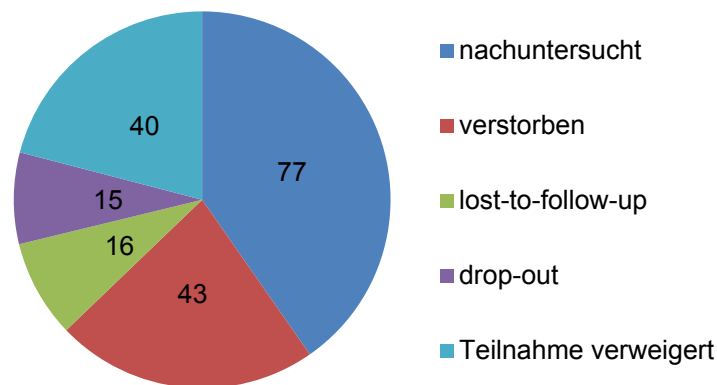


Abb. 34 Nachuntersuchungskollektiv und Gründe für fehlende Nachuntersuchung

Insgesamt konnten damit die Ergebnisse von 65,8% der lebenden und nachuntersuchbaren Patienten evaluiert werden.

3.2.1. Nachuntersuchungszeitraum

Die Patienten des Nachuntersuchungskollektivs wurden im Median 92 Monate (MW 96 Monate) nach der Operation nachuntersucht. Der kürzeste Nachuntersuchungszeitraum betrug 74 Monate und der längste 133 Monate.

3.2.2. Alter der Patienten zum Unfallzeitpunkt

Das Alter des Nachuntersuchungskollektivs zum Unfallzeitpunkt lag im Median bei 54 Jahren (MW 54 Jahre). Der jüngste Patient war 17 Jahre und der Älteste 82 Jahre alt.

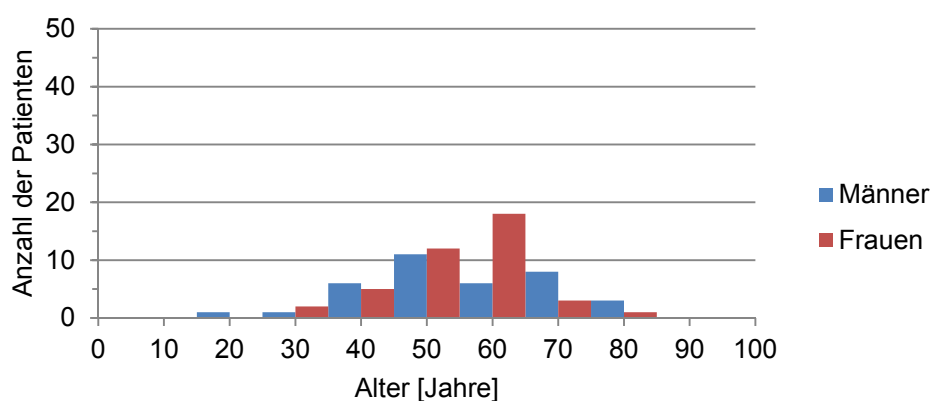


Abb. 35 Alter des Nachuntersuchungskollektivs zum Unfallzeitpunkt

3.2.3. Alter der Patienten zum Nachuntersuchungszeitpunkt

Die Patienten waren zum Nachuntersuchungszeitpunkt im Median 63 Jahre alt (MW 62 Jahre). Der jüngste Patient, der zur Nachuntersuchung erschien, war 26 und der Älteste 90 Jahre alt.

3.2.4. Geschlechterverhältnis

Das Nachuntersuchungskollektiv bestand aus 41 Frauen (53,2%) und 36 Männern (46,8%).

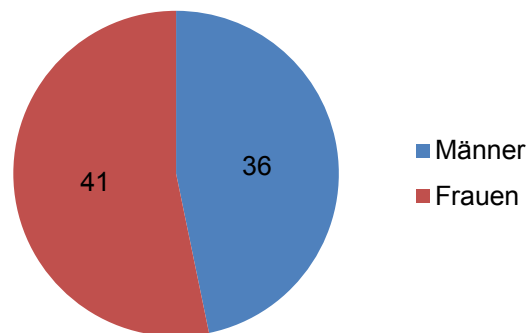


Abb. 36 Anteil von Männern und Frauen im Nachuntersuchungskollektiv

3.2.5. Vorerkrankungen

53 Patienten (68,8%) des Nachuntersuchungskollektivs berichteten über eine oder mehrere Vorerkrankungen. Nur 24 Patienten (31,2%) hatten keine Vorerkrankungen. In der Zeit zwischen Operation und Nachuntersuchung ist bei mehr als der Hälfte der Patienten (43; 55,8%) mindestens eine Nebenerkrankung hinzugekommen.

3.2.6. Unfallart

34 Frakturen (44,2%) waren Folge eines Hochrasanztraumas. 43 Frakturen (55,8%) gingen auf ein Niedrigrasanztrauma zurück.

3.2.7. Frakturklassifikation nach Neer

Die Einteilung der Frakturen des Nachuntersuchungskollektivs in Gruppen nach Neer ergab zwei (2,6%) instabile Frakturen der Gruppe I, 26 (33,8%) der Gruppe III, 39 (50,6%) der Gruppe IV, vier (5,2%) der Gruppe V, vier (5,2%) Luxationsfrakturen (Gruppe VI), zwei nach anterior und zwei nach posterior,

sowie zwei (2,6%) Head-split- und Impressionsfrakturen (Gruppe VII). Es gab keine Frakturen der Gruppe II.

Im Nachuntersuchungskollektiv fanden sich 28 (36,4%) 2-Teile-, 38 (49,4%) 3-Teile- und 11 (14,3%) 4-Teile-Frakturen.

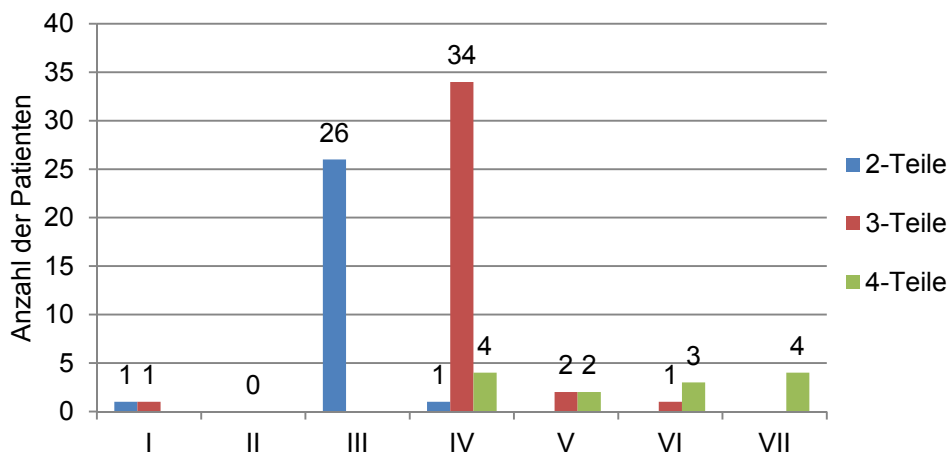


Abb. 37 Häufigkeit der Frakturgruppen nach Neer im Nachuntersuchungskollektiv

3.2.8. Frakturklassifikation nach AO

Bei der Einteilung der Frakturen nach AO wurden 28 (36,4%) dem Typ A, 30 (39,0%) dem Typ B und 19 (24,7%) dem Typ C zugeordnet.

Die jeweiligen Subtypen können der Abb. 38 entnommen werden.

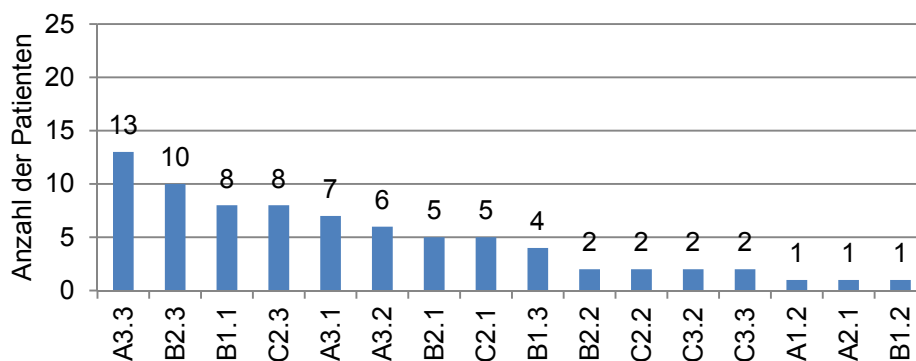


Abb. 38 Häufigkeit der Frakturtypen nach AO im Nachuntersuchungskollektiv

3.2.9. Zusatzverletzungen

Im Nachuntersuchungskollektiv fanden sich zwei (2,6%) Patienten mit lokalen Zusatzverletzungen. Bei beiden handelte es sich um einen Nervenschaden.

10 (13,0%) Patienten des Nachuntersuchungskollektivs wurden mit allgemeinen Zusatzverletzungen in die Klinik aufgenommen. Darunter waren zwei (2,6%)

Begleitfrakturen der oberen und eine (1,3%) Begleitfraktur der unteren Extremität. Zwei (2,6%) Patienten wurden als Polytrauma eingeliefert. Bei fünf (6,5%) Patienten wurde die Zusatzverletzung nicht näher dokumentiert.

3.2.10. Tage zwischen Unfall und Operation

Die Patienten des Nachuntersuchungskollektivs wurden im Median drei Tage (MW 5 Tage, Spannweite 0-19 Tage) nach dem Unfall operiert. 5 (6,5%) wurden bereits am Unfalltag operiert. Die längste Verzögerung zwischen Unfall und Operation betrug 19 Tage.

3.2.11. Komplikationen

Von den Patienten des Nachuntersuchungskollektivs zeigten 31 (40,3%) im Verlauf eine oder mehrere revisionsbedürftige Komplikationen.

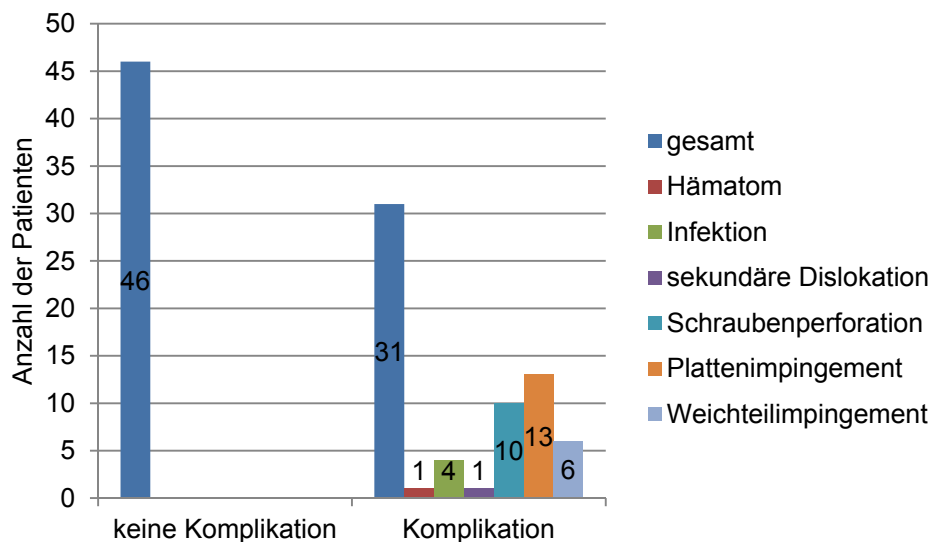


Abb. 39 Häufigkeit von Komplikationen im Nachuntersuchungskollektiv

Im Nachuntersuchungskollektiv gab es kein Implantatversagen und keine Pseudarthrose.

3.2.11.1. Hämatom

Ein Patient (1,3%) musste aufgrund eines Hämatoms erneut operiert werden. Dabei wurde das Hämatom ausgeräumt und die Wunde gespült. Des Weiteren wurden Wundabstriche genommen und eine antibiotische Therapie begonnen. Bei Ausbleiben des Keimnachweises wurde das Antibiotikum abgesetzt.

3.2.11.2. Infektion

Vier Patienten (5,2%) entwickelten eine Infektion mit Keimnachweis in den Wundabstrichen. Diese erforderte in der Regel zwei Operationen: Zuerst Einlage eines wundheilungsfördernden Vakuumversiegelungsschwammes und anschließend Entfernung des Schwammes und Einlage einer Dauerdrainage, die bis zur vollständigen Konsolidierung der Fraktur verblieb. Bei manchen Patienten waren mehr als zwei Revisionen notwendig. Zusätzlich wurde eine antibiotische Therapie durchgeführt.

3.2.11.3. Revisionsbedürftige sekundäre Dislokation

Bei einem Patienten (1,3%) kam es zu einer revisionsbedürftigen sekundären Dislokation einer Fraktur des Tuberculum minus, die eine Reosteosynthese erforderlich machte.

3.2.11.4. Schraubenperforation

Bei zehn Patienten (13,0%) kam es im Verlauf zu einer Schraubenperforation. In einem Fall erfolgte ein Austausch der perforierten Schraube gegen eine kürzere und in den anderen neun Fällen eine komplette Metallentfernung nach Prüfung der ausreichenden Konsolidierung der Fraktur.

3.2.11.5. Plattenimpingement

Bei 13 Patienten (16,9%) führte die Lage des Implantats zu Impingementssymptomen. Daraufhin wurde das Metall nach Prüfung der ausreichenden Konsolidierung der Fraktur komplett entfernt.

3.2.11.6. Weichteilimpingement

Sechs Patienten (7,8%) entwickelten Impingementsymptome trotz regelrechter Implantatlage, die am wahrscheinlichsten durch subakromiale Adhäsionen bedingt waren. Auch bei diesen Patienten wurde nach Prüfung der ausreichenden Konsolidierung der Fraktur eine komplette Metallentfernung durchgeführt.

3.2.12. Revisionsoperationen

Insgesamt wurden 55 Revisionsoperationen bei 46 Patienten (59,7%) des Nachuntersuchungskollektivs durchgeführt. Darunter waren eine Hämatom- und

acht Infektionsrevisionen, eine Reosteosynthese, ein Schraubenaustausch und 44 komplette Metallentfernungen.

3.2.12.1. Metallentfernung

Bei 44 Patienten (57,1%) des Nachuntersuchungskollektivs wurde im Verlauf das Metall komplett entfernt. Nur bei 33 Patienten (42,9%) war das Metall zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung noch in situ.

Die Indikation zur Metallentfernung wurde gestellt aufgrund von Plattenimpingement in 13 Fällen, Weichteilimpingement in sechs Fällen, Schraubenperforation in neun Fällen und in einem Fall nach vorausgegangenem Plattenlagerinfekt. In 15 Fällen handelte es sich um elektive Metallentfernungen.

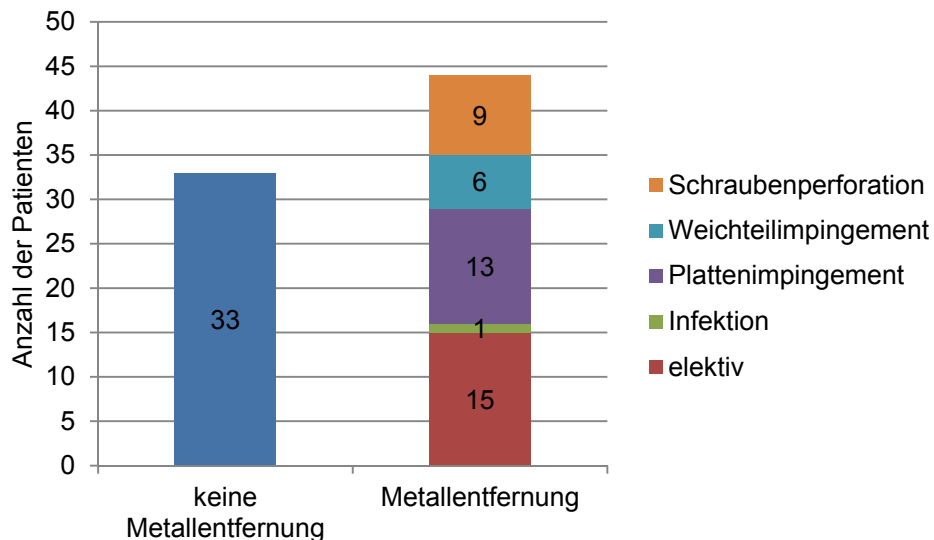


Abb. 40 Häufigkeit von Metallentfernungen und Indikationen im Nachuntersuchungskollektiv

Elektive Metallentfernungen wurden im Median nach zehn Monaten (MW 11 Monate, Spannweite 4–26 Monate) durchgeführt. Wurde die Indikation zur Metallentfernung aufgrund von Komplikationen gestellt, erfolgte dies im Median bereits nach sieben Monaten (MW 9 Monate, Spannweite 1–31 Monate). Der kürzeste Zeitraum zwischen Implantation und Entfernung des Materials lag bei einem Monat, der längste bei 31 Monaten.

3.2.13. Schulterfunktion

3.2.13.1. Constant-Score

Im Mittel erreichten die Patienten des Nachuntersuchungskollektivs auf der operierten Seite 79,0 Punkte ($\pm 17,8$; Median 85 Punkte; Spannweite 30–100 Punkte). 36 Patienten (46,8%) erzielten ein sehr gutes Ergebnis (86–100 Punkte), 24 Patienten (31,2%) ein gutes (71–85 Punkte), sieben Patienten (9,1%) ein befriedigendes (56–70 Punkte) und zehn (13,0%) zeigten ein schlechtes Ergebnis (< 56 Punkte).

Auf der gesunden Seite wurden im Mittel 89,6 Punkte ($\pm 9,9$; Median 90 Punkte; Spannweite 49–100 Punkte) erreicht. Ein sehr gutes Ergebnis wiesen 58 Patienten (75,3%) auf, ein gutes 15 (19,5%), ein befriedigendes drei (3,9%) und nur ein Patient (1,3%) hatte ein schlechtes Ergebnis.

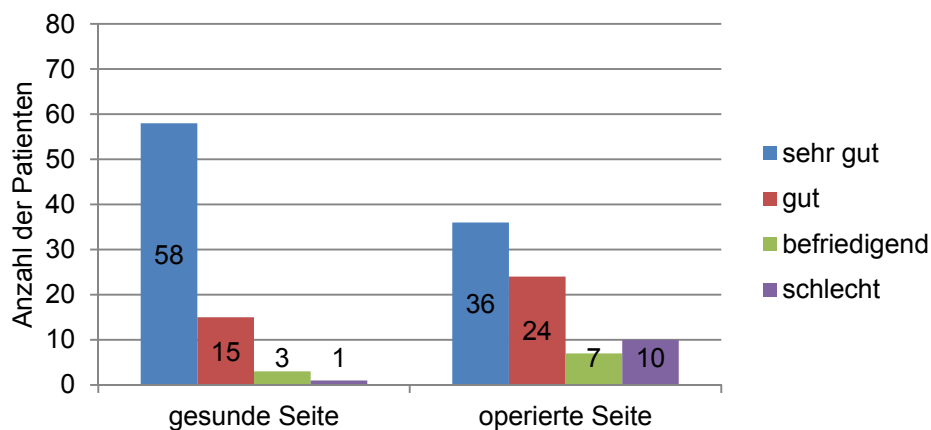


Abb. 41 Häufigkeit der Constant-Score-Ergebnisse im Nachuntersuchungskollektiv

3.2.13.2. Neer-Score

Im Mittel erreichten die Patienten des Nachuntersuchungskollektivs auf der operierten Seite 86,8 Punkte ($\pm 15,7$; Median 93 Punkte; Spannweite 35–100 Punkte). 46 Patienten (59,7%) erzielten ein sehr gutes Ergebnis (90–100 Punkte), 14 Patienten (18,2%) ein gutes (80–89 Punkte), fünf Patienten (6,5%) ein befriedigendes (70–79 Punkte) und zwölf (15,6%) zeigten ein schlechtes Ergebnis (< 70 Punkte).

Auf der gesunden Seite wurden im Mittel 97,9 Punkte ($\pm 5,8$; Median 100 Punkte; Spannweite 63–100 Punkte) erreicht. Ein sehr gutes Ergebnis wiesen

72 Patienten (93,5%) auf, ein gutes vier (5,2%) und nur ein Patient (1,3%) hatte ein schlechtes Ergebnis.

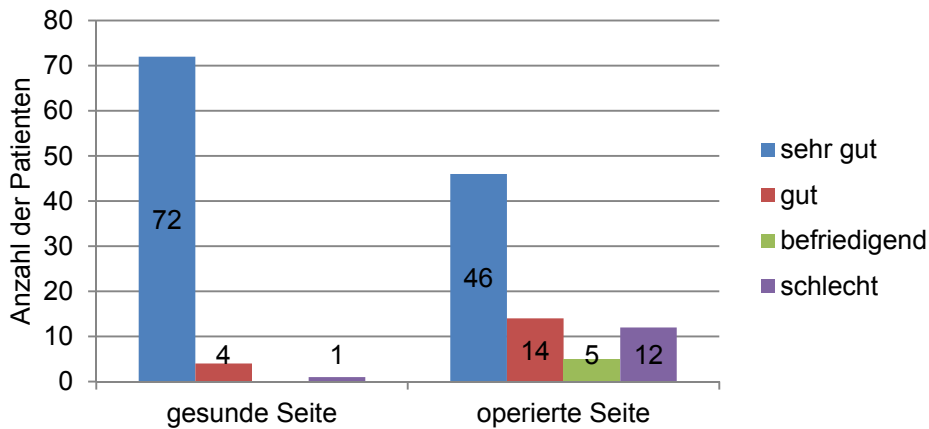


Abb. 42 Häufigkeit der Neer-Score-Ergebnisse im Nachuntersuchungskollektiv

3.2.13.3. UCLA-Score

Im Mittel erreichten die Patienten des Nachuntersuchungskollektivs auf der operierten Seite 30,6 Punkte ($\pm 5,7$; Median 33 Punkte; Spannweite 11–35 Punkte). 38 Patienten (49,4%) erzielten ein sehr gutes Ergebnis (34–35 Punkte), 24 Patienten (31,2%) ein gutes (28–33 Punkte), acht Patienten (10,4%) ein befriedigendes (21–27 Punkte) und sieben (9,1%) zeigten ein schlechtes Ergebnis (< 21 Punkte).

Auf der gesunden Seite wurden im Mittel 34,3 Punkte ($\pm 2,3$; Median 35 Punkte; Spannweite 21–35 Punkte) erreicht. Ein sehr gutes Ergebnis wiesen 70 Patienten (97,2%) auf, ein gutes fünf (6,5%) und zwei Patienten (2,6%) hatten ein befriedigendes Ergebnis.

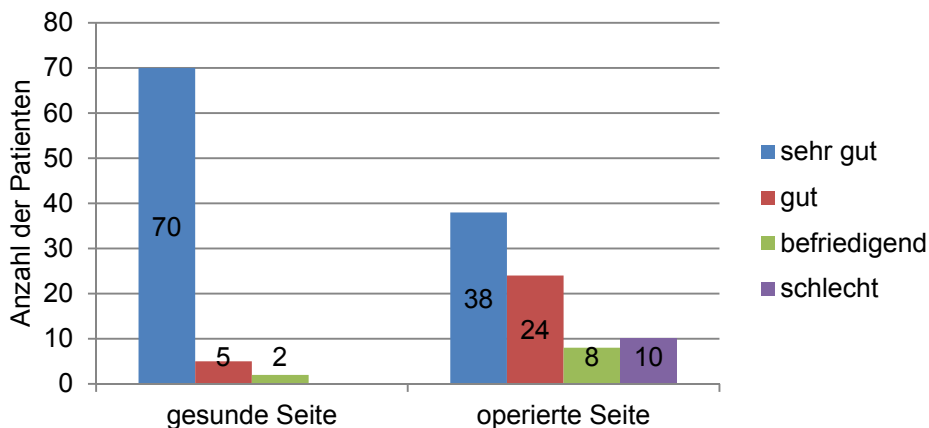


Abb. 43 Häufigkeit der UCLA-Score-Ergebnisse im Nachuntersuchungskollektiv

3.2.13.4. DASH-Score

Die Patienten erreichten im Mittel auf der operierten Seite 11,9 Punkte ($\pm 18,2$; Median 1,7 Punkte; Spannweite 0–70 Punkte) und auf der gesunden Seite 3,1 Punkte ($\pm 8,3$, Median 0 Punkte, Spannweite 0–38 Punkte). Das bestmögliche Ergebnis von 0 Punkten erzielten auf der operierten Seite 29 Patienten (37,7%) und auf der gesunden Seite 51 Patienten (66,2%). 57,1% der Patienten erreichten auf der operierten Seite zwischen 0 und 5 Punkten, auf der gesunden Seite 85,7%.

3.2.13.5. Oxford-Shoulder-Score

Im Mittel erreichten die Patienten des Nachuntersuchungskollektivs auf der operierten Seite 16 Punkte ($\pm 6,5$; Median 12 Punkte; Spannweite 12–35 Punkte). 62 Patienten (80,5%) erzielten ein sehr gutes Ergebnis (12–20 Punkte), 11 Patienten (14,3%) ein gutes (21–30 Punkte) und vier Patienten (5,2%) zeigten ein befriedigendes Ergebnis (31–40 Punkte).

Auf der gesunden Seite wurden im Mittel 12,7 Punkte ($\pm 2,2$; Median 12 Punkte; Spannweite 12–23 Punkte) erreicht. Ein sehr gutes Ergebnis wiesen 74 Patienten (96,1%) auf und drei Patienten (3,9%) hatten ein gutes Ergebnis.

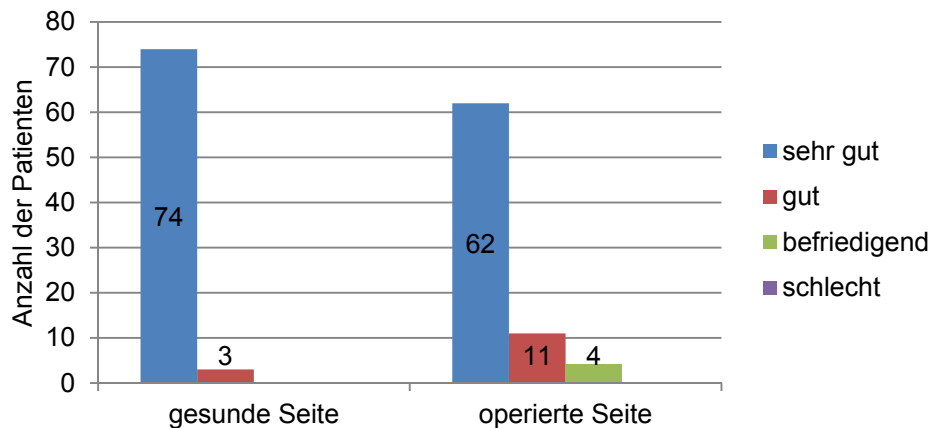


Abb. 44 Häufigkeit der Oxford-Shoulder-Score-Ergebnisse im Nachuntersuchungskollektiv

3.2.14. Lebensqualität

3.2.14.1. EuroQol

EQ-Index

Der EQ-Index der Patienten des Nachuntersuchungskollektivs betrug zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung im Mittel 0,848 (\pm 0,183; Median 0,902; Spannweite 0,284–1,000) und vor der proximalen Humerusfraktur im Mittel 0,943 (\pm 0,132; Median 1,000; Spannweite 0,291–1,000). Die Differenz zwischen den EQ-Indizes betrug im Mittel -0,096 (\pm 0,191), was bedeutet, dass sich die Lebensqualität nach der proximalen Humerusfraktur verschlechtert hat. 36 Patienten (46,8%) des Nachuntersuchungskollektivs zeigten eine Verschlechterung ihrer Lebensqualität im EQ-Index, bei 39 (50,6%) blieb sie gleich und zwei Patienten (2,6%) wiesen sogar eine Verbesserung auf. Einen EQ-Index von 1,000, der der besten vorstellbaren Lebensqualität entspricht, erreichten zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung nur 33 Patienten (42,9%), während 60 Patienten (77,9%) ihre Lebensqualität vor der proximalen Humerusfraktur so beschrieben.

EQ-VAS

Auf der visuellen Analogskala ordneten die Patienten des Nachuntersuchungskollektivs ihrem Gesundheitszustand zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung im Mittel den Wert 76,1 (\pm 15,5; Median 80; Spannweite 40–100) zu. Ihren Gesundheitszustand vor der proximalen Humerusfraktur beschrieben sie im Mittel mit dem Wert 84,3 (\pm 12,0; Median 87,5; Spannweite 50–100). 36 Patienten (46,8%) zeigten eine Verschlechterung ihres Gesundheitszustandes auf der EQ-VAS, bei 35 (45,5%) blieb er gleich und fünf Patienten (6,5%) wiesen sogar eine Verbesserung auf. Bei einem Patienten fehlte der Wert für die visuelle Analogskala. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung ordneten nur fünf Patienten (6,5%) ihrem Gesundheitszustand den höchsten Wert 100 zu, während es neun (11,7%) für ihren Gesundheitszustand vor der proximalen Humerusfraktur taten.

Ergebnisse

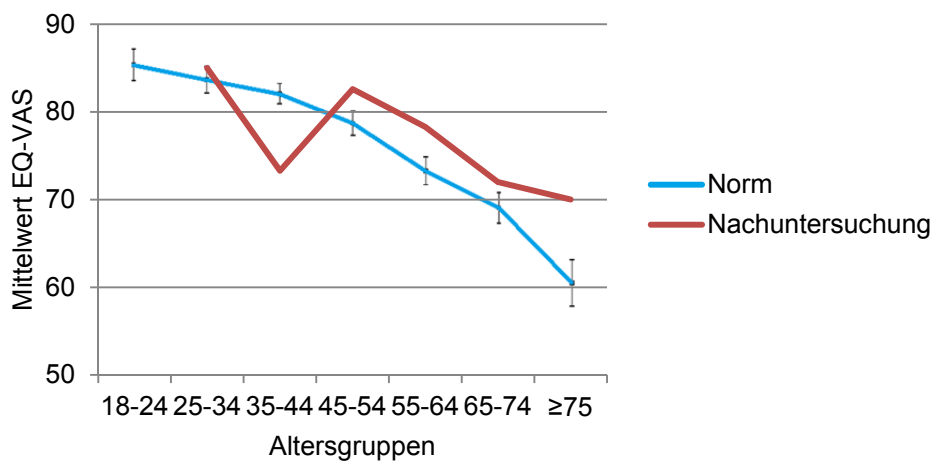


Abb. 45 Vergleich der EQ-VAS-Ergebnisse des Nachuntersuchungs-kollektivs nach Altersgruppen mit den Werten eines Normkollektivs von König et al. 2005[73] (Altersgruppe 18–24 Jahre: n = 0; 25–34 Jahre: n = 2; 35–44 Jahre: n = 3; 45–54 Jahre: n = 17; 55–64 Jahre: n = 20; 65–74 Jahre: n = 22; ≥ 75 Jahre: n=12)

3.2.14.2. SF-36

Die männlichen Patienten des Nachuntersuchungskollektivs erreichten in allen Abschnitten des SF-36 im Mittel höhere Werte als die Normstichprobe von Ellert und Bellach 1999[74]. Die weiblichen Patienten erzielten in allen Abschnitten bis auf die Körperliche Funktionsfähigkeit (KÖFU) und die Rollenfunktion aufgrund körperlicher Funktionsbeeinträchtigung (KÖRO) im Mittel höhere Werte (siehe Abb. 46). Die Werte für die KÖFU und KÖRO der Frauen waren allerdings nur vernachlässigbar niedriger: $80,00 \pm 22,97$ und $78,05 \pm 34,09$ im Nachuntersuchungskollektiv verglichen mit $82,77 \pm 22,22$ und $79,22 \pm 34,78$ in der Normstichprobe. Das bedeutet, dass die Lebensqualität der Patienten nach proximaler Humerusfraktur nicht schlechter ist als die der Normstichprobe. Die Ergebnisse des SF-36 des Nachuntersuchungskollektivs können Tab. 6 entnommen werden.

Tab. 6 SF-36-Ergebnisse des Nachuntersuchungskollektivs (MW: arithmetischer Mittelwert, SD: Standardabweichung)

	gesamt MW	SD	Männer MW	SD	Frauen MW	SD
KÖFU	84,87	20,85	90,42	16,79	80,00	22,97
KÖRO	84,41	30,09	91,67	23,15	78,05	34,09
SCHM	74,81	20,17	81,94	13,48	68,54	22,97
AGES	74,74	18,10	78,19	16,82	71,71	18,83
VITA	68,05	19,87	69,86	17,26	66,46	22,00
SOFU	95,24	13,78	94,44	14,91	95,93	12,85
EMRO	92,64	23,34	94,44	20,31	91,06	25,85
PSYC	79,43	15,23	82,33	11,92	76,88	17,38

Ergebnisse

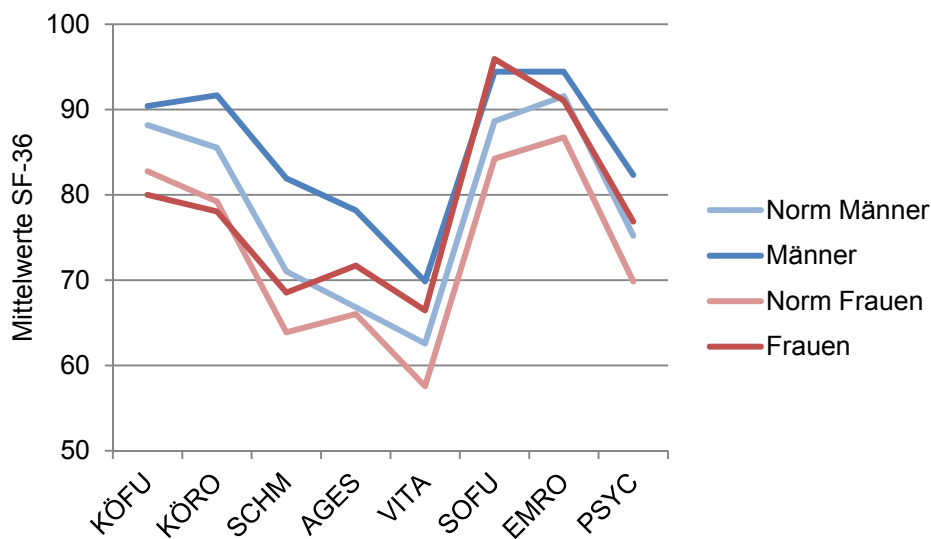


Abb. 46 Vergleich der SF-36-Ergebnisse des Nachuntersuchungskollektivs nach Geschlecht mit der Normstichprobe von Ellert und Bellach 1999[74]

3.2.15. Kraftmessung

Die Kraftmessung konnte bei 76 Patienten des Nachuntersuchungskollektivs durchgeführt werden. In einem Fall wurde bei Vorliegen einer Dysmelie am operierten Arm auf die Kraftmessung verzichtet.

Die Patienten des Nachuntersuchungskollektivs konnten in 90° Abduktion in Skapulaebene bei Messung am Handgelenk auf der operierten Seite im Mittel eine Kraft von 63,8 N (\pm 31,2 N) aufbringen (Median 60,8 N; Spannweite 13,7–177,6 N). Das waren im Schnitt 82,3% der Kraft des gesunden Armes (MW 79,0; SD \pm 36,7 N; Median 67,7 N; Spannweite 22,6–205,0 N).

Männer zeigten in allen Positionen signifikant höhere Messergebnisse als Frauen ($p = <0,0001$).

Tab. 7 Kraft in Newton (N) in den verschiedenen Positionen der Kraftmessung (MW: arithmetischer Mittelwert, SD: Standardabweichung)

Messposition	Delta-Ansatz				Handgelenk			
	Gesunde Seite		Operierte Seite		Gesunde Seite		Operierte Seite	
	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD
90° Abduktion	193,1	95,1	164,4	85,7	78,4	37,0	64,3	33,3
90° Abduktion Skapulaebene	189,3	87,7	161,8	83,5	79,0	36,7	63,8	31,2
90° Anteversion	197,9	94,5	167,9	83,1	75,3	32,6	62,6	29,4

Tab. 7a Kraft in Newton (N) der männlichen Patienten in den verschiedenen Positionen der Kraftmessung (MW: arithmetischer Mittelwert, SD: Standardabweichung)

Messposition	Delta-Ansatz				Handgelenk			
	Gesunde Seite		Operierte Seite		Gesunde Seite		Operierte Seite	
	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD
90° Abduktion	265,8	84,9	223,6	81,7	105,9	33,9	85,5	34,9
90° Abduktion Skapulaebene	254,6	81,0	216,9	82,3	104,8	36,6	84,4	31,2
90° Anteversion	267,8	88,9	225,3	78,6	98,6	31,0	80,7	30,4

Tab. 7b Kraft in Newton (N) der weiblichen Patienten in den verschiedenen Positionen der Kraftmessung (MW: arithmetischer Mittelwert, SD: Standardabweichung)

Messposition	Delta-Ansatz				Handgelenk			
	Gesunde Seite		Operierte Seite		Gesunde Seite		Operierte Seite	
	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD
90° Abduktion	127,7	40,6	111,1	44,5	53,6	16,6	45,2	15,9
90° Abduktion Skapulaebene	130,5	37,9	112,3	44,8	55,7	14,6	45,2	15,9
90° Anteversion	135,0	38,8	116,3	44,2	54,3	15,2	46,4	16,1

Einfluss der Händigkeit auf die Schulterkraft

Vergleicht man die Ergebnisse der Kraftmessung auf der gesunden Seite zwischen den Patienten, deren dominanter Arm gesund war und denen, deren nicht-dominanter Arm gesund war, so kann ein signifikanter Einfluss der Händigkeit auf die Kraft ausgeschlossen werden ($p = 0,9264$). Die Patienten, deren gesunder Arm der nicht-dominante Arm war, konnten an diesem in 90° Abduktion in Skapulaebene am Handgelenk im Mittel eine Kraft von 83,4 N ($\pm 42,9$ N) aufbringen (Median 74,1 N; Spannweite 34,3–205,0 N). Bei den Patienten, deren gesunder Arm der dominante Arm war, zeigte sich im Mittel eine Kraft von 82,5 N ($\pm 34,3$ N; Median 75,5 N; Spannweite 22,6–179,5 N).

3.2.16. Sonographischer Befund

Bei der sonographischen Untersuchung fanden sich bei 17 Patienten (22,1%) des Nachuntersuchungskollektivs pathologische Befunde. 16 Patienten (20,8%) wiesen Pathologien an der operierten Schulter auf. Darunter waren sieben komplette und acht inkomplette Supraspinatus-Sehnen-Rupturen, drei inkomplette Infraspinatus-Sehnen-Rupturen, eine komplette und eine inkomplette Subscapularis-Sehnen-Ruptur sowie eine Tendosynovitis der Bizeps-Sehne. Patienten konnten gleichzeitig pathologische Befunde an mehreren Sehnen haben. Bei zwei Patienten (2,6%) zeigten sich Pathologien an der gesunden Schulter. Darunter waren eine inkomplette Supraspinatus-Sehnen-Ruptur bei

gleichzeitiger kompletter Ruptur der Supraspinatus-Sehne auf der operierten Seite und eine Massenruptur bei sonographisch unauffälliger operierter Seite.

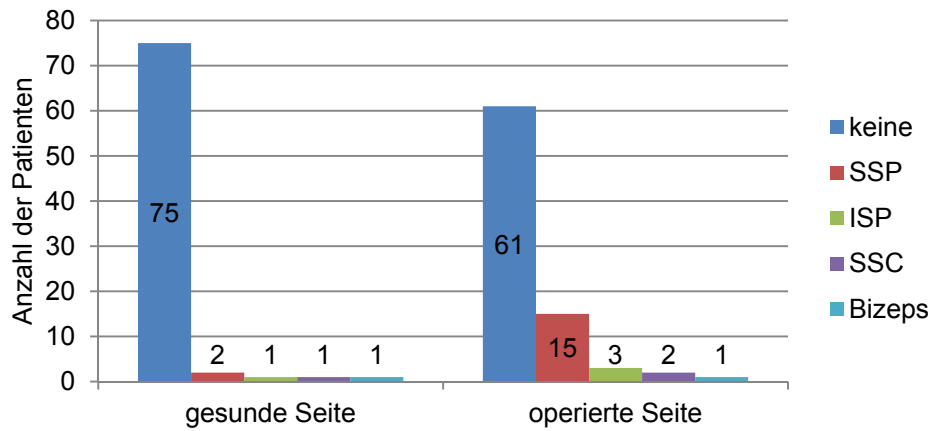


Abb. 47 Häufigkeit von pathologischen sonographischen Befunden an den verschiedenen Sehnen (SSP: M. supraspinatus; ISP: M. infraspinatus; SSC: M. subscapularis)

3.2.17. Radiologischer Befund

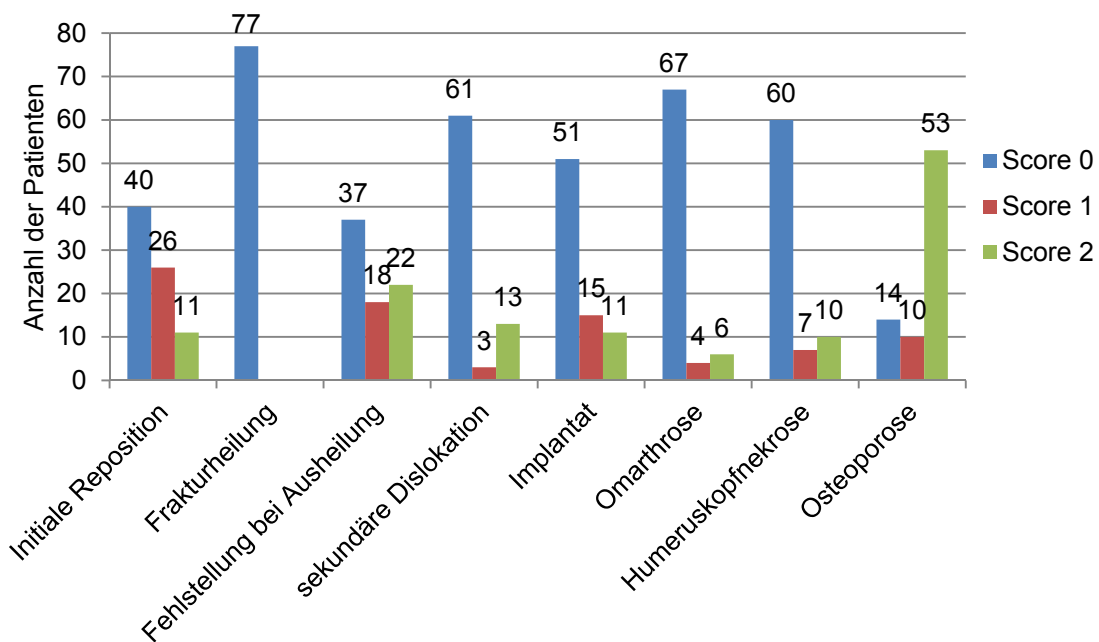


Abb. 48 Ergebnisse der radiologischen Auswertung des Nachuntersuchungskollektivs

3.2.17.1. Initiale Reposition

Die Auswertung der Röntgenaufnahmen ergab bei 40 Patienten (51,9%) des Nachuntersuchungskollektivs eine initial anatomisch korrekte Reposition (Score 0). Bei 26 Patienten (33,8%) zeigte sich bereits in den ersten postoperativen Aufnahmen entweder eine Fehlstellung eines der Tuberkula oder über 15° Valgus- oder Varusfehlstellung, Ante- oder Retrotorsion (Score 1). Bei

elf Patienten (14,3%) fanden sich zwei oder mehr der genannten Abweichungen (Score 2).

3.2.17.2. Frakturheilung

Im Nachuntersuchungskollektiv gab es weder verzögerte Heilung noch Pseudarthrose.

3.2.17.3. Fehlstellung nach Ausheilung

Zum Nachuntersuchungszeitpunkt zeigten noch 37 Patienten (48,1%) des Nachuntersuchungskollektivs eine anatomisch korrekte Stellung (Score 0). 18 Patienten (23,4%) wiesen entweder eine Fehlstellung eines der Tuberkula oder über 15° Valgus- oder Varusfehlstellung, Ante- oder Retrotorsion auf (Score 1). Bei 22 Patienten (28,6%) fanden sich zwei oder mehr der genannten Abweichungen (Score 2).

3.2.17.4. Sekundäre Dislokation

Bei 61 Patienten (79,2%) des Nachuntersuchungskollektivs blieb die initial erreichte Stellung erhalten (Score 0). Drei Patienten (3,9%) entwickelten eine sekundäre Dislokation aus einem initial anatomischen (Score 1), 13 (16,9%) aus einem bereits initial nicht-anatomischen Repositionsergebnis.

Die Zahl der Patienten mit einer radiologisch gesicherten sekundären Dislokation unterscheidet sich von der Häufigkeit der Komplikation sekundäre Dislokation, weil nicht jede Dislokation und insbesondere nur starke Dislokationen revisionsbedürftig sind.

3.2.17.5. Implantat

51 Patienten (66,2%) des Nachuntersuchungskollektivs hatten keine Probleme mit dem Implantat (Score 0). Bei 15 Patienten (19,5%) zeigte sich im Verlauf, dass die Platte die Kalotte überragte oder Schrauben rückläufig waren (Score 1). Elf Patienten (14,3%) erlitten eine Schraubenperforation oder einen Implantatbruch (Score 2).

3.2.17.6. Omarthrose

Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung waren bei 67 Patienten (87,0%) des Nachuntersuchungskollektivs keine Anzeichen einer post-traumatischen Omarthrose sichtbar (Score 0). Vier Patienten (5,2%) wiesen entweder einen verschmälerten Gelenkspalt, eine subchondrale Sklerose oder Osteophyten auf (Score 1). Bei sechs Patienten (7,8%) waren zwei oder mehr der genannten Zeichen zu sehen (Score 2).

3.2.17.7. Humeruskopfnekrose

60 Patienten (77,9%) des Nachuntersuchungskollektivs zeigten zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung keine Zeichen einer Humeruskopfnekrose (Score 0). Bei sieben Patienten (9,1%) konnte entweder eine subchondrale Sklerose oder eine beginnende Entrundung des Humeruskopfes nachgewiesen werden (Score 1). Zehn Patienten (13,0%) zeigten subchondrale Sklerose und Entrundung oder eine Destruktion des Humeruskopfes (Score 2).

3.2.17.8. Osteoporose

Nach der Messmethode von Tingart et al. (2003)[72] wiesen 14 Patienten (18,2%) des Nachuntersuchungskollektivs zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung keine Osteoporose auf (Score 0). Bei zehn Patienten (13,0%) bestand Osteoporose auf einer (Score 1) und bei 53 (68,8%) auf beiden Seiten (Score 2).

Die Patienten mit Osteoporose waren im Mittel 65 Jahre alt (Median 66 Jahre, Spannweite 40–90 Jahre). Darunter waren 37 Frauen und 26 Männer - das sind 90,2% bzw. 72,2% aller nachuntersuchten Frauen bzw. Männer.

3.2.17.9. Fragmentation

Die Auswertung der Röntgenaufnahmen ergab bei 55 Patienten (71,4%) des Nachuntersuchungskollektivs eine Fragmentation. Darunter waren 24 Patienten (31,2%) mit Fragmentation in einem, 26 (33,8%) mit Fragmentation in zwei und fünf (6,5%) mit Fragmentation in drei Bereichen der Kortikalis. Am häufigsten war eine Fragmentation im Bereich der ventralen Kortikalis (34 Patienten;

44,2%), gefolgt von der medialen (29; 37,7%) und dorsalen (28; 36,4%) Kortikalis.

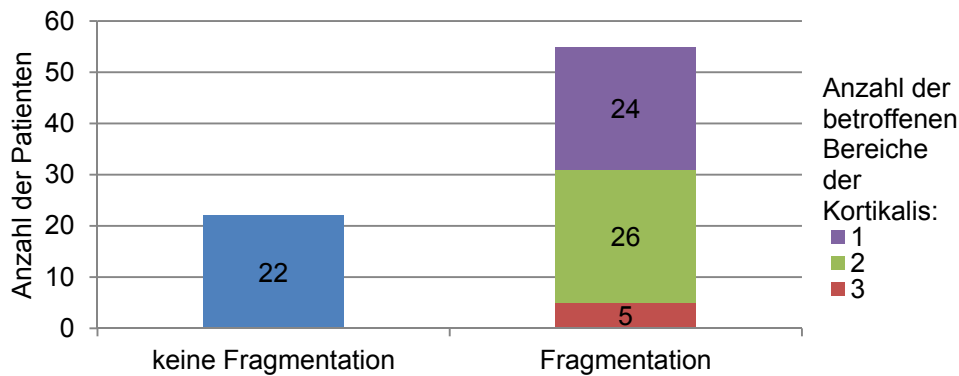


Abb. 49 Häufigkeit von Fragmentation im Nachuntersuchungskollektiv

3.2.17.10. Humeruskopfwinkel

Die Ausmessung des Humeruskopfwinkels auf den aktuellen Röntgenaufnahmen der Nachuntersuchung ergab für die operierte Seite im Mittel $123,6^\circ$ ($\pm 13,4^\circ$; Median 126°) in der a. p. Aufnahme und $58,0^\circ$ ($\pm 14,7^\circ$; Median 58°) in der axialen Aufnahme. Der kleinste Winkel in der a. p. Aufnahme der operierten Seite betrug 82° , der größte 148° . In der axialen Aufnahme betrug der kleinste Winkel 15° und der größte 93° .

Für die gesunde Seite wurden im Mittel $133,6^\circ$ ($\pm 8,0^\circ$; Median 134°) in der a. p. Aufnahme und $63,0^\circ$ ($\pm 8,5^\circ$; Median 63°) in der axialen Aufnahme gemessen. Der kleinste Winkel in der a. p. Aufnahme der gesunden Seite betrug 104° , der größte 155° . In der axialen Aufnahme betrug der kleinste Winkel 47° und der größte 87° .

3.2.17.11. Tuberculum-majus-Stand

Auf den aktuellen Röntgenaufnahmen der Nachuntersuchung stand das Tuberculum majus der operierten Seite bei 56 Patienten (72,7%) anatomisch korrekt unterhalb der Kalotte. Bei 21 Patienten (27,3%) stand es oberhalb der Kalotte.

Auf der gesunden Seite wich das Tuberculum majus nur bei zwei Patienten (2,6%) über die Kalotte ab. Bei beiden Patienten fand sich eine proximale Humerusfraktur auch auf dieser Seite in der Vorgeschichte. Bei 75 Patienten (97,4%) stand das Tuberculum majus der gesunden Seite regelrecht.

3.2.18. Einflussfaktoren auf Schulterfunktion und Lebensqualität

3.2.18.1. Univariate Analyse

Constant-Score

Die univariate Analyse des Constant-Scores zeigte nach Adjustierung des Signifikanzniveaus nach Bonferroni-Holm einen signifikanten Zusammenhang zwischen dem Alter des Patienten zum Unfallzeitpunkt ($p = 0,0009$) sowie seinem Geschlecht ($p = 0,0004$) und dem langfristigen funktionellen Ergebnis der operierten Schulter im Constant-Score. Patienten, die zum Zeitpunkt des Unfalls älter als 65 Jahre waren, erreichten niedrigere Constant-Score-Werte als jüngere Patienten. Ebenso wiesen Frauen niedrigere Ergebnisse als Männer auf. Daneben war das Auftreten einer Schraubenperforation ($p = <0,0001$), einer sekundären Dislokation ($p = 0,0009$) oder einer Rotatorenmanschettenruptur ($p = <0,0001$) mit einem im Mittel niedrigeren Constant-Score assoziiert. Die radiologischen Scores für sekundäre Dislokation und Implantatprobleme zeigten in der Analyse ebenfalls einen signifikanten Zusammenhang zum Constant-Score-Ergebnis ($p = 0,0003$ und $<0,0001$). Der Test nach Tukey-Kramer zeigte, dass insbesondere eine sekundäre Dislokation aus einem bereits nicht-anatomischen Repositionsergebnis (Score 2) im Vergleich zu gar keiner Dislokation (Score 0) zu einem schlechteren Ergebnis führt ($p = 0,0002$). Das gleiche gilt für schwerwiegende Implantatprobleme wie Schraubenperforation und Implantatbruch (Score 2) im Vergleich zu kleinen Implantatproblemen wie Plattenhochstand oder rückläufigen Schrauben (Score 1) ($p = 0,0032$) sowie gar keinen Implantatproblemen (Score 0) ($p = <0,0001$). Des Weiteren konnte ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Constant-Score und dem Score für eine Fehlstellung bei Ausheilung ($p = 0,0011$) nachgewiesen werden. Hier wiesen Patienten mit einer starken Fehlstellung (Score 2) einen signifikant niedrigeren Score auf als Patienten mit gar keiner Fehlstellung (Score 0) ($p = 0,0007$).

Ergebnisse

Tab. 8 Ergebnisse der Signifikanztests für den Constant-Score
(n: Anzahl der Patienten, %: Anteil der Patienten am Nachuntersuchungskollektiv,
MW: arithmetischer Mittelwert des Constant-Scores, SD: Standardabweichung, p aus t-
Test oder Varianzanalyse, * signifikant nach Adjustierung des Signifikanzniveaus nach
Bonferroni-Holm)

		n	%	MW	SD	p	
Alter zum Unfallzeitpunkt	<65 Jahre	58	75,3	81,9	16,8	0,0009*	
	≥65 Jahre	19	24,7	70,1	18,5		
Geschlecht	Weiblich	41	53,2	73,0	18,9	0,0004*	
	Männlich	36	46,8	85,7	13,9		
Vorerkrankungen	Ja	18	23,4	83,8	18,6	0,1130	
	Nein	59	76,6	77,5	17,5		
	0-1	33	42,9	83,2	17,5		0,0133
	2-3	29	37,7	78,5	17,1		
>3	15	19,5	70,4	17,8			
ASA-Klassifikation	1	22	28,6	87,5	13,9	0,0275	
	2	48	62,3	75,4	18,5		
	3	7	9,1	76,4	17,5		
Unfallart	Niedrigrasanztrauma	43	55,8	76,5	16,2	0,0377	
	Hochrasanztrauma	34	44,2	82,1	19,5		
Frakturklassifikation nach Neer	2-Teile	28	36,4	85,7	10,7	0,0734	
	3-Teile	38	49,4	75,7	18,7		
	4-Teile	11	14,3	73,2	24,7		
Frakturklassifikation nach AO	A	28	36,4	85,7	10,7	0,0567	
	B	30	39,0	80,1	16,2		
	C	19	24,7	67,3	23,1		
Dominante Seite	Ja	32	41,6	74,6	21,4	0,2873	
	Nein	45	58,4	82,1	14,2		
Allgemeine Zusatzverletzungen	Ja	10	13,0	79,5	20,3	0,4337	
	Nein	67	87,0	78,9	17,6		
Plattenart	NCB	15	19,5	80,9	18,8	0,4603	
	PHILOS	48	62,3	77,1	19,1		
	Winkelstabile T-Platte	14	18,2	83,4	11,0		
Revisionsoperation	Ja	46	59,7	77,8	19,2	0,7029	
	Nein	31	40,3	80,6	15,8		
	1	41	53,2	78,9	19,1		0,4117
	>1	5	6,5	69,4	19,3		
Irgendeine Komplikation	Ja	31	40,3	72,6	20,4	0,0063	
	Nein	46	59,7	83,2	14,6		
Schraubenperforation	Ja	10	13,0	52,5	17,4	<0,0001*	
	Nein	67	87,0	82,9	14,3		
Plattenimpingement	Ja	13	16,9	85,1	10,9	0,5025	
	Nein	64	83,1	77,7	18,8		
Weichteilimpingement	Ja	6	7,8	75,0	19,3	0,4401	
	Nein	71	92,2	79,3	17,8		
Initiale Reposition	Nicht-anatomisch	37	48,1	72,2	20,3	0,0041	
	Anatomisch/Score 0	40	51,9	85,3	12,6		
	Score 1	26	33,8	72,8	19,9		
	Score 2	11	14,3	70,8	22,1		
Fehlstellung bei Ausheilung	Ja	40	51,9	72,2	20,3	0,0023	
	Nein/Score 0	37	48,1	86,3	10,8		
	Score 1	18	23,4	82,5	11,0		
	Score 2	22	28,6	63,7	22,5		

Ergebnisse

		n	%	MW	SD	p
Sekundäre Dislokation	Ja	16	20,8	63,1	21,7	0,0009*
	Nein/Score 0	61	79,2	83,1	14,2	0,0003*
	Score 1	3	3,9	87,3	11,9	
	Score 2	13	16,9	57,5	19,6	
Implantatprobleme	Ja	26	33,8	70,6	20,7	0,0037
	Nein/Score 0	51	66,2	83,2	14,6	<0,0001*
	Score 1	15	19,5	83,9	11,0	
	Score 2	11	14,3	52,4	16,5	
Omarthrose	Ja	10	13,0	60,4	18,3	0,0165
	Nein/Score 0	67	87,0	81,7	16,2	0,0055
	Score 1	4	5,2	61,5	26,7	
	Score 2	6	7,8	59,7	13,2	
Humeruskopfnekrose	Ja	17	22,1	65,2	22,7	0,0034
	Nein/Score 0	60	77,9	82,9	14,1	0,0079
	Score 1	7	9,1	71,3	24,8	
	Score 2	10	13,0	60,9	21,5	
Osteoporose	Ja	63	81,8	77,9	18,5	0,3500
	Nein/Score 0	14	18,2	83,9	14,4	0,1741
	Score 1	10	13,0	83,7	18,1	
	Score 2	53	68,8	76,8	18,5	
Fragmentation	Ja	55	71,4	75,0	19,0	0,0039
	Nein	22	28,6	88,8	9,2	
	1	24	31,2	79,9	14,0	0,0481
	2	26	33,8	72,5	20,6	
	3	5	6,5	64,8	27,7	
	Medial	29	37,7	71,8	21,3	0,0338
	Ventral	34	44,2	77,2	19,1	0,7479
	Dorsal	28	36,4	69,8	20,6	0,0029
Rotatorenmanschettenruptur	Ja	11	14,3	64,5	15,0	<0,0001*
	Nein	66	85,7	81,4	17,2	

Zwischen Constant-Score und Verzögerung zwischen Unfall und Operation konnte kein Zusammenhang nachgewiesen werden (Pearson'scher Korrelationskoeffizient 0,2590).

Neer-Score

Die univariate Analyse des Neer-Scores zeigte nach Adjustierung des Signifikanzniveaus nach Bonferroni-Holm einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Frakturklassifikation nach AO ($p = 0,0004$) und dem langfristigen funktionellen Ergebnis der operierten Schulter im Neer-Score. C-Frakturen wiesen niedrigere Neer-Score-Werte auf als A- und B-Frakturen. Wie im Constant-Score war auch hier das Auftreten einer Schraubenperforation ($p = <0,0001$), einer sekundären Dislokation ($p = <0,0001$) oder einer Rotatorenmanschettenruptur ($p = <0,0001$) mit einem im Mittel niedrigeren Neer-Score assoziiert. Die radiologischen Scores für sekundäre Dislokation und

Implantatprobleme zeigten in der Analyse ebenfalls einen signifikanten Zusammenhang zum Neer-Score-Ergebnis ($p = <0,0001$). Der Test nach Tukey-Kramer zeigte, dass insbesondere eine sekundäre Dislokation aus einem bereits nicht-anatomischen Repositionsergebnis (Score 2) im Vergleich zu gar keiner Dislokation (Score 0) zu einem schlechteren Ergebnis führt ($p = <0,0001$). Das gleiche gilt für schwerwiegende Implantatprobleme wie Schraubenperforation und Implantatbruch (Score 2) im Vergleich zu kleinen Implantatproblemen wie Plattenhochstand oder rückläufigen Schrauben (Score 1) ($p = <0,0001$) sowie gar keinen Implantatproblemen (Score 0) ($p = <0,0001$). Das Vorliegen einer Fehlstellung bei Ausheilung ($p = <0,0001$) zeigte auch bei der Analyse des Neer-Scores einen signifikanten Zusammenhang. Patienten mit starker Fehlstellung (Score 2) erreichten einen signifikant niedrigeren Score als Patienten mit gar keiner (Score 0) ($p = <0,0001$) oder leichter Fehlstellung (Score 1) ($p = 0,0003$). Konnten bereits bei der initialen Reposition keine anatomischen Verhältnisse hergestellt werden, führte dies zu einem schlechteren funktionellen Ergebnis ($p = 0,0004$). Zusätzlich konnte ein Einfluss einer etwaigen Fragmentation ($p = 0,0005$), Omarthrose ($p = 0,0016$) oder Humeruskopfnekrose ($p = 0,0012$) gezeigt werden. Je mehr Bereiche der Kortikalis fragmentiert waren, desto schlechter war das langfristige funktionelle Ergebnis ($p = 0,0002$). Insbesondere eine Fragmentation der dorsalen Kortikalis zeigte einen signifikanten Zusammenhang mit dem Neer-Score ($p = <0,0001$). Die radiologischen Scores für Omarthrose und Humeruskopfnekrose standen ebenfalls in einem signifikanten Zusammenhang zum Neer-Score-Ergebnis ($p = 0,0010$ bzw. $0,0013$). Nur Patienten, die mehrere Zeichen einer Omarthrose oder Humeruskopfnekrose (Score 2) zeigten, wiesen niedrigere Neer-Score-Werte auf ($p = 0,0062$ oder $0,0010$).

Ein Einfluss von Alter des Patienten zum Unfallzeitpunkt und seinem Geschlecht auf den Neer-Score konnte im Gegensatz zum Constant-Score nicht nachgewiesen werden.

Ergebnisse

Tab. 9 Ergebnisse der Signifikanztests für den Neer-Score
(n: Anzahl der Patienten, %: Anteil der Patienten am Nachuntersuchungskollektiv, MW: arithmetischer Mittelwert des Neer-Scores, SD: Standardabweichung, p aus t-Test oder Varianzanalyse, * signifikant nach Adjustierung des Signifikanzniveaus nach Bonferroni-Holm)

		n	%	MW	SD	p	
Alter zum Unfallzeitpunkt	<65 Jahre	58	75,3	88,6	14,6	0,0144	
	≥65 Jahre	19	24,7	81,3	18,0		
Geschlecht	Weiblich	41	53,2	84,7	18,0	0,3471	
	Männlich	36	46,8	89,2	12,5		
Vorerkrankungen	Ja	18	23,4	89,0	17,0	0,1380	
	Nein	59	76,6	86,1	15,4		
	0-1	33	42,9	89,2	14,8		0,0562
	2-3	29	37,7	87,4	15,6		
	>3	15	19,5	80,2	17,2		
ASA-Klassifikation	1	22	28,6	93,3	9,7	0,0175	
	2	48	62,3	84,8	16,6		
	3	7	9,1	80,0	19,9		
Unfallart	Niedrigrasanztrauma	43	55,8	85,5	16,2	0,3199	
	Hochrasanztrauma	34	44,2	88,4	15,2		
Frakturklassifikation nach Neer	2-Teile	28	36,4	93,6	7,7	0,0146	
	3-Teile	38	49,4	85,2	16,1		
	4-Teile	11	14,3	75,0	21,6		
Frakturklassifikation nach AO	A	28	36,4	93,6	7,7	0,0004*	
	B	30	39,0	89,3	12,9		
	C	19	24,7	72,8	20,0		
Dominante Seite	Ja	32	41,6	82,2	19,6	0,0804	
	Nein	45	58,4	90,1	11,3		
Allgemeine Zusatzverletzungen	Ja	10	13,0	86,3	15,4	0,6288	
	Nein	67	87,0	86,9	15,9		
Plattenart	NCB	15	19,5	88,3	16,1	0,4574	
	PHILOS	48	62,3	85,4	16,9		
	Winkelstabile T-Platte	14	18,2	89,8	10,5		
Revisionsoperation	Ja	46	59,7	84,1	18,2	0,3519	
	Nein	31	40,3	90,8	10,0		
	1	41	53,2	84,6	18,5		0,3135
	>1	5	6,5	80,0	16,7		
Irgendeine Komplikation	Ja	31	40,3	79,5	20,0	0,0070	
	Nein	46	59,7	91,7	9,4		
Schraubenperforation	Ja	10	13,0	58,6	16,1	<0,0001*	
	Nein	67	87,0	91,0	10,5		
Plattenimpingement	Ja	13	16,9	92,3	9,3	0,2257	
	Nein	64	83,1	85,7	16,5		
Weichteilimpingement	Ja	6	7,8	80,5	16,9	0,1271	
	Nein	71	92,2	87,3	15,6		
Initiale Reposition	Nicht-anatomisch	37	48,1	80,8	18,0	0,0004*	
	Anatomisch/Score 0	40	51,9	92,4	10,8	0,0014*	
	Score 1	26	33,8	80,7	20,0		
	Score 2	11	14,3	80,8	12,8		
Fehlstellung bei Ausheilung	Ja	40	51,9	80,5	18,1	<0,0001*	
	Nein/Score 0	37	48,1	93,6	8,6	<0,0001*	
	Score 1	18	23,4	91,9	7,1		
	Score 2	22	28,6	71,1	19,1		

Ergebnisse

		n	%	MW	SD	p
Sekundäre Dislokation	Ja	16	20,8	69,6	19,9	<0,0001*
	Nein/Score 0	61	79,2	91,3	10,7	<0,0001*
	Score 1	3	3,9	92,0	9,5	
	Score 2	13	16,9	64,4	18,1	
Implantatprobleme	Ja	26	33,8	78,0	19,9	0,0036
	Nein/Score 0	51	66,2	91,2	10,9	<0,0001*
	Score 1	15	19,5	91,1	9,2	
	Score 2	11	14,3	60,2	16,2	
Omarthrose	Ja	10	13,0	69,2	17,2	0,0016*
	Nein/Score 0	67	87,0	89,4	13,8	0,0010*
	Score 1	4	5,2	71,3	24,9	
	Score 2	6	7,8	67,8	12,4	
Humeruskopfnekrose	Ja	17	22,1	74,4	19,5	0,0012*
	Nein/Score 0	60	77,9	90,3	12,6	0,0014*
	Score 1	7	9,1	82,9	18,7	
	Score 2	10	13,0	68,4	18,7	
Osteoporose	Ja	63	81,8	86,1	16,6	0,9852
	Nein/Score 0	14	18,2	89,8	10,5	0,7960
	Score 1	10	13,0	89,5	13,5	
	Score 2	53	68,8	85,5	17,2	
Fragmentation	Ja	55	71,4	83,4	16,9	0,0005*
	Nein	22	28,6	95,1	7,6	
	1	24	31,2	89,8	10,5	0,0002*
	2	26	33,8	81,2	17,8	
	3	5	6,5	65,4	23,5	
	Medial	29	37,7	80,9	18,6	0,0106
	Ventral	34	44,2	82,9	18,1	0,0970
	Dorsal	28	36,4	78,2	18,9	<0,0001*
Rotatorenmanschettenruptur	Ja	11	14,3	73,7	10,9	<0,0001*
	Nein	66	85,7	89,0	15,4	

Zwischen Neer-Score und Verzögerung zwischen Unfall und Operation konnte ein schwacher Zusammenhang nachgewiesen werden (Pearson'scher Korrelationskoeffizient 0,3139).

UCLA-Score

Wie bei den beiden oben beschriebenen Scores konnte auch bei der univariaten Analyse des UCLA-Scores nach Adjustierung des Signifikanzniveaus nach Bonferroni-Holm ein signifikanter Zusammenhang mit dem Auftreten einer Schraubenperforation ($p = <0,0001$), einer sekundären Dislokation ($p = 0,0002$) oder einer Rotatorenmanschettenruptur ($p = 0,0005$) sowie dem Vorliegen einer Fehlstellung bei Ausheilung ($p = 0,0005$) nachgewiesen werden. Die radiologischen Scores für sekundäre Dislokation, Implantatprobleme und Fehlstellung bei Ausheilung zeigten ebenfalls einen signifikanten Zusammenhang zum UCLA-Score ($p = <0,0001$). Der Test nach Tukey-Kramer zeigte, dass insbesondere eine sekundäre Dislokation aus einem bereits nicht-anatomischen

Repositionsergebnis (Score 2) im Vergleich zu gar keiner Dislokation (Score 0) zu einem schlechteren Ergebnis führt ($p = <0,0001$). Das gleiche gilt für schwerwiegende Implantatprobleme wie Schraubenperforation und Implantatbruch (Score 2) im Vergleich zu kleinen Implantatproblemen wie Plattenhochstand oder rückläufigen Schrauben (Score 1) ($p = 0,0002$) sowie gar keinen Implantatproblemen (Score 0) ($p = <0,0001$). Patienten mit starker Fehlstellung (Score 2) erreichten einen signifikant niedrigeren Score als Patienten mit gar keiner (Score 0) ($p = <0,0001$) oder leichter Fehlstellung (Score 1) ($p = 0,0108$). Zusätzlich zeigte sich ein signifikanter Zusammenhang mit der Frakturklassifikation nach AO ($p = 0,0003$), einer etwaigen Omarthrose ($p = 0,0013$) oder Humeruskopfnekrose ($p = 0,0013$) und einer Fragmentation der dorsalen Kortikalis ($p = 0,0013$). C-Frakturen wiesen niedrigere UCLA-Score-Werte auf als A- und B-Frakturen. Der radiologische Score für Omarthrose nicht aber für Humeruskopfnekrose stand in einem signifikanten Zusammenhang mit dem UCLA-Score-Ergebnis ($p = 0,0014$). Der Test nach Tukey-Kramer zeigte, dass nur Patienten, die mehrere Zeichen einer Omarthrose (Score 2) zeigten, einen niedrigeren Neer-Score-Werte erzielen ($p = 0,0195$).

Ein Einfluss von Alter des Patienten zum Unfallzeitpunkt und seinem Geschlecht auf den UCLA-Score konnte im Gegensatz zum Constant-Score nicht nachgewiesen werden.

Tab. 10 Ergebnisse der Signifikanztests für den UCLA-Score
(n: Anzahl der Patienten, %: Anteil der Patienten am Nachuntersuchungskollektiv, MW: arithmetischer Mittelwert des UCLA-Scores, SD: Standardabweichung, p aus t-Test oder Varianzanalyse, * signifikant nach Adjustierung des Signifikanzniveaus nach Bonferroni-Holm)

		n	%	MW	SD	p	
Alter zum Unfallzeitpunkt	<65 Jahre	58	75,3	31,1	5,4	0,0369	
	≥65 Jahre	19	24,7	29,1	6,6		
Geschlecht	Weiblich	41	53,2	29,7	6,5	0,3520	
	Männlich	36	46,8	31,5	4,5		
Vorerkrankungen	Ja	18	23,4	30,3	5,7	0,2783	
	Nein	59	76,6	31,4	5,8		
	0-1	33	42,9	31,3	5,1		0,2323
	2-3	29	37,7	31,1	5,1		
	>3	15	19,5	27,9	7,4		
ASA-Klassifikation	1	22	28,6	32,7	3,2	0,2277	
	2	48	62,3	29,7	6,3		
	3	7	9,1	29,7	6,6		

Ergebnisse

		n	%	MW	SD	p
Unfallart	Niedrigrasanztrauma	43	55,8	30,1	6,0	0,3312
	Hochrasanztrauma	34	44,2	31,1	5,4	
Frakturklassifikation nach Neer	2-Teile	28	36,4	33,2	2,8	0,0053
	3-Teile	38	49,4	29,7	6,1	
	4-Teile	11	14,3	26,8	7,2	
Frakturklassifikation nach AO	A	28	36,4	33,2	2,8	0,0003*
	B	30	39,0	30,9	5,6	
	C	19	24,7	26,1	6,6	
Dominante Seite	Ja	32	41,6	29,2	6,9	0,2949
	Nein	45	58,4	31,5	4,5	
Allgemeine Zusatzverletzungen	Ja	10	13,0	30,7	6,0	0,8087
	Nein	67	87,0	30,5	5,7	
Plattenart	NCB	15	19,5	30,8	5,8	0,7561
	PHILOS	48	62,3	30,1	6,3	
	Winkelstabile T-Platte	14	18,2	32	2,9	
Revisionsoperation	Ja	46	59,7	29,6	6,5	0,1831
	Nein	31	40,3	31,9	4,1	
	1	41	53,2	30,1	6,2	
	>1	5	6,5	25,8	7,7	
Irgendeine Komplikation	Ja	31	40,3	28,1	7,1	0,0078
	Nein	46	59,7	32,2	3,8	
Schraubenperforation	Ja	10	13,0	21,3	6,9	<0,0001*
	Nein	67	87,0	31,9	4,0	
Plattenimpingement	Ja	13	16,9	32,4	3,0	0,2197
	Nein	64	83,1	30,2	6,1	
Weichteilimpingement	Ja	6	7,8	28,3	6,6	0,1305
	Nein	71	92,2	30,7	5,6	
Initiale Reposition	Nicht-anatomisch	37	48,1	28,6	6,7	0,0022
	Anatomisch/Score 0	40	51,9	32,4	4,0	
	Score 1	26	33,8	28,5	7,2	
	Score 2	11	14,3	28,9	5,5	
Fehlstellung bei Ausheilung	Ja	40	51,9	32,6	3,8	0,0005*
	Nein/Score 0	37	48,1	32,6	3,8	
	Score 1	18	23,4	32,0	3,4	
	Score 2	22	28,6	25,9	7,2	
Sekundäre Dislokation	Ja	16	20,8	25,3	7,8	0,0002*
	Nein/Score 0	61	79,2	31,9	4,1	
	Score 1	3	3,9	32,2	3,8	
	Score 2	13	16,9	23,7	7,6	
Implantatprobleme	Ja	26	33,8	27,8	7,1	0,0076
	Nein/Score 0	51	66,2	32,0	4,3	
	Score 1	15	19,5	32,1	2,9	
	Score 2	11	14,3	21,9	6,8	
Omarthrose	Ja	10	13,0	26,0	4,6	0,0013*
	Nein/Score 0	67	87,0	31,2	5,6	
	Score 1	4	5,2	25,8	6,2	
	Score 2	6	7,8	26,2	3,8	
Humeruskopfnekrose	Ja	17	22,1	26,3	6,6	0,0013*
	Nein/Score 0	60	77,9	31,8	4,9	
	Score 1	7	9,1	28,4	6,6	
	Score 2	10	13,0	24,8	6,5	

Ergebnisse

		n	%	MW	SD	p
Osteoporose	Ja	63	81,8	30,4	6,0	0,7796
	Nein/Score 0	14	18,2	31,2	4,4	0,9126
	Score 1	10	13,0	31,3	5,3	
	Score 2	53	68,8	30,2	6,1	
Fragmentation	Ja	55	71,4	29,5	6,0	0,0019
	Nein	22	28,6	33,2	3,9	
	1	24	31,2	30,8	4,6	0,0049
	2	26	33,8	29,0	6,5	
	3	5	6,5	25,4	8,4	
	Medial	29	37,7	28,8	6,8	0,0341
	Ventral	34	44,2	29,7	5,9	0,2294
Dorsal	28	36,4	28,1	6,8	0,0013*	
Rotatorenmanschettenruptur	Ja	11	14,3	25,4	6,1	0,0005*
	Nein	66	85,7	31,4	5,2	

Zwischen UCLA-Score und Verzögerung zwischen Unfall und Operation konnte ein schwacher Zusammenhang nachgewiesen werden (Pearson'scher Korrelationskoeffizient 0,3083).

DASH-Score

Wie bei den zuvor beschriebenen Scores zeigte sich auch bei der univariaten Analyse des DASH-Scores nach Adjustierung des Signifikanzniveaus nach Bonferroni-Holm ein signifikanter Zusammenhang mit dem Auftreten einer Schraubenperforation ($p = <0,0001$). Die radiologischen Scores für sekundäre Dislokation, Implantatprobleme und Fehlstellung bei Ausheilung standen ebenfalls in einem signifikanten Zusammenhang zum DASH-Score ($p = 0,0008$; $<0,0001$ und $0,0010$). Der Test nach Tukey-Kramer zeigte, dass insbesondere eine sekundäre Dislokation aus einem bereits nicht-anatomischen Repositionsergebnis (Score 2) im Vergleich zu gar keiner Dislokation (Score 0) mit einem höheren DASH-Score verbunden war ($p = 0,0006$). Das gleiche gilt für schwerwiegende Implantatprobleme wie Schraubenperforation und Implantatbruch (Score 2) im Vergleich zu kleinen Implantatproblemen wie Plattenhochstand oder rückläufigen Schrauben (Score 1) ($p = 0,0003$) sowie gar keinen Implantatproblemen (Score 0) ($p = <0,0001$). Patienten mit starker Fehlstellung (Score 2) erreichten einen signifikant niedrigeren Score als Patienten mit gar keiner (Score 0) ($p = 0,0008$) oder leichter Fehlstellung (Score 1) ($p = 0,0200$). Darüber hinaus konnte ein signifikanter Einfluss der Frakturklassifikation nach AO ($p = 0,0006$), einer etwaigen Omarthrose ($p = 0,0004$) oder Humeruskopf-

nekrose ($p = 0,0012$) nachgewiesen werden. C-Frakturen wiesen höhere DASH-Score-Werte auf als A- und B-Frakturen.

Ein Einfluss von Alter des Patienten zum Unfallzeitpunkt und seinem Geschlecht auf den DASH-Score konnte im Gegensatz zum Constant-Score nicht nachgewiesen werden.

Tab. 11 Ergebnisse der Signifikanztests für den DASH-Score
(n: Anzahl der Patienten, %: Anteil der Patienten am Nachuntersuchungskollektiv, MW: arithmetischer Mittelwert des DASH-Scores, SD: Standardabweichung, p aus t-Test oder Varianzanalyse, * signifikant nach Adjustierung des Signifikanzniveaus nach Bonferroni-Holm)

		n	%	MW	SD	p	
Alter zum Unfallzeitpunkt	<65 Jahre	58	75,3	10,7	17,1	0,3522	
	≥65 Jahre	19	24,7	15,4	21,1		
Geschlecht	Weiblich	41	53,2	16,7	21,4	0,0325	
	Männlich	36	46,8	6,3	11,5		
Vorerkrankungen	Ja	18	23,4	12,9	18,8	0,2852	
	Nein	59	76,6	8,6	15,7		
	0-1	33	42,9	10,8	17,4		0,0712
	2-3	29	37,7	9,3	18,2		
	>3	15	19,5	19,1	18,9		
ASA-Klassifikation	1	22	28,6	5,3	11,2	0,1226	
	2	48	62,3	14,8	19,9		
	3	7	9,1	12,4	19,9		
Unfallart	Niedrigrasanztrauma	43	55,8	14,2	20,1	0,3018	
	Hochrasanztrauma	34	44,2	8,9	15,2		
Frakturklassifikation nach Neer	2-Teile	28	36,4	6,9	16,2	0,0145	
	3-Teile	38	49,4	13,4	18,8		
	4-Teile	11	14,3	19,3	18,6		
Frakturklassifikation nach AO	A	28	36,4	6,9	16,2	0,0006*	
	B	30	39,0	8,9	15,1		
	C	19	24,7	23,9	20,6		
Dominante Seite	Ja	32	41,6	15,3	19,9	0,2803	
	Nein	45	58,4	9,4	16,6		
Allgemeine Zusatzverletzungen	Ja	10	13,0	10,1	17,5	0,6649	
	Nein	67	87,0	12,2	18,4		
Plattenart	NCB	15	19,5	8,9	16,2	0,6524	
	PHILOS	48	62,3	13,7	20,5		
	Winkelstabile T-Platte	14	18,2	8,9	9,5		
Revisionsoperation	Ja	46	59,7	13,3	18,6	0,2151	
	Nein	31	40,3	9,7	17,6		
	1	41	53,2	12,3	17,7		
	>1	5	6,5	21,7	25,4		
Irgendeine Komplikation	Ja	31	40,3	16,9	20,7	0,0332	
	Nein	46	59,7	8,5	15,5		
Schraubenperforation	Ja	10	13,0	36,1	19,2	<0,0001*	
	Nein	67	87,0	8,3	15,1		
Plattenimpingement	Ja	13	16,9	4,5	8,4	0,2639	
	Nein	64	83,1	13,4	19,2		

Ergebnisse

		n	%	MW	SD	p
Weichteilimpingement	Ja	6	7,8	17,2	22,3	0,4079
	Nein	71	92,2	11,4	17,9	
Initiale Reposition	Nicht-anatomisch	37	48,1	16,2	19,7	0,0155
	Anatomisch/Score 0	40	51,9	7,9	15,8	0,0534
	Score 1	26	33,8	16,3	19,9	
	Score 2	11	14,3	16,1	20,2	
Fehlstellung bei Ausheilung	Ja	40	51,9	16,1	19,6	0,0096
	Nein/Score 0	37	48,1	7,3	15,4	0,0010*
	Score 1	18	23,4	7,4	12,0	
	Score 2	22	28,6	23,3	21,8	
Sekundäre Dislokation	Ja	16	20,8	23,5	22,4	0,0018
	Nein/Score 0	61	79,2	8,8	15,7	0,0008*
	Score 1	3	3,9	2,2	2,5	
	Score 2	13	16,9	28,5	22,1	
Implantatprobleme	Ja	26	33,8	17,1	20,1	0,0094
	Nein/Score 0	51	66,2	9,2	16,7	<0,0001*
	Score 1	15	19,5	4,9	7,9	
	Score 2	11	14,3	33,8	19,7	
Omarthrose	Ja	10	13,0	28,2	19,7	0,0004*
	Nein/Score 0	67	87,0	9,5	16,7	0,0018
	Score 1	4	5,2	30,2	22,4	
	Score 2	6	7,8	26,8	19,8	
Humeruskopfnekrose	Ja	17	22,1	23,4	21,6	0,0012*
	Nein/Score 0	60	77,9	8,6	15,8	0,0033
	Score 1	7	9,1	20,2	24,4	
	Score 2	10	13,0	25,6	20,5	
Osteoporose	Ja	63	81,8	12,8	19,1	0,6011
	Nein/Score 0	14	18,2	7,8	12,5	0,3739
	Score 1	10	13,0	7,1	14,9	
	Score 2	53	68,8	13,9	19,8	
Fragmentation	Ja	55	71,4	14,9	19,5	0,0049
	Nein	22	28,6	4,4	11,4	
	1	24	31,2	9,0	15,1	0,0067
	2	26	33,8	18,8	21,3	
	3	5	6,5	22,8	24,5	
	Medial	29	37,7	18,8	22,0	0,0255
	Ventral	34	44,2	15,0	20,2	0,1422
	Dorsal	28	36,4	17,1	19,32	0,0054
Rotatorenmanschettenruptur	Ja	11	14,3	22,9	20,2	0,0031
	Nein	66	85,7	10,1	17,3	

Zwischen DASH-Score und Verzögerung zwischen Unfall und Operation konnte kein Zusammenhang nachgewiesen werden (Pearson'scher Korrelationskoeffizient -0,2291).

Oxford-Shoulder-Score

Die univariate Analyse des Oxford-Shoulder-Scores zeigte wie in den zuvor beschriebenen Scores nach Adjustierung des Signifikanzniveaus nach Bonferroni-Holm einen signifikanten Zusammenhang mit dem Auftreten einer Schraubenperforation ($p = <0,0001$). Daneben konnte ein signifikanter Zusammenhang mit

den radiologischen Scores für sekundäre Dislokation und Implantatprobleme nachgewiesen werden ($p = 0,0006$). Der Test nach Tukey-Kramer zeigte, dass eine sekundäre Dislokation aus einem bereits nicht-anatomischen Repositionsergebnis (Score 2) mit einem höheren Oxford-Shoulder-Score verbunden ist als gar keine Dislokation (Score 0) ($p = 0,0018$) oder eine Dislokation aus einem anatomischen Repositionsergebnis (Score 1) ($p = 0,0433$). Das gleiche gilt für schwerwiegende Implantatprobleme wie Schraubenperforation und Implantatbruch (Score 2) im Vergleich zu kleinen Implantatproblemen wie Plattenhochstand oder rückläufigen Schrauben (Score 1) sowie gar keinen Implantatproblemen (Score 0) ($p = <0,0001$).

Ein Einfluss von Alter des Patienten zum Unfallzeitpunkt und seinem Geschlecht auf den Oxford-Shoulder-Score konnte im Gegensatz zum Constant-Score nicht nachgewiesen werden.

Tab. 12 Ergebnisse der Signifikanztests für den Oxford-Shoulder-Score (n: Anzahl der Patienten, %: Anteil der Patienten am Nachuntersuchungskollektiv, MW: arithmetischer Mittelwert des Oxford-Shoulder-Scores, SD: Standardabweichung, p aus t-Test oder Varianzanalyse, * signifikant nach Adjustierung des Signifikanzniveaus nach Bonferroni-Holm)

		n	%	MW	SD	p	
Alter zum Unfallzeitpunkt	<65 Jahre	58	75,3	15,5	6,0	0,1411	
	≥65 Jahre	19	24,7	17,5	7,8		
Geschlecht	Weiblich	41	53,2	17,8	7,8	0,0113	
	Männlich	36	46,8	14,0	3,9		
Vorerkrankungen	Ja	18	23,4	16,3	6,8	0,4202	
	Nein	59	76,6	14,9	5,5		
	0-1	33	42,9	15,5	5,9		0,3997
	2-3	29	37,7	15,7	7,0		
	>3	15	19,5	17,7	6,8		
ASA-Klassifikation	1	22	28,6	13,8	4,1	0,1017	
	2	48	62,3	16,9	7,0		
	3	7	9,1	16,6	7,8		
Unfallart	Niedrigrasanztrauma	43	55,8	16,9	7,2	0,1912	
	Hochrasanztrauma	34	44,2	14,9	5,3		
Frakturklassifikation nach Neer	2-Teile	28	36,4	13,8	4,5	0,0290	
	3-Teile	38	49,4	16,6	7,1		
	4-Teile	11	14,3	19,4	7,4		
Frakturklassifikation nach AO	A	28	36,4	13,8	4,5	0,0060	
	B	30	39,0	15,5	6,5		
	C	19	24,7	20,1	7,4		
Dominante Seite	Ja	32	41,6	17,3	7,6	0,1875	
	Nein	45	58,4	15,1	5,5		
Allgemeine Zusatzverletzungen	Ja	10	13,0	14,9	5,3	0,5895	
	Nein	67	87,0	16,2	6,7		

Ergebnisse

		n	%	MW	SD	p
Plattenart	NCB	15	19,5	15,1	5,9	0,2432
	PHILOS	48	62,3	16,9	7,3	
	Winkelstabile T-Platte	14	18,2	14,1	2,8	
Revisionsoperation	Ja	46	59,7	16,6	7,0	0,3685
	Nein	31	40,3	15,1	5,6	
	1	41	53,2	16,2	6,8	
	>1	5	6,5	20,0	9,2	
Irgendeine Komplikation	Ja	31	40,3	17,9	7,9	0,0529
	Nein	46	59,7	14,7	5,1	
Schraubenperforation	Ja	10	13,0	24,4	7,6	<0,0001*
	Nein	67	87,0	14,7	5,3	
Plattenimpingement	Ja	13	16,9	13,3	2,8	0,0145
	Nein	64	83,1	16,5	6,9	
Weichteilimpingement	Ja	6	7,8	19,2	9,7	0,2643
	Nein	71	92,2	15,7	6,2	
Initiale Reposition	Nicht-anatomisch?	37	48,1	17,5	7,1	0,0405
	Anatomisch/Score 0	40	51,9	14,7	5,6	
	Score 1	26	33,8	17,3	7,1	
	Score 2	11	14,3	17,7	7,4	
Fehlstellung bei Ausheilung	Ja	40	51,9	17,5	7,1	0,0262
	Nein/Score 0	37	48,1	14,4	5,4	
	Score 1	18	23,4	14,1	3,3	
	Score 2	22	28,6	20,2	8,2	
Sekundäre Dislokation	Ja	16	20,8	19,9	8,5	0,0397
	Nein/Score 0	61	79,2	15,0	5,5	
	Score 1	3	3,9	12,3	0,6	
	Score 2	13	16,9	21,6	8,5	
Implantatprobleme	Ja	26	33,8	17,7	7,4	0,0758
	Nein/Score 0	51	66,2	15,1	5,9	
	Score 1	15	19,5	13,4	2,7	
	Score 2	11	14,3	23,6	7,7	
Omarthrose	Ja	10	13,0	21,3	7,1	0,0021
	Nein/Score 0	67	87,0	15,2	6,1	
	Score 1	4	5,2	22,3	8,0	
	Score 2	6	7,8	20,7	7,1	
Humeruskopfnekrose	Ja	17	22,1	20,1	7,6	0,0016
	Nein/Score 0	60	77,9	14,9	5,7	
	Score 1	7	9,1	19,4	8,9	
	Score 2	10	13,0	20,5	7,0	
Osteoporose	Ja	63	81,8	16,1	6,8	0,8895
	Nein/Score 0	14	18,2	15,4	4,8	
	Score 1	10	13,0	13,8	3,2	
	Score 2	53	68,8	16,6	7,3	
Fragmentation	Ja	55	71,4	17,0	6,8	0,0078
	Nein	22	28,6	13,6	5,0	
	1	24	31,2	15,0	4,9	0,0620
	2	26	33,8	18,3	7,6	
	3	5	6,5	19,4	9,3	
	Medial	29	37,7	18,0	7,6	
	Ventral	34	44,2	17,0	7,1	
	Dorsal	28	36,4	18,0	7,2	
Rotatorenmanschettenruptur	Ja	11	14,3	19,5	7,9	0,0439
	Nein	66	85,7	15,4	6,1	

Zwischen Oxford-Shoulder-Score und Verzögerung zwischen Unfall und Operation konnte kein Zusammenhang nachgewiesen werden (Pearson'scher Korrelationskoeffizient 0,1164).

Tab. 13 Übersicht über signifikante Einflussgrößen der Schulterfunktionsscores

Einflussgröße	Constant-Score	Neer-Score	UCLA-Score	DASH-Score	Oxford-Shoulder-Score
Alter zum Unfallzeitpunkt	*				
Geschlecht	*				
AO-Frakturklassifikation		*	*	*	
Fragmentation		*			
Initiale Reposition		*			
Fehlstellung bei Ausheilung	*	*	*		
Sekundäre Dislokation	*	*	*		
Omarthrose		*	*	*	
Humeruskopfnekrose		*	*	*	
Schraubenperforation	*	*	*	*	*
Rotatorenmanschettenruptur	*	*	*		

EQ-Index

Die univariate Analyse des EQ-Index zeigte nach Adjustierung des Signifikanzniveaus nach Bonferroni-Holm nur einen signifikanten Zusammenhang mit dem Score für sekundäre Dislokation ($p = 0,0002$), der sich im Test nach Tukey-Kramer zum Vergleich der Gruppen untereinander nicht bestätigte.

Tab. 14 Ergebnisse der Signifikanztests für den EQ-Index

(n: Anzahl der Patienten, %: Anteil der Patienten am Nachuntersuchungskollektiv, MW: arithmetischer Mittelwert des EQ-Index, SD: Standardabweichung, p aus t-Test oder Varianzanalyse, * signifikant nach Adjustierung des Signifikanzniveaus nach Bonferroni-Holm)

		n	%	MW	SD	p
Alter zum Unfallzeitpunkt	<65 Jahre	58	75,3	0,8812	0,1405	0,0522
	≥65 Jahre	19	24,7	0,7461	0,2551	
Geschlecht	Weiblich	41	53,2	0,7801	0,2045	0,0004
	Männlich	36	46,8	0,9250	0,1173	
Vorerkrankungen	Ja	18	23,4	0,8263	0,1914	0,0219
	Nein	59	76,6	0,9183	0,1365	
	0-1	33	42,9	0,9138	0,1326	0,0743
	2-3	29	37,7	0,8154	0,1954	
	>3	15	19,5	0,7652	0,2154	
ASA-Klassifikation	1	22	28,6	0,9351	0,1130	0,0046
	2	48	62,3	0,8061	0,1865	
	3	7	9,1	0,8596	0,2590	
Unfallart	Niedrigrasanztrauma	43	55,8	0,8236	0,2023	0,0797
	Hochrasanztrauma	34	44,2	0,8785	0,1539	

Ergebnisse

		n	%	MW	SD	p
Frakturklassifikation nach Neer	2-Teile	28	36,4	0,8916	0,1423	0,4011
	3-Teile	38	49,4	0,8144	0,2068	
	4-Teile	11	14,3	0,8517	0,1821	
Frakturklassifikation nach AO	A	28	36,4	0,8916	0,1423	0,5648
	B	30	39,0	0,8598	0,1351	
	C	19	24,7	0,7644	0,2678	
Dominante Seite	Ja	32	41,6	0,8234	0,2252	0,9684
	Nein	45	58,4	0,8652	0,1471	
Allgemeine Zusatzverletzungen	Ja	10	13,0	0,8450	0,1595	0,8437
	Nein	67	87,0	0,8483	0,1878	
Plattenart	NCB	15	19,5	0,8287	0,2404	0,0821
	PHILOS	48	62,3	0,8346	0,1656	
	Winkelstabile T-Platte	14	18,2	0,9136	0,1719	
Revisionsoperation	Ja	46	59,7	0,8296	0,1893	0,2091
	Nein	31	40,3	0,8749	0,1738	
	1	41	53,2	0,8360	0,1944	
	>1	5	6,5	0,7770	0,1461	
Irgendeine Komplikation	Ja	31	40,3	0,7938	0,2050	0,0272
	Nein	46	59,7	0,8842	0,1595	
Schraubenperforation	Ja	10	13,0	0,7098	0,2683	0,0956
	Nein	67	87,0	0,8684	0,1600	
Plattenimpingement	Ja	13	16,9	0,8541	0,1593	0,6016
	Nein	64	83,1	0,8466	0,1891	
Weichteilimpingement	Ja	6	7,8	0,7557	0,1632	0,1467
	Nein	71	92,2	0,8556	0,1840	
Initiale Reposition	Nicht-anatomisch	37	48,1	0,8030	0,2070	0,0420
	Anatomisch/Score 0	40	51,9	0,8893	0,1495	
	Score 1	26	33,8	0,7928	0,2297	
	Score 2	11	14,3	0,8271	0,1463	
Fehlstellung bei Ausheilung	Ja	40	51,9	0,7995	0,2006	0,0091
	Nein/Score 0	37	48,1	0,9001	0,1485	
	Score 1	18	23,4	0,8441	0,1899	
	Score 2	22	28,6	0,7631	0,2059	
Sekundäre Dislokation	Ja	16	20,8	0,7444	0,2220	0,0265
	Nein/Score 0	61	79,2	0,8750	0,1634	
	Score 1	3	3,9	0,7907	0,0540	
	Score 2	13	16,9	0,7338	0,2459	
Implantatprobleme	Ja	26	33,8	0,8004	0,2113	0,0949
	Nein/Score 0	51	66,2	0,8720	0,1645	
	Score 1	15	19,5	0,8637	0,1522	
	Score 2	11	14,3	0,7141	0,2549	
Omarthrose	Ja	10	13,0	0,6455	0,3077	0,0348
	Nein/Score 0	67	87,0	0,8780	0,1368	
	Score 1	4	5,2	0,5560	0,3416	
	Score 2	6	7,8	0,7052	0,2996	
Humeruskopfnekrose	Ja	17	22,1	0,7715	0,2030	0,0897
	Nein/Score 0	60	77,9	0,8695	0,1733	
	Score 1	7	9,1	0,7437	0,2492	
	Score 2	10	13,0	0,7910	0,1755	
Osteoporose	Ja	63	81,8	0,8341	0,1891	0,0837
	Nein/Score 0	14	18,2	0,9096	0,1457	
	Score 1	10	13,0	0,9073	0,1415	
	Score 2	53	68,8	0,8203	0,1947	

Ergebnisse

		n	%	MW	SD	p
Fragmentation	Ja	55	71,4	0,8214	0,1942	0,0188
	Nein	22	28,6	0,9140	0,1355	
	1	24	31,2	0,8194	0,1725	0,0982
	2	26	33,8	0,8313	0,1925	
	3	5	6,5	0,7794	0,3219	
	Medial	29	37,7	0,8147	0,1924	0,2027
	Ventral	34	44,2	0,8394	0,1932	0,7457
	Dorsal	28	36,4	0,8006	0,2372	0,3278
Rotatorenmanschettenruptur	Ja	11	14,3	0,7860	0,2271	0,3734
	Nein	66	85,7	0,8581	0,1751	

Zwischen EQ-Index und Verzögerung zwischen Unfall und Operation konnte kein Zusammenhang nachgewiesen werden (Pearson'scher Korrelationskoeffizient -0,1769).

EQ-VAS

In der univariaten Analyse des EQ-VAS konnten nach Adjustierung des Signifikanzniveaus nach Bonferroni-Holm keine Zusammenhänge nachgewiesen werden.

Tab. 15 Ergebnisse der Signifikanztests für den EQ-VAS
(n: Anzahl der Patienten, %: Anteil der Patienten am Nachuntersuchungskollektiv, MW: arithmetischer Mittelwert des EQ-VAS, SD: Standardabweichung, p aus t-Test oder Varianzanalyse, * signifikant nach Adjustierung des Signifikanzniveaus nach Bonferroni-Holm)

		n	%	MW	SD	p
Alter zum Unfallzeitpunkt	<65 Jahre	58	75,3	78,2	13,7	0,1304
	≥65 Jahre	19	24,7	69,7	19,2	
Geschlecht	Weiblich	41	53,2	72,7	15,7	0,0362
	Männlich	36	46,8	80,1	14,5	
Vorerkrankungen	Ja	18	23,4	73,6	16,2	0,0016
	Nein	59	76,6	84,2	9,9	
	0-1	33	42,9	82,0	11,7	0,0138
	2-3	29	37,7	72,9	15,9	
	>3	15	19,5	68,9	18,7	
ASA-Klassifikation	1	22	28,6	83,4	9,6	0,0122
	2	48	62,3	72,4	16,2	
	3	7	9,1	77,9	19,5	
Unfallart	Niedrigrasanztrauma	43	55,8	74,3	15,7	0,2477
	Hochrasanztrauma	34	44,2	78,5	15,3	
Frakturklassifikation nach Neer	2-Teile	28	36,4	78,3	11,8	0,5949
	3-Teile	38	49,4	74,5	18,2	
	4-Teile	11	14,3	76,4	14,0	
Frakturklassifikation nach AO	A	28	36,4	78,3	11,8	0,4539
	B	30	39,0	76,2	18,2	
	C	19	24,7	72,9	15,8	
Dominante Seite	Ja	32	41,6	73,5	16,9	0,2341
	Nein	45	58,4	77,9	14,4	
Allgemeine Zusatzverletzungen	Ja	10	13,0	76,0	13,1	0,9796
	Nein	67	87,0	76,1	16,0	

Ergebnisse

		n	%	MW	SD	p
Plattenart	NCB	15	19,5	83,0	15,0	0,0107
	PHILOS	48	62,3	72,1	15,5	
	Winkelstabile T-Platte	14	18,2	83,1	11,6	
Revisionsoperation	Ja	46	59,7	74,4	16,7	0,2609
	Nein	31	40,3	78,5	13,7	
	1	41	53,2	75,8	16,8	
	>1	5	6,5	64,0	11,9	
Irgendeine Komplikation	Ja	31	40,3	71,0	17,0	0,0155
	Nein	46	59,7	79,7	13,5	
Schraubenperforation	Ja	10	13,0	66,0	18,7	0,0262
	Nein	67	87,0	77,7	14,6	
Plattenimpingement	Ja	13	16,9	75,8	15,0	0,9298
	Nein	64	83,1	76,2	15,8	
Weichteilimpingement	Ja	6	7,8	64,2	15,6	0,0491
	Nein	71	92,2	77,1	15,2	
Initiale Reposition	Nicht-anatomisch	37	48,1	71,7	16,1	0,0168
	Anatomisch/Score 0	40	51,9	80,1	14,0	
	Score 1	26	33,8	69,4	16,7	
	Score 2	11	14,3	76,8	14,0	
Fehlstellung bei Ausheilung	Ja	40	51,9	72,4	16,1	0,0331
	Nein/Score 0	37	48,1	80,0	14,1	
	Score 1	18	23,4	74,1	15,8	
	Score 2	22	28,6	71,1	16,6	
Sekundäre Dislokation	Ja	16	20,8	70,6	16,7	0,1122
	Nein/Score 0	61	79,2	77,6	15,0	
	Score 1	3	3,9	86,7	15,3	
	Score 2	13	16,9	66,9	15,2	
Implantatprobleme	Ja	26	33,8	71,2	16,6	0,0439
	Nein/Score 0	51	66,2	78,7	14,5	
	Score 1	15	19,5	74,3	15,5	
	Score 2	11	14,3	66,8	17,9	
Omarthrose	Ja	10	13,0	66,5	16,8	0,0349
	Nein/Score 0	67	87,0	77,6	14,9	
	Score 1	4	5,2	68,8	17,5	
	Score 2	6	7,8	65,0	17,9	
Humeruskopfnekrose	Ja	17	22,1	75,1	12,8	0,2241
	Nein/Score 0	60	77,9	77,3	16,2	
	Score 1	7	9,1	70,7	14,6	
	Score 2	10	13,0	73,0	12,1	
Osteoporose	Ja	63	81,8	75,2	15,8	0,3042
	Nein/Score 0	14	18,2	80,0	14,4	
	Score 1	10	13,0	78,0	16,4	
	Score 2	53	68,8	74,7	15,8	
Fragmentation	Ja	55	71,4	73,7	14,8	0,0330
	Nein	22	28,6	82,0	16,1	
	1	24	31,2	74,4	15,2	0,1708
	2	26	33,8	74,0	14,9	
	3	5	6,5	69,0	14,3	
	Medial	29	37,7	72,7	13,8	
	Ventral	34	44,2	74,7	14,3	
	Dorsal	28	36,4	72,1	16,1	
Rotatorenmanschettenruptur	Ja	11	14,3	73,6	13,2	0,5704
	Nein	66	85,7	76,5	16,0	

Zwischen EQ-VAS und Verzögerung zwischen Unfall und Operation konnte kein Zusammenhang nachgewiesen werden (Pearson'scher Korrelationskoeffizient 0,1485).

Körperliche Funktionsfähigkeit (KÖFU) (SF-36)

Die univariate Analyse des Abschnitts Körperliche Funktionsfähigkeit (KÖFU) des SF-36 zeigte nach Adjustierung des Signifikanzniveaus nach Bonferroni-Holm einen signifikanten Zusammenhang mit der Anzahl der Vorerkrankungen des Patienten ($p = 0,0002$) und der ASA-Klassifikation ($p = 0,0005$). Patienten, die über mehr als drei Vorerkrankungen berichteten, wiesen niedrigere Ergebnisse im KÖFU auf als andere Patienten. Patienten mit der ASA-Klassifikation 2 oder 3 erreichten niedrigere Werte im KÖFU als Patienten mit der ASA-Klassifikation 1.

Tab. 16 Ergebnisse der Signifikanztests für die Dimension Körperliche Funktionsfähigkeit (KÖFU) des SF-36
(n: Anzahl der Patienten, %: Anteil der Patienten am Nachuntersuchungskollektiv, MW: arithmetischer Mittelwert der KÖFU, SD: Standardabweichung, p aus t-Test oder Varianzanalyse, * signifikant nach Adjustierung des Signifikanzniveaus nach Bonferroni-Holm)

		n	%	MW	SD	p	
Alter zum Unfallzeitpunkt	<65 Jahre	58	75,3	87,4	20,3	0,0433	
	≥65 Jahre	19	24,7	77,1	20,9		
Geschlecht	Weiblich	41	53,2	80,0	23,0	0,0249	
	Männlich	36	46,8	90,4	16,8		
Vorerkrankungen	Ja	18	23,4	82,1	22,0	0,0078	
	Nein	59	76,6	93,9	13,2		
	0-1	33	42,9	94,5	11,1		0,0002*
	2-3	29	37,7	85,0	18,5		
	>3	15	19,5	63,3	26,1		
ASA-Klassifikation	1	22	28,6	97,3	5,3	0,0005*	
	2	48	62,3	81,3	21,8		
	3	7	9,1	70,7	28,1		
Unfallart	Niedrigrasanztrauma	43	55,8	82,6	22,1	0,2768	
	Hochrasanztrauma	34	44,2	87,8	19,0		
Frakturklassifikation nach Neer	2-Teile	28	36,4	86,6	21,7	0,7166	
	3-Teile	38	49,4	82,9	21,4		
	4-Teile	11	14,3	87,3	17,5		
Frakturklassifikation nach AO	A	28	36,4	86,6	21,7	0,7721	
	B	30	39,0	85	19,8		
	C	19	24,7	82,1	22,0		
Dominante Seite	Ja	32	41,6	77,3	25,9	0,0145	
	Nein	45	58,4	90,2	14,4		
Allgemeine Zusatzverletzungen	Ja	10	13,0	90,5	11,9	0,1760	
	Nein	67	87,0	84,0	21,8		

Ergebnisse

		n	%	MW	SD	p
Plattenart	NCB	15	19,5	87,0	16,7	0,7085
	PHILOS	48	62,3	83,3	22,0	
	Winkelstabile T-Platte	14	18,2	87,9	21,5	
Revisionsoperation	Ja	46	59,7	84,0	22,2	0,6666
	Nein	31	40,3	86,1	18,9	
	1	41	53,2	84,8	21,9	
	>1	5	6,5	78,0	27,1	
Irgendeine Komplikation	Ja	31	40,3	82,7	21,4	0,4659
	Nein	46	59,7	86,3	20,6	
Schraubenperforation	Ja	10	13,0	70,0	26,4	0,0146
	Nein	67	87,0	87,1	19,2	
Plattenimpingement	Ja	13	16,9	91,2	10,4	0,0672
	Nein	64	83,1	83,6	22,2	
Weichteilimpingement	Ja	6	7,8	82,5	26,0	0,7740
	Nein	71	92,2	85,1	20,6	
Initiale Reposition	Nicht-anatomisch	37	48,1	78,0	24,9	0,0059
	Anatomisch/Score 0	40	51,9	91,3	13,7	
	Score 1	26	33,8	74,2	26,6	
	Score 2	11	14,3	86,8	18,7	
Fehlstellung bei Ausheilung	Ja	40	51,9	78,8	24,2	0,0059
	Nein/Score 0	37	48,1	91,5	14,1	
	Score 1	18	23,4	78,3	26,6	
	Score 2	22	28,6	79,1	22,7	
Sekundäre Dislokation	Ja	16	20,8	76,9	22,9	0,0849
	Nein/Score 0	61	79,2	87,0	20,0	
	Score 1	3	3,9	85,0	8,7	
	Score 2	13	16,9	75,0	24,9	
Implantatprobleme	Ja	26	33,8	82,3	21,4	0,4450
	Nein/Score 0	51	66,2	86,2	20,7	
	Score 1	15	19,5	89,3	13,7	
	Score 2	11	14,3	72,7	26,6	
Omarthrose	Ja	10	13,0	72,0	24,4	0,0355
	Nein/Score 0	67	87,0	86,8	19,8	
	Score 1	4	5,2	75,0	23,5	
	Score 2	6	7,8	70,0	27,0	
Humeruskopfnekrose	Ja	17	22,1	83,5	15,0	0,7126
	Nein/Score 0	60	77,9	85,3	22,3	
	Score 1	7	9,1	80,7	14,0	
	Score 2	10	13,0	85,5	16,1	
Osteoporose	Ja	63	81,8	82,7	22,2	0,0014
	Nein/Score 0	14	18,2	94,6	8,2	
	Score 1	10	13,0	88,0	14,9	
	Score 2	53	68,8	81,7	23,3	
Fragmentation	Ja	55	71,4	82,4	21,9	0,0956
	Nein	22	28,6	91,1	16,9	
	1	24	31,2	81,7	20,8	0,4173
	2	26	33,8	83,3	22,9	
	3	5	6,5	81,0	26,1	
	Medial	29	37,7	79,8	23,8	
	Ventral	34	44,2	84,0	21,5	
	Dorsal	28	36,4	85,7	20,4	
Rotatorenmanschettenruptur	Ja	11	14,3	78,2	22,8	0,1775
	Nein	66	85,7	86,0	20,5	

Zwischen KÖFU und Verzögerung zwischen Unfall und Operation konnte kein Zusammenhang nachgewiesen werden (Pearson'scher Korrelationskoeffizient 0,1270).

3.2.18.2. Multivariate Analyse

Constant-Score

Die multivariate Analyse des Constant-Scores zeigte einen signifikanten Zusammenhang mit dem Alter des Patienten zum Unfallzeitpunkt ($p = 0,0164$), seinem Geschlecht ($p = <0,0001$) und dem Score für Humeruskopfnekrose ($p = 0,0047$).

Tab. 17 Multiples lineares Regressionsmodell für den Constant-Score (Bestimmtheitsmaß R^2 0,52893, Residuen normalverteilt)
(r: Regressionskoeffizient, SE: Standardfehler, 95%-KI: 95%-Konfidenzintervall,
* signifikant)

	r	SE	95%-KI	p
Alter zum Unfallzeitpunkt (≥ 65 Jahre vs. < 65 Jahre)	-0,399	0,161859	-0,72235 bis -0,07565	0,016389*
Geschlecht (weiblich vs. männlich)	-0,64274	0,135333	-0,9131 bis -0,37239	<0,0001*
Initiale Reposition (Score 1-2 vs. 0)	0,387425	0,422444	-0,45651 bis 1,231354	0,0715
Sekundäre Dislokation (ja vs. nein)	0,191976	0,231087	-0,26967 bis 0,653625	0,409203
Schraubenperforation (ja vs. nein)	-0,38975	0,276909	-0,94294 bis 0,163443	0,164121
Rotatorenmanschettenruptur (ja vs. nein)	-0,41669	0,227205	-0,87058 bis 0,037204	0,071306
Omarthrose (Score 1-2 vs. 0)	-0,52555	0,753422	-2,03069 bis 0,979579	0,4418
Humeruskopfnekrose (Score 1-2 vs. 0)	-0,5786	0,602817	-1,78287 bis 0,62566	0,0047*

3.2.18.3. Relatives Risiko

Constant-Score

Das Risiko für einen schlechten Constant-Score, d. h. 71 Punkte oder weniger, ist für über 65-Jährige 2,1-mal so hoch wie für unter 65-Jährige. Für Frauen ist das Risiko 4,1-mal höher als für Männer. Kann intraoperativ keine anatomische Reposition erreicht werden oder kommt es zu einer sekundären Dislokation, dann ist das Risiko 3,5- bzw. 3,4-mal erhöht gegenüber einer anatomischen Reposition und ausbleibender Dislokation. Erleidet der Patient eine Schraubenperforation, ist sein Risiko für einen schlechten Constant-Score 4,7-mal so hoch

wie für Patienten ohne diese Komplikation. Bei einer Rotatorenmanschettenruptur ist das Risiko 3,3-mal höher.

Tab. 18 Relatives Risiko für ein schlechtes Ergebnis im Constant-Score (≤ 71 Punkte) (RR: relatives Risiko, 95%-KI: 95%-Konfidenzintervall)

Risikofaktor		RR	95%-KI
Alter zum Unfallzeitpunkt	≥ 65 Jahre alt	2,1368	0,9457 bis 4,8284
Geschlecht	weiblich	4,0976	1,2796 bis 13,1210
Initiale Reposition	nicht-anatomisch	3,5135	1,2573 bis 9,8182
Sekundäre Dislokation	ja	3,3889	1,5579 bis 7,3716
Schraubenperforation	ja	4,69	2,3266 bis 9,4542
Rotatorenmanschettenruptur	ja	3,2727	1,5261 bis 7,0184

3.2.19. Einfluss der Komplikation Schraubenperforation

Die univariate Analyse des Faktors Schraubenperforation ergab einen signifikanten Zusammenhang mit den Frakturklassifikationen nach AO und Neer sowie dem Vorliegen einer Fragmentation in zwei oder mehr Bereichen der Kortikalis ($p = 0,0006$). Es fanden sich häufiger Schraubenperforationen unter Patienten mit bifokalen Frakturen (B- und C-Frakturen nach AO) ($p = 0,0104$) bzw. drei oder mehr Teilen nach Neer ($p = 0,0104$) sowie intraartikulären Frakturen (C-Frakturen nach AO) ($p = <0,0001$). Des Weiteren zeigte sich ein Zusammenhang mit der Qualität der initialen Reposition ($p = 0,0004$), dem Auftreten einer sekundären Dislokation ($p = <0,0001$) sowie dem Vorliegen einer Fehlstellung bei Ausheilung ($p = 0,0011$), einer etwaigen Omarthrose ($p = 0,0002$), Humeruskopfnekrose ($p = 0,0019$) oder Rotatorenmanschettenruptur ($p = 0,0006$).

Die multivariate Analyse des Faktors Schraubenperforation zeigte, dass, unabhängig von anderen Faktoren, vor allem die Qualität der initialen Reposition ($p = 0,0410$) sowie das Auftreten einer sekundären Dislokation ($p = 0,0260$) die Wahrscheinlichkeit einer Schraubenperforation beeinflussen.

Tab. 19 Multiples logistisches Regressionsmodell für den Faktor Schraubenperforation (r: Regressionskoeffizient, SE: Standardfehler, * signifikant)

	r	SE	p
Frakturklassifikation nach AO (C- vs. A- und B-Frakturen)	0,688346	0,807707	0,119939
Score für Fragmentation (2-3 vs. 0-1)	1,370875	1,067555	0,041044
Initiale Reposition (nicht-anatomisch vs. anatomisch)	8,700667	937,2732	0,026013*
Sekundäre Dislokation (ja vs. nein)	1,731561	0,87357	0,340553*
Omarthrose (ja vs. nein)	0,809473	0,843772	0,186933
Humeruskopfnekrose (ja vs. nein)	1,13356	0,887419	0,500268
Rotatorenmanschettenruptur (ja vs. nein)	-0,62802	0,986737	0,390656

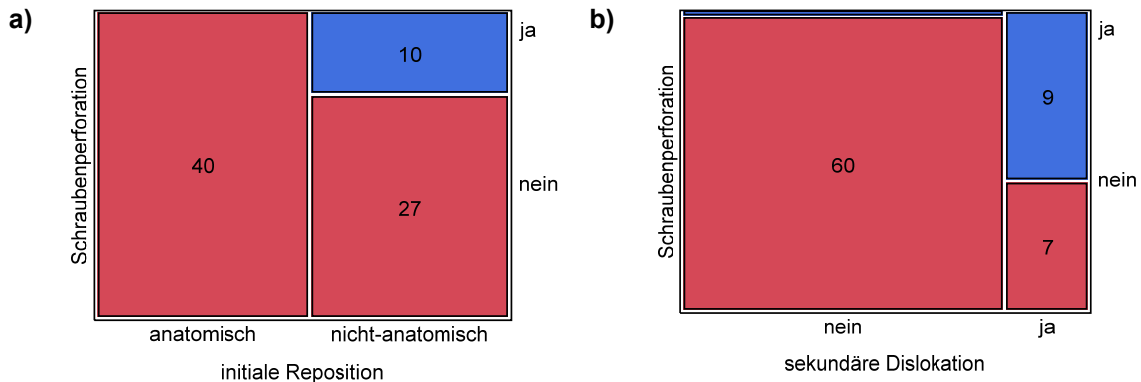


Abb. 50 Mosaikdiagramme zur Häufigkeit einer Schraubenperforation abhängig von der Qualität der initialen Reposition (a) und einer sekundären Dislokation (b)

3.2.20. Einfluss der Anatomie

Untersucht man den Einfluss des Humeruskopfwinkels bei Nachuntersuchung auf das funktionelle Endergebnis, so zeigt sich ein signifikanter Zusammenhang ($p = 0,0008$). Insbesondere Patienten mit einem varischen Humeruskopfwinkel $< 115^\circ$ haben einen signifikant schlechteren Constant-Score als Patienten mit einem normalen Humeruskopfwinkel zwischen 125° und 145° ($p = 0,0003$).

Tab. 20 Vergleich der Constant-Score-Ergebnisse bei verschiedenen Achsenfehlstellungen zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung (Einteilung nach Brunner et al. 2009[75]) (n: Anzahl der Patienten, %: Anteil der Patienten am Nachuntersuchungskollektiv, MW: arithmetischer Mittelwert des Constant-Scores, SD: Standardabweichung des Constant-Scores, p aus ANOVA, * signifikant)

Humeruskopfwinkel	n	%	MW	SD	p
Major Varus ($<115^\circ$)	18	23,4	62,6	21,4	0,0008*
Minor Varus ($115-124^\circ$)	14	18,2	78,3	16,9	
Normal ($125-145^\circ$)	42	54,5	85,6	11,7	
Minor Valgus ($146-155^\circ$)	3	3,9	87,7	8,4	
Major Valgus ($>155^\circ$)	0	0			

3.3. Vergleich der verschiedenen Positionen der Kraftmessung

Die gemessene Kraft der gesunden Seite in den verschiedenen Positionen der Kraftmessung war sehr ähnlich (siehe Tab. 7). Es stach keine Position durch einen besonders niedrigen Variationskoeffizienten heraus. Die Spannweite der Variationskoeffizienten war dabei sehr groß.

Tab. 21 Variationskoeffizienten der verschiedenen Positionen der Kraftmessung (MW: arithmetischer Mittelwert des Variationskoeffizienten, SD: Standardabweichung, Min: Minimum, Max: Maximum)

Messposition	MW	SD	Min	Max
90° Abduktion Delta-Ansatz	8,37	5,43	0,18	27,73
90° Abduktion Handgelenk	8,88	7,71	1,11	53,35
90° Abduktion Skapulaebene Delta-Ansatz	6,94	5,50	0,31	21,93
90° Abduktion Skapulaebene Handgelenk	7,98	4,72	1,82	22,72
90° Anteversion Delta-Ansatz	8,18	6,41	1,16	32,05
90° Anteversion Handgelenk	8,63	6,23	1,23	29,10

3.4. Vergleich zwischen Constant-Score-Evaluationstechniken

Je nachdem, ob die Kraftmessung am Handgelenk oder am Ansatz des M. deltoideus durchgeführt wird, ob man mit den Rohwerten, dem Verhältnis zur kontralateralen Seite oder zu Normwerten aus der Literatur arbeitet, erhält man sehr unterschiedliche Constant-Score-Ergebnisse. Der Unterschied kann bis zu 14 Punkte groß sein, was bereits ein sehr gutes zu einem guten Ergebnis oder ein gutes zu einem befriedigenden Ergebnis machen kann.

Tab. 22 Vergleich der Constant-Score-Ergebnisse der gesunden Seite (MW: arithmetischer Mittelwert, SD: Standardabweichung, Min: Minimum, Max: Maximum HG: Kraftmessung am Handgelenk, Delta: Kraftmessung am Ansatz des M. deltoideus)

	nach Guidelines[51]		Alters- und geschlechts-adaptiert nach...		
	HG	Delta	Katolik 2005[56]	Yian 2005[57]	Constant 1986[51]
Median	90,0	100,00	104,0	106,0	125,0
MW	89,6	96,6	102,5	103,9	124,8
SD	9,9	8,6	9,8	10,1	17,3
Min	49,0	42,0	60,0	60,0	61,0
Max	100,0	100,0	123,0	123,0	156,0

Tab. 23 Vergleich der Constant-Score-Ergebnisse der operierten Seite (MW: arithmetischer Mittelwert, SD: Standardabweichung, Min: Minimum, Max: Maximum, HG: Kraftmessung am Handgelenk, Delta: Kraftmessung am Ansatz des M. deltoideus)

	nach Guidelines[51]		Individuell relativ HG	Alters- und geschlechts-adaptiert nach...		
	HG	Delta		Katolik 2005[56]	Yian 2005[57]	Constant 1986[51]
Median	85,0	94,0	94,5	98,0	99,5	111,0
MW	79,0	86,7	87,8	90,2	91,7	111,6
SD	17,8	18,6	17,0	19,3	19,5	25,8
Min	30,0	30,0	37,5	36,0	37,0	43,0
Max	100,0	100,0	104,9	123,0	123,0	156,0

4. Diskussion

Die proximale Humerusfraktur ist mit einem Anteil von 4% eine der häufigsten Frakturen des Menschen[2]. Sie gehört wie die distale Radiusfraktur und die hüftgelenksnahen Femurfrakturen zu den typischen Osteoporose-assoziierten Frakturen[76]. Da Frauen aufgrund des postmenopausalen Östrogenmangels häufiger von Osteoporose betroffen sind, ergibt sich eine Häufung von proximalen Humerusfrakturen insbesondere bei Frauen in höherem Lebensalter. In der vorliegenden Studie waren zum Unfallzeitpunkt annähernd zwei Drittel der Patienten Frauen. Das Durchschnittsalter betrug 62 Jahre. Bei ihnen genügen bereits geringe Krafteinwirkungen, um den osteoporotischen proximalen Humerus frakturieren zu lassen. In dieser Studie war bei über 80% der Frauen ein Niedrigrasanztrauma Ursache der proximalen Humerusfraktur. Aufgrund der demografischen Entwicklung hin zu einer alternden Gesellschaft ist in der Zukunft mit einer Zunahme proximaler Humerusfrakturen zu rechnen[4]. Um zu verhindern, dass die überwiegend älteren Patienten durch die proximale Humerusfraktur ihre Selbstständigkeit verlieren, ist es wichtig, einen Konsens über die optimale Therapie zu finden[8, 9].

In den vergangenen Monaten sind Meta-Analysen zum Vergleich von kopferhaltender Therapie und Humeruskopfersatz erschienen[77, 78]. Es zeigt sich dabei der Trend, dass Patienten, die operativ kopferhaltend therapiert wurden, signifikant bessere funktionelle Ergebnisse trotz höherer Komplikations- und Revisionsraten erreichen[77].

Etwa seit Beginn des 21. Jahrhunderts werden in der Therapie der proximalen Humerusfraktur bevorzugt winkelstabile Platten eingesetzt. In biomechanischen Studien konnte ihre Überlegenheit bereits bewiesen werden. Winkelstabile Platten bieten im Vergleich zu konventionellen Platten und zu intramedullären Nägeln eine bessere Verankerung insbesondere in osteoporotischem Knochen[14-17]. Durch die erhöhte Primärstabilität ist eine früh-funktionelle Nachbehandlung mit schneller Wiederherstellung der Schulterfunktion möglich[13, 23].

In klinischen Studien konnte die Überlegenheit der winkelstabilen Plattenosteosynthese über andere kopferhaltende Therapieverfahren allerdings noch nicht belegt werden. Häufig findet sich nur ein minimal besseres funktionelles Outcome bei vergleichsweise hoher Komplikationsrate. Konrad et al.[79] verfolgten 211 Patienten mit 3-Teile-Frakturen nach Neer, die entweder mit einer winkelstabilen Platte oder einem winkelstabilen Nagel versorgt wurden. Ein Jahr postoperativ fanden sie keinen statistisch signifikanten Unterschied im Constant-Score-Ergebnis beider Gruppen bei vergleichbaren Komplikationsraten. Gradl et al.[80] konnten ebenfalls weder einen signifikanten Unterschied im Constant-Score-Ergebnis noch in der Komplikationsrate finden. Sie beobachteten jedoch einen Trend zu besserer Funktion von 2- und 3-Teile-Frakturen nach Nagel- und 4-Teile-Frakturen nach Plattenosteosynthese. Zhu et al.[81] veröffentlichten 2011 ihre Ergebnisse einer prospektiven randomisierten Studie, in der sie winkelstabile Platten und Nägel in der Therapie von 2-Teile-Frakturen des Collum chirurgicum verglichen. Während ein Jahr postoperativ die mit Platte versorgten Patienten signifikant weniger Schmerzen und signifikant mehr Kraft hatten, glich sich dieser Unterschied drei Jahre später aus. Im Constant-Score zeigte sich zu keinem Zeitpunkt ein signifikanter Unterschied. Die Komplikationsrate war in der Nagel-Gruppe signifikant niedriger. In einer anderen randomisierten Studie verglichen Fjalestad et al.[82] winkelstabile Plattenosteosynthese mit konservativer Therapie und konnten keinen Beweis für ein besseres funktionelles Outcome nach Plattenosteosynthese finden. Die Häufigkeit von Pseudarthrosen und Humeruskopfnekrosen war in der konservativen Gruppe allerdings höher sowie die knöchernen Deformitäten nach Ausheilung im Röntgenbild schlechter. Krettek und Wiebking[83] verglichen 2011 im Rahmen eines Literaturreviews ebenfalls winkelstabile Platten und konservative Therapie und fanden keine statistisch signifikanten Unterschiede im funktionellen Ergebnis aber eine deutlich erhöhte Komplikations- und Revisionsrate bei den winkelstabilen Platten.

Gemeinsam ist allen genannten Studien ein kurzer Nachuntersuchungszeitraum von maximal drei Jahren.

Ziel der vorliegenden Studie war deshalb die Evaluation der klinischen und radiologischen Ergebnisse von Patienten der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen sechs Jahre und mehr nach winkelstabiler Plattenosteosynthese proximaler Humerusfrakturen. Der Nachbeobachtungszeitraum war damit so lang wie bisher in keiner anderen veröffentlichten Studie. Des Weiteren sollte analysiert werden, welche patienten- und therapie relevanten Faktoren das Outcome der Patienten, gemessen mit dem Constant-Score, beeinflussen.

In der vorliegenden Studie erzielten fast 80% der Patienten sechs Jahre und mehr nach winkelstabiler Plattenosteosynthese einer proximalen Humerusfraktur gute bis sehr gute Ergebnisse im Constant-Score (Alter bei Unfall MW 54 J.; Anteil komplexer Frakturen d. h. 3- und 4-Teile-Frakturen nach Neer bzw. B- und C-Frakturen nach AO 63,6%). Der Mittelwert lag mit 79 Punkten höher als in vielen anderen Studien, die im Mittel nur befriedigende Ergebnisse erzielten[84-87]. Clavert et al.[86] (Alter MW 65,6 J.; 100% komplexe Frakturen) erzielten durchschnittlich 62,3 Punkte bei 73 mittels LPHP versorgten Patienten. Röderer et al.[84] (Alter MW 70 J.; 68,5% komplexe Frakturen) im Mittel 66,8 Punkte bei Verwendung der NCB-Platte. Solberg et al.[85] veröffentlichten 2009 die Ergebnisse von 38 mit verschiedenen winkelstabilen Platten versorgten Patienten: Sie erreichten im Mittel 36 Monate nach Operation durchschnittlich 68,6 Punkte im Constant Score - und damit signifikant mehr als eine vergleichbare Gruppe von Patienten, die mit einer Frakturprothese versorgt wurde (60,6 Punkte). Eingeschlossen wurden nur Patienten, die mindestens 55 Jahre alt waren (MW 66,5 J.; 100% komplexe Frakturen), und damit wahrscheinlich häufig schon vor Fraktur eine limitierte Schulterfunktion hatten, da diese bekanntlich im Alter abnimmt[51, 56, 57]. In der Studie von Fjalestad et al. 2012[82] erreichten die Patienten lediglich 52,3 Punkte im Constant-Score, was einem schlechten Ergebnis entspricht - sich aber auch nicht vom Ergebnis des konservativ therapierten Vergleichskollektivs unterschied. Das sehr kleine und selektierte Patientenkollektiv von Fjalestad et al. bestand nur aus 25 Patienten, die alle älter als 60 Jahre waren (MW 71 J.) und nur komplexe B2- und C2-Frakturen nach AO erlitten hatten (100% komplexe Frakturen). Vergleichbare

Ergebnisse zur vorliegenden Studie erzielten u. a. Martinez et al. 2009[88] (CS 80 Punkte; Alter MW 61 J.; 100% komplexe Frakturen) und Voigt et al. 2011[89] (CS 78 Punkte; Alter MW 74 J.; 100% komplexe Frakturen). Ebenfalls im Mittel gute Ergebnisse mit einem niedrigeren mittleren Constant-Score als in der vorliegenden Studie findet man bei Brunner et al. 2009[75] (CS 72 Punkte; Alter MW 65 J.; 76% komplexe Frakturen) und Shi et al. 2011[90] (CS 75,2 Punkte; Alter MW 68,8 J.; 76,3% komplexe Frakturen).

In der einzigen Studie mit einem annähernd gleich langen Nachbeobachtungszeitraum von median 5 Jahren (Spannweite 4–6 Jahre) erzielten die 57 Patienten (Alter bei Unfall MW 65 J.; 81% komplexe Frakturen) durchschnittlich 70,5 Punkte im absoluten Constant Score und 87,5 Punkte im individuell relativen Constant-Score[24]. Die Ergebnisse sind mit denen der vorliegenden Studie vergleichbar (individuell relativer CS: 87,8 Punkte). Hirschmann et al.[24] zeigten, dass sich zwischen einem und sechs Jahren nach winkelstabiler Plattenosteosynthese Schmerz und Patientenzufriedenheit noch signifikant verbesserten. Im Constant Score konnte man nur eine Verbesserung in der Fähigkeit zur Verrichtung von Aktivitäten des täglichen Lebens, nicht aber der Kraft und der Beweglichkeit sehen. Die Verbesserungen betrafen insbesondere Patienten mit Revisionsoperationen (absoluter CS: 51,4 Punkte nach 12 Mon. und 64,6 Punkte nach 4–6 J.; individuell relativer CS: 65,4 Punkte nach 12 Mon. und 80,7 Punkte nach 4–6 J.). Bei den Patienten ohne Revisionsoperation blieben die Ergebnisse konstant (absoluter CS: 74,9 Punkte nach 12 Mon. und 72,8 Punkte nach 4–6 J.; individuell relativer CS: 90,8 Punkte nach 12 Mon. und 90,2 Punkte nach 4–6 J.). Der Unterschied in den Constant-Score-Ergebnissen zwischen Patienten mit und ohne Revisionsoperationen war nach 4–6 Jahren nicht mehr signifikant.

Die Ergebnisse in den anderen Schulterfunktions-Scores waren ebenfalls in 77,9% (Neer-Score) bzw. 80,6% (UCLA-Score) gut bis sehr gut. Im Oxford-Shoulder-Score erreichten sogar 94,9% der Patienten des Nachuntersuchungskollektivs gute bis sehr gute Ergebnisse. Die genannten Scores finden jedoch in der Literatur selten Anwendung, weshalb ein Vergleich der eigenen Ergebnisse mit der Literatur nicht möglich ist.

Im DASH-Score erzielten die Patienten im Mittel 11,9 Punkte, was in einem Score, in dem 0 voller Funktionsfähigkeit und 100 voller Behinderung entspricht, ein sehr gutes Ergebnis ist. In der Literatur findet man häufig schlechtere DASH-Score-Werte zwischen 11 und 56,3 nach winkelstabiler Plattenosteosynthese[24, 25, 87, 89, 91-94]. Schulte et al.[91] (Alter bei Unfall MW 64 J.; 50% komplexe Frakturen) berichteten 2011 über ihre Ergebnisse von 30 mit LCP-Platten versorgten Patienten, die nach völlig komplikationslosen Verläufen einen mittleren DASH-Score von 11 Punkten erreichten. Kuhlmann et al.[94] verglichen 2012 PHILOS- und Königsee-Platten miteinander und ermittelten für beide Implantate nur befriedigende Ergebnisse mit 56,3 bzw. 55,4 Punkten im DASH-Score. In ihre Studie wurden nur Patienten über 65 Jahre mit 4-Teile-Frakturen nach Neer eingeschlossen (Alter MW 70 J.; 100% komplexe Frakturen). Bei Hirschmann et al.[24] waren es durchschnittlich 15,3 Punkte und bei Osterhoff et al.[25] 15,7 Punkte.

Die Lebensqualität der Patienten der vorliegenden Studie war nach proximaler Humerusfraktur nicht schlechter als bei den verglichenen Normalkollektiven. Die proximale Humerusfraktur scheint daher von untergeordneter Bedeutung für die allgemeine Lebensqualität zu sein. Die univariate Analyse der körperlichen Funktionsfähigkeit (KÖFU) hat viel mehr einen signifikanten Zusammenhang mit der Morbidität der Patienten im Allgemeinen gezeigt, wie sie an Anzahl der Vorerkrankungen und ASA-Klassifikation abgelesen werden kann. Ein Vergleich mit anderen Studien ist auch für den EuroQol und den SF36 aufgrund seltener Anwendung nicht möglich.

Die häufigste Komplikation in der vorliegenden Studie war mit 14,7% im Gesamt- und 13% im Nachuntersuchungskollektiv die Schraubenperforation, die in der univariaten Analyse einen signifikanten Einfluss ($p = <0,0001$) auf das Ergebnis in allen Schulterfunktions-Scores zeigte. Patienten, die eine Schraubenperforation erlitten, erreichten im Durchschnitt nur ein schlechtes Constant-Score-Ergebnis von 52,2 Punkten im Vergleich zu 82,9 Punkten bei den Patienten ohne diese Komplikation. In der Literatur finden sich Schraubenperforationsraten zwischen 2,6% und 28%[80, 82, 84, 93, 95-97]. Einstellige Ergebnisse stammen häufig aus Studien mit eher kleinen Patientenkollektiven:

Gradl et al. 2009[80] (n = 76; Alter MW 63 J.; 65,8% komplexe Frakturen; 2,6% Schraubenperforationen; CS 77 Punkte) und Röderer et al. 2010[84] (n = 54; Alter MW 70 J.; 68,5% komplexe Frakturen; 5,5% Schraubenperforationen; CS 66,8 Punkte). In einer groß angelegten Studie von Südkamp et al. mit 178 Patienten (Alter MW 62,9 J.; ca. 75% komplexe Frakturen; CS 70,6 Punkte) lag die Häufigkeit von Schraubenperforationen bei 20,6%[93]. Mehr als die Hälfte davon waren primäre Schraubenperforationen (13,5% primär; 7,1% sekundär), die durch konsequente intraoperative Durchleuchtung in mindestens zwei Ebenen vermieden werden können. In einer anderen großen Studie mit 294 Patienten fanden Spross et al.[95] bei 11,2% ihrer Patienten (Alter MW 72,9 J.; 84,4% komplexe Frakturen) eine Schraubenperforation. Patienten mit Luxations- oder C2-Frakturen nach AO erlitten häufiger eine Schraubenperforation. Das ist vereinbar mit den Ergebnissen der vorliegenden Studie, in der ein signifikanter Zusammenhang zwischen den Frakturklassifikationen nach Neer und nach AO und der Komplikation Schraubenperforation gezeigt wurde. Außerdem zeigten eine mäßige Qualität des Repositionsergebnisses, das Auftreten einer sekundären Dislokation sowie die Entwicklung einer Humeruskopfnekrose einen signifikanten Einfluss auf die Wahrscheinlichkeit einer Schraubenperforation. Bedingt durch die winkelstabile Verankerung der Schraubenköpfe in der Platte können sich diese bei einer Sinterung der Fraktur nicht lockern und zurück gleiten[95]. Spross et al. konnten eine signifikante Reduktion der Schraubenperforationsrate erreichen, indem sie die Schraubenslänge 4-5mm kürzer wählten als gemessen[95]. Kürzere Schrauben verringern jedoch wieder die Stabilität der Osteosynthese[98]. Bengard und Gardner[99] empfahlen 2011 das sog. „screw depth sounding“ zur Vermeidung einer intraoperativen Schraubenperforation. Dabei wird nur die plattennahe Kortikalis aufgebohrt und sich anschließend mit dem stumpfen Ende eines Kirschner-Drahts anstatt mit dem scharfen Bohrer bis zum subchondralen Knochen vorgetastet.

Weitere signifikante Einflussfaktoren auf das funktionelle Ergebnis waren in der vorliegenden Studie die Qualität der initialen Reposition, das Auftreten einer sekundären Dislokation sowie die verbliebene Fehlstellung zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung. Können bereits bei der Reposition keine anatomischen Ver-

hältnisse wiederhergestellt werden, ist eine sekundäre Dislokation noch wahrscheinlicher (3,9% sekundäre Dislokation aus einem anatomischen Repositionsergebnis vs. 16,9% sekundäre Dislokation aus einem nicht-anatomischen Repositionsergebnis, $p = 0,0030$). Insbesondere Varusfehlstellungen führen häufig zu einem fortschreitenden Varuskollaps der Fraktur mit Schraubenperforation oder Implantatversagen[100]. In der vorliegenden Studie erreichten Patienten mit einem varischen Humeruskopfwinkel von weniger als 115° zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung ein signifikant schlechteres Constant-Score-Ergebnis (62,6 Punkte). Die Patienten von Brunner et al.[75] mit einer solch großen Varusfehlstellung wiesen ebenfalls einen niedrigeren Constant-Score (60 Punkte) auf als alle anderen Patienten, allerdings erreichte der Unterschied bei ihnen keine statistische Signifikanz. Eine geringere Varusfehlstellung oder eine Valgusfehlstellung gingen nicht mit einem schlechteren Ergebnis einher[75]. Problematisch ist hier jedoch, dass von Brunner et al. ein Humeruskopfwinkel von $125-145^\circ$ als normal festgelegt wurde, obwohl es bekanntlich eine viel größere Normvarianz gibt[101] – auch in der vorliegenden Studie schwankte der Humeruskopfwinkel auf der gesunden Seite zwischen 104° und 155° . Es empfiehlt sich daher für die Evaluation einen intra-individuellen Vergleich mit der Anatomie der gesunden Gegenseite heranzuziehen. Solberg et al.[85] definierten 2009 eine Varusfehlstellung von 5° oder weniger im Vergleich zur normalen Gegenseite als gute Reposition, die bei keinem ihrer Patienten zu einer sekundären Dislokation führte. Eine befriedigende Reposition ist bei maximal 20° Varusfehlstellung erreicht und geht mit einer geringen Sinterung und befriedigenden Ergebnissen einher. Mehr als 20° Varusfehlstellung postoperativ wurden von Solberg et al. als schlechte Reposition bezeichnet, die bei ihren Patienten in allen Fällen zu Implantatversagen führte und in einem Wechsel zur Hemiarthroplastik mit schlechten Constant-Score-Ergebnissen endete[85]. In der vorliegenden Studie wurden für die radiologische Evaluation Grenzwerte von maximal 15° Varus- oder Valgusabweichung und maximal 15° Retro- oder Antetorsion im Seitenvergleich sowie keine Dislokation des Tuberculum majus über Kalottenhöhe festgelegt. Bei 90% der Patienten, die innerhalb dieser Grenzen lagen, konnte ein gutes bis sehr

gutes Constant-Score-Ergebnis dokumentiert werden - nur 10% von ihnen erreichten ein befriedigendes oder schlechtes funktionelles Ergebnis. Bei den Patienten, die nur ein oder zwei der Kriterien erfüllten, hingegen 36%.

Auf den Röntgenaufnahmen des Nachuntersuchungskollektivs fand sich bei 20,8% der Patienten eine sekundäre Dislokation. Die zugrunde liegende Messung des Humeruskopfwinkels ist allerdings sehr fehleranfällig, da sich bereits durch kleinste Änderungen der Projektion die Messergebnisse verändern. Im Gesamtkollektiv war nur bei sieben Patienten (3,7%) eine operative Revision dokumentiert, die aufgrund einer sekundären Dislokation durchgeführt wurde - darüber hinaus ist auch bei den Revisionen aufgrund von Schraubenperforationen (n = 28; 14,7%) von einem sekundären Repositionsverlust auszugehen. In der Literatur finden sich Dislokationsraten zwischen 0 und 33,3% [79, 80, 84, 86, 89, 91, 93, 102-104]. Voigt et al. [89] beschrieben 2011 bei 33,3% ihrer Patienten (Alter MW 74 J.; 100% komplexe Frakturen; CS 78 Punkte) einen sekundären Repositionsverlust mit Schraubenperforation oder eine Dislokation des Tuberculum majus. Jedoch erzielten nur drei ihrer 48 Patienten (6,3%) nach zwölf Monaten ein schlechtes Ergebnis im Constant-Score aufgrund von Repositionsverlust, Dislokation oder starker Varusfehlstellung. Gradl et al. [80] beobachteten bei 18,4% ihrer Patienten (Alter MW 63 J.; 65,8% komplexe Frakturen; CS 77 Punkte) eine sekundäre Dislokation, wobei nur bei 6,6% eine operative Revision notwendig war. Bei Clavert et al. waren es 8,2% [86] (Alter MW 65 J.; 100% komplexe Frakturen; CS 62,3 Punkte) und bei Südkamp et al. 7,1% [93] (Alter MW 62,9 J.; ca. 75% komplexe Frakturen; CS 70,6 Punkte). Schulte et al. [91] konnten bei keinem ihrer 32 Patienten (Alter bei Unfall MW 64 J.; 50% komplexe Frakturen) eine sekundäre Dislokation feststellen, allerdings begannen die Patienten erst nach zwei bis vier Wochen Ruhigstellung mit passiven Bewegungsübungen.

Ein „fehlender ‚medial support‘ bei medialer Trümmerzone und/oder unzureichender medialer Reposition [gilt] als wichtige Ursache sekundärer Dislokation“ [46] und der damit häufig einhergehenden Schraubenperforation, Humeruskopfnekrose und schlechten Schulterfunktion. Yang et al. [105] berichteten 2011 über 64 Patienten, die sie abhängig vom Erhalt des „medial

mechanical support“ in zwei Gruppen einteilten. Die Patienten mit fehlendem „medial support“ erreichten zwölf Monate nach winkelstabiler Plattenosteosynthese mit der LPHP-Platte einen signifikant schlechteren Constant-Score als die Patienten mit erhaltenem „medial support“, vor allem in den Kategorien Kraft und Bewegungsumfang. Als Optionen zur Stabilisierung der medialen Säule wurden sog. Kalkarschrauben oder die Verwendung von endostalen Implantaten beschrieben. Zhang et al.[106] erreichten mit einer zusätzlichen winkelstabilen Schraube, die schräg in den medio-inferioren Humeruskopf eingebracht wird, eine signifikante Reduktion der postoperativen Sinterungs- und Versagensrate sowie eine Verbesserung der Schulterfunktion im Constant-Score. Auch Osterhoff et al.[107] konnten zeigen, dass die Einbringung von Kalkarschrauben mit weniger Repositionsverlust einhergeht. Hettrich et al.[108] verwendeten ein fibuläres Allograft als endostales Implantat zur Stabilisierung der medialen Säule und erreichten damit den Erhalt des initialen Repositionsergebnisses bei 96% ihrer Patienten. Neviasser et al.[109] veröffentlichten 2011 ihre Ergebnisse von 34 ebenfalls mit einem fibulären Allograft versorgten Patienten und konnten damit die Nekroserate reduzieren auf nur eine partielle Osteonekrose (2,8%). Aus einer biomechanischen Studie von Lescheid et al.[110] geht hervor, dass eine Wiederherstellung des „medial supports“ durch Fixation in bis zu 20° Varusfehlstellung gegenüber einer anatomischen Reposition mit Unterbrechung der medialen Kortikalis zu bevorzugen ist. Problem der zuletzt genannten Studien ist wiederum ein zu kurzer Nachbeobachtungszeitraum, um die Wirkung der Maßnahmen insbesondere auf die Entwicklung einer Humeruskopfnekrose abschließend beurteilen zu können.

Eng verbunden mit der Problematik der medialen kortikalen Säule ist neben der sekundären Dislokation und Schraubenperforation auch die Entwicklung einer Humeruskopfnekrose. Im Bereich des posteromedialen Periosts verläuft ein Netz von Anastomosen zwischen den Aa. circumflexae humeri anterior et posterior, dass eine ausreichende Durchblutung des Humeruskopfes auch nach Verletzung der A. arcuata gewährleisten kann[45]. Hertel et al.[111] beschrieben 2004 einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Länge und Integrität der medialen metaphysären Extension des Kalottenfragments und der

Wahrscheinlichkeit, dass der Humeruskopf intraoperativ ausreichend durchblutet ist. Solberg et al.[85] nannten als Grenzwert eine Länge von 2 mm, da all ihre Patienten, die eine Humeruskopfnekrose entwickelten, eine metaphysäre Extension von weniger als 2 mm aufwiesen, während alle Patienten mit einer längeren metaphysären Extension keine Nekrose entwickelten. Wie eine weitere Studie von Bastian und Hertel 2008[112] jedoch zeigte, führt eine initial intraoperativ vorhandene Ischämie jedoch nicht zwangsläufig zu einer Humeruskopfnekrose. Eine anatomische Reposition und stabile Osteosynthese können auch bei initial schlechter Durchblutung eine Revaskularisation ermöglichen[112].

Auf den Röntgenaufnahmen des Nachuntersuchungskollektivs fanden sich bei 22,1% der Patienten Zeichen einer Humeruskopfnekrose - bei 9,1% einer partiellen und bei 13,0% einer totalen Nekrose. Diese hatten mit 71,3 bzw. 60,9 Punkten ein niedrigeres Constant-Score-Ergebnis als Patienten ohne Nekrose (82,9 Punkte) - die Differenz von etwa 10-20 Punkten unterscheidet ein gutes von einem befriedigenden Ergebnis. Ein signifikanter Zusammenhang zwischen Humeruskopfnekrose und funktionellem Ergebnis im Constant-Score konnte in der multivariaten Analyse gezeigt werden. In der Literatur findet man Humeruskopfnekroseraten zwischen 0 und 34,8%[75, 79, 80, 82, 84, 86, 87, 89, 91-93, 95, 103, 104, 113] - meistens jedoch im einstelligen Bereich. Faraj et al.[103] veröffentlichten 2011 ihre Ergebnisse von 131 mit LPHP oder PHILOS versorgten Patienten, von denen nach median 2,4 Jahren (0,2–5,8 J.) keiner eine avaskuläre Nekrose entwickelte. Laut Faraj et al. hat eine Verzögerung von weniger als 24 Stunden zwischen Unfall und Operation sowie eine geringere Anzahl von Schrauben im Humeruskopf zu diesem Ergebnis geführt[103]. Schulte et al.[91] (Alter bei Unfall MW 64 J.; 50% komplexe Frakturen) berichteten ebenfalls über eine Nekroserate von 0% (FU MW 34 Mon. (12–88 Mon.)). In ihrem Patientenkollektiv fanden sich allerdings kaum komplexe 4-Teile-Frakturen, die genauso wie Typ-C-Frakturen besonders häufig von der Entwicklung einer Humeruskopfnekrose betroffen sind[75, 87, 96]. Solberg et al.[113] (Alter MW ca. 66 J.; 100% komplexe Frakturen) fanden bei 17,1% (FU MW 34-37 Mon.) ihrer Patienten eine Humeruskopfnekrose, die jedoch von

den Patienten gut toleriert wurde und keine Revision erforderte. Thalhammer et al.[104] (Alter MW 57,8 J.; 88,1% komplexe Frakturen; CS 74,0 Punkte) berichteten über 19% (FU $3,2 \pm 0,8$ J.) partielle Humeruskopfnekrosen, stellten aber nur bei einem von 42 Patienten (2,4%) mit einer totalen Nekrose die Indikation zum Humeruskopfersatz. Die höchste Humeruskopfnekroserate veröffentlichten Fjalestad et al.[82] 2012, die bei 34,8% ihres sehr kleinen und selektierten Patientenkollektivs eine Humeruskopfnekrose diagnostizierten - in ihrer konservativ therapierten Vergleichsgruppe sogar bei 60%.

Neben der sekundären Dislokations- und der Humeruskopfnekroserate ist für den Beweis der Überlegenheit eines Therapieverfahrens über alternative Verfahren die Pseudarthroserate von Bedeutung. In der vorliegenden Studie wurde bei 1,6% der Patienten des Gesamtkollektivs eine Revisionsoperation aufgrund einer Pseudarthrose durchgeführt. Die Heilungsrate ist damit nicht wesentlich schlechter als in der Mehrzahl veröffentlichter Studien, die eine regelrechte Heilung bei all ihren Patienten beschrieben[75, 80, 82, 84, 88-92, 94, 97, 105, 106, 114, 115]. Leonard et al.[96] (Alter MW 61,6 J.; 74,2% komplexe Frakturen) beobachteten bei drei ihrer 31 Patienten (9,7%) eine verzögerte Heilung. In einem Fall konnten sie auch mit autologer Knochentransplantation und Reosteosynthese mit einem intramedullären Nagel keine Konsolidierung der Fraktur erreichen und mussten schließlich auf eine Hemiarthroplastik wechseln. Thanasis et al.[76] gelangten 2009 in ihrem systematischen Review zu einer durchschnittlichen Pseudarthroserate von 1,6%, was der Häufigkeit in der vorliegenden Studie entspricht.

Eng verbunden mit einer Pseudarthrose ist häufig ein Implantatversagen im Sinne eines Plattenbruchs. Ein erneuter Sturz auf den operierten Arm kann ebenfalls zu Plattenbruch oder Lockerung führen. Insgesamt konnte in der vorliegenden Studie bei 3,1% der Patienten des Gesamtkollektivs ein Implantatversagen beobachtet werden. In der Literatur findet sich ein Implantatversagen mit einer vergleichbaren Häufigkeit zwischen 0 und 6,5%[75, 79, 86, 90-93, 95, 97, 103, 114, 116]. In der Studie von Spross et al.[95] (Alter MW 72,9 J.; 84,4% komplexe Frakturen) an 294 Patienten fanden sich sechs Plattenbrüche und zwei distale Schraubenlockerungen (2,7%) ohne dass die Patienten ein

adäquates Trauma berichteten. Bei Südkamp et al.[93] (Alter MW 62,9 J.; ca. 75% komplexe Frakturen; CS 70,6 Punkte) erlitten sieben von 155 Patienten (4,5%), bei Brunner et al.[75] (Alter MW 65 J.; 76% komplexe Frakturen; CS 72 Punkte) acht von 157 Patienten (5,1%) Bruch oder Lockerung. Faraj et al.[103] erklärten ihre hohe Rate an Plattenbrüchen von 6,5% mit dem hohen Anteil an osteoporotischem Knochen und komplizierten Frakturen in ihrem Patientenkollektiv sowie aggressiver Physiotherapie.

Zu den typischen Komplikationen der winkelstabilen Plattenosteosynthese am Humeruskopf gehört neben der Schraubenperforation auch das Plattenimpingement, das durch eine zu kraniale Lage des Implantats verursacht wird, so dass dieses bei Abduktion unter dem Akromion einklemmt. In der vorliegenden Studie konnte dies bei 9,4% der Patienten des Gesamt- bzw. 16,9% der Patienten des Nachuntersuchungskollektivs beobachtet werden. Diese Komplikation war damit relativ häufig im Vergleich zur Literatur, wo Plattenimpingementraten zwischen 0 und 33,3% beschrieben sind[75, 79, 84, 86-88, 91-97, 102, 103, 113]. Noch häufiger fand sich ein mechanisches subakromiales Impingement nur bei Sanders et al. 2011[102] (33,3%) (Alter MW 58 J.; 83,3% komplexe Frakturen), Solberg et al. 2009[113] (31,4%) (Alter MW ca. 66,5 J.; 100% komplexe Frakturen) und Geiger et al. 2010[87] (21,4%) (Alter 60,7 J.; 71,4% komplexe Frakturen; CS MW 57,9). Meist liegt die Häufigkeit im einstelligen Bereich wie zum Beispiel bei Konrad et al.[79] (2,6%) (Alter 65,4 ± 15,6 J.; 100% komplexe Frakturen), Röderer et al.[84] (7,4%) (Alter MW 70 J.; 68,5% komplexe Frakturen; CS MW 66,8 Punkte) oder Martinez et al.[88] (8,6%) (Alter MW 61 J.; 100% komplexe Frakturen; CS 80 Punkte). Durch eine komplette Metallentfernung kann im Fall eines Plattenimpingements eine rasche Beschwerdelinderung erzielt werden. Das langfristige funktionelle Ergebnis wird von dieser Komplikation nicht signifikant beeinflusst. In der vorliegenden Studie erreichten Patienten, bei denen das Implantat aufgrund von mechanischem Impingement entfernt wurde, bei Nachuntersuchung einen mittleren Constant-Score von 77,7 Punkten (CS ohne Plattenimpingement: 85,1 Punkte, $p = 0,5025$).

Die Häufigkeit von Revisionsoperationen aufgrund von Hämatom oder Infektion ist mit 1,3% und 5,2% in der vorliegenden Studie vergleichbar zur Literatur. Andere Studien geben Infektionen nach winkelstabiler Plattenosteosynthese mit einer Häufigkeit zwischen 0% und 5,6% an[75, 82, 84, 86, 88-91, 94, 97, 102, 115].

Die univariate Analyse hat gezeigt, dass eine Rotatorenmanschettenruptur einen signifikanten Einfluss auf Constant-, Neer- und UCLA-Score hat. Patienten mit einer sonographisch gesicherten Ruptur erreichten in der vorliegenden Studie im Mittel nur 64,5 Punkte im Constant-Score (CS ohne Ruptur: 81,4 Punkte). Lange Zeit wurde den umgebenden Weichteilstrukturen in der Therapie proximaler Humerusfrakturen und ihrer Bedeutung für die Wiederherstellung der Schulterfunktion wenig Beachtung geschenkt[117]. Dabei variiert die Prävalenz von begleitenden Rotatorenmanschettenläsionen zwischen 5 und 50%[117]. Unklar bleibt häufig, ob es sich bei der Läsion um degenerative Veränderungen oder traumatische Rupturen handelt. Bahrs et al.[118] kamen in einer Untersuchung von 302 Patienten median 4,4 Jahre nach proximaler Humerusfraktur zu dem Ergebnis, dass die im Vergleich zur gesunden Seite 13% höhere Prävalenz von Rotatorenmanschettenrupturen auf der frakturierten Seite in 66% der Fälle traumatisch bedingt war. Dieser hohe Prozentsatz begleitender Rotatorenmanschettenläsionen legt nahe, dass bereits in der Akutversorgung proximaler Humerusfrakturen mehr Wert auf eine MRT-Diagnostik oder intraoperative Exploration der Weichteile und ggf. simultane operative Therapie gelegt werden sollte[118].

Der Einfluss der Frakturklassifikation auf das funktionelle Endergebnis wurde in der Literatur bisher kontrovers diskutiert[88, 97, 98]. In der vorliegenden Studie konnte weder für die Neer- noch für die AO-Klassifikation ein signifikanter Einfluss auf den Constant-Score gezeigt werden. Lediglich für Neer-, UCLA- und DASH-Score war ein signifikanter Zusammenhang mit der AO-Klassifikation nachweisbar: C-Frakturen führten zu schlechteren Neer-, UCLA- und DASH-Score-Ergebnissen als A- und B-Frakturen. Daraus lässt sich schlussfolgern, dass für die langfristigen funktionellen Ergebnisse nach winkelstabiler Plattenosteosynthese von proximalen Humerusfrakturen weniger die Schwere der

Fraktur, sondern vielmehr die Qualität der Frakturversorgung, der Therapieverlauf und etwaige Komplikationen von Bedeutung sind.

Zusammenfassend finden sich in der vorliegenden Studie vielversprechende langfristige funktionelle Ergebnisse trotz vergleichsweise hoher Komplikationsraten. Im Vergleich mit den beiden einzigen Studien mit annähernd gleich langem Nachbeobachtungszeitraum[24, 25] erreichten die Patienten in der vorliegenden Studie bessere Ergebnisse - was durch das niedrigere Durchschnittsalter und den geringeren Anteil an komplexen Frakturen begründet werden kann. In der vorliegenden Studie fehlt jedoch ein direkter Vergleich mit alternativen Therapieverfahren, um eine konkrete Empfehlung ableiten zu können. Der Literaturvergleich ist nur eingeschränkt verwertbar, da sich die Studien in Patientenauswahl, Therapie und Evaluationsprotokoll zum Teil erheblich unterscheiden.

Es stellt sich die Frage, welche Komplikationen wirklich zu einer Funktionseinschränkung führen und daher unbedingt zu vermeiden sind. In der vorliegenden Studie wurde insbesondere der Einfluss von Reposition, sekundärer Dislokation, Schraubenperforation und Humeruskopfnekrose hervorgehoben. Es empfiehlt sich bei der Reposition nicht mehr als 15° Achsabweichung in a. p. und axialer Ebene zuzulassen sowie das Tuberculum majus in einem Abstand von 5 mm oder mehr zur Kalotte zu fixieren. Außerdem sollte die Integrität der medialen Säule wiederhergestellt werden. Zur Vermeidung einer Schraubenperforation bedarf es einer schonenden Operationstechnik ohne Penetration des Gelenkknorpels beim Bohren der Schraubenlöcher sowie der Wahl von Schrauben, die 5 mm kürzer als gemessen sind. Eine abschließende radiologische Evaluation in mindestens zwei Ebenen zum Operationsende sowie engmaschige Nachkontrollen im dreiwöchigen Abstand sind unverzichtbar. Begleitende Rotatorenmanschettenläsionen sollten wenn möglich schon in der Akutversorgung diagnostiziert und therapiert werden.

Zu den Schwächen der vorliegenden Studie gehört neben der fehlenden Kontrollgruppe die geringe Follow-up-Rate, die bereits in der Natur von retrospektiven Untersuchungen insbesondere über einen solch langen Zeitraum von

mehr als sechs Jahren begründet liegt. Die Liste an Komplikationen ist daher mit hoher Wahrscheinlichkeit unvollständig, da nur Revisionsoperationen erfasst wurden, die in der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen stattfanden bzw. von denen die Patienten bei Nachuntersuchung oder im Telefongespräch berichteten. Die vergleichsweise guten funktionellen Ergebnisse sind eventuell in einer gewissen Patientenselektion begründet, da insbesondere junge Patienten zur Nachuntersuchung erscheinen. Dementgegen steht, dass der Anteil der Patienten, die im Telefongespräch von erheblichen Einschränkungen durch tägliche Schmerzen und einen Bewegungsradius unterhalb der Schulterhöhe berichteten, nicht höher war als der Anteil der Patienten im Nachuntersuchungskollektiv mit den gleichen Beschwerden. Die radiologische Beurteilung, insbesondere von Achsabweichungen, gestaltete sich schwierig, da die Qualität der Aufnahmen trotz standardisierter Anfertigung mit Schulterschiene nicht immer hochwertig war. Somit bestand die Möglichkeit, dass schon geringe Änderungen der Projektion die gemessenen Winkel beeinflussen. Die Grenzwerte, die Tingart et al.[72] 2003 für ihre Bestimmung der Osteoporose anhand der Kortikalisdicke definierten, erschienen in der vorliegenden Studie als zu eng, da demnach sieben Männer unter 75 Jahren und ohne Vorerkrankungen eine Osteoporose haben müssten. Allerdings wurde in der vorliegenden Studie keine DEXA-Messung durchgeführt, so dass nicht abschließend geklärt werden kann, ob diese jungen gesunden Männer wirklich eine Osteoporose haben, obwohl es unwahrscheinlich erscheint.

Die Kraftmessung ist ein wesentlicher Bestandteil des Constant-Scores, deren Durchführung und Bewertung allerdings von Constant (1987) nicht ausreichend definiert wurde[52, 53]. Im Bestreben durch einen Vergleich der Messergebnisse die beste Messanordnung herauszufiltern, wurde die Kraftmessung in der vorliegenden Studie in drei verschiedenen Armpositionen an jeweils zwei Messpunkten durchgeführt: Erstens in 90° Abduktion, zweitens in 90° Abduktion in Skapulaebene (d. h. 30° Anteversion) und drittens in 90° Anteversion. Jeweils am distalen Ansatz des M. deltoideus und am Handgelenk. Die Variationskoeffizienten für die Messergebnisse waren allerdings für alle Positionen und Messpunkte sehr ähnlich und eher groß, so dass keine Messanordnung einer

anderen in der Reproduzierbarkeit überlegen ist und besonders empfohlen werden kann. Für die Berechnung des Constant-Scores wurden in der vorliegenden Studie, gemäß den Guidelines von Constant (2008)[51], die Ergebnisse der Kraftmessung in 90° Abduktion in Skapulaebene am Handgelenk verwendet. In den Guidelines ist jedoch nicht definiert, wie viel Kraft wie viel Punkte wert sind. Vergleicht man die in 90° Abduktion in Skapulaebene gemessene Kraft der gesunden Seite mit den von Constant (1987) als normale Kraft definierten 25 lb (= 11,34 kg)[52, 119], dann erreichten bei Messung am Handgelenk nur 14 Patienten (22,2%) normale Kraft, bei Messung am Delta-Ansatz 53 Patienten (80,3%). Auch Johansson und Adolfsson[120] kamen zu dem Schluss, dass es unter diesen Vorgaben selbst für junge gesunde Probanden schwierig ist, normale Kraft und damit 100 Punkte im Constant-Score zu erreichen. Thomas et al.[53] schlussfolgerten, dass sich Constants Definition der normalen Kraft auf den Messpunkt am M. deltoideus beziehen müsse, da von den trainierten Sportstudenten in ihrer Untersuchung weniger als 50% der Männer und keine Frau 12 kg in 90°-Abduktionsstellung in der Hand halten konnten. Für zukünftige Studien bedarf es daher einer klaren Definition, wie eine Messung der Schulterkraft durchzuführen und zu bewerten ist, um daraus verlässliche und aussagekräftige Scoreergebnisse ableiten zu können, ohne die ein Vergleich alternativer Therapieverfahren nicht möglich ist.

5. Zusammenfassung

Die proximale Humerusfraktur gehört zu den häufigsten Frakturen des Menschen. Aufgrund der demografischen Entwicklung wird in Zukunft mit einer weiteren Zunahme der Inzidenz gerechnet. Bisher fehlt jedoch ein Konsens über die optimale Therapie dislozierter proximaler Humerusfrakturen.

Es hat sich gezeigt, dass kopferhaltende Verfahren zu besseren funktionellen Ergebnissen führen als der Humeruskopfersatz. Seit Beginn des 21. Jahrhunderts werden zunehmend winkelstabile Platten eingesetzt, die in biomechanischen Studien bereits ihre Überlegenheit bewiesen haben. Die kurz- und mittelfristigen klinischen Ergebnisse konnten dies jedoch noch nicht bestätigen. Ziel der vorliegenden Studie war deshalb die Evaluation der klinischen und radiologischen Langzeitergebnisse von Patienten der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen sechs Jahre und mehr nach winkelstabiler Plattenosteosynthese proximaler Humerusfrakturen.

Es wurden 77 Patienten (41 Frauen und 36 Männer, durchschnittliches Alter bei Unfall 54 Jahre) nachuntersucht. Es handelte sich um 28 2-, 38 3- und 11 4-Teile-Frakturen nach Neer bzw. 28 A-, 30 B- und 19 C-Frakturen nach AO-Klassifikation. Mit Hilfe des Constant-, Neer-, UCLA-, DASH- und Oxford-Shoulder-Scores sowie dem EuroQol und dem SF-36 wurden die Schulterfunktion im Seitenvergleich sowie die Lebensqualität erfasst. Außerdem wurden Röntgenaufnahmen der Schultern zur Beurteilung der knöchernen Anatomie angefertigt und eine sonographische Untersuchung der Rotatorenmanschette im Seitenvergleich durchgeführt.

Insgesamt erreichten 78% der Patienten gute bis sehr gute funktionelle Ergebnisse im Constant-Score. Der Constant-Score lag im Mittel bei 79 Punkten. Der Anteil guter bis sehr guter Ergebnisse lag im Neer-Score bei 77,9%, im UCLA-Score bei 80,6% und im Oxford-Shoulder-Score sogar bei 94,9%. Im DASH-Score wurden durchschnittlich 11,9 Punkte erreicht, was einem sehr guten Ergebnis entspricht. Die mittels EuroQol und SF-36 ermittelte Lebensqualität der Patienten war nach proximaler Humerusfraktur nicht schlechter als die der verglichenen Normalkollektive.

Es wurden 55 Folgeoperationen bei 46 Patienten (59,7%) durchgeführt. Darunter waren 44 Metallentfernungen (57,1% der Patienten), davon 15 elektiver Art. Die Indikationen zur Revision waren: ein Hämatom bei einem Patienten (1,3%), Infektion bei vier Patienten (5,2%), sekundäre Dislokation bei einem Patienten (1,3%), Schraubenperforation bei zehn Patienten (13,0%), Implantat-bedingtes Impingement bei 13 Patienten (16,9%) und Weichteil-bedingtes Impingement bei sechs Patienten (7,8%).

Die Auswertung der Röntgenaufnahmen zeigte, dass bei elf Patienten (14,3%) initial kein anatomisches Repositionsergebnis erzielt werden konnte sowie bei 26 (33,8%) postoperativ geringe Achsabweichungen oder Fehlstellungen eines Tuberkulums vorlagen. Bei diesen Patienten kam es im Verlauf signifikant häufiger zu einer sekundären Dislokation (16,9% vs. 3,9%). Bei zehn Patienten (13,0%) wurden Zeichen einer Omarthrose, bei 17 (22,1%) Zeichen einer Humeruskopfnekrose dokumentiert. Sonographisch konnte bei 16 Patienten (20,8%) ein Defekt der Rotatorenmanschette diagnostiziert werden.

Es konnten signifikante Zusammenhänge zwischen dem funktionellen Endergebnis und einer sekundären Dislokation, der verbliebenen Fehlstellung bei Ausheilung, einer Schraubenperforation, einer Humeruskopfnekrose und einer Rotatorenmanschettenruptur gezeigt werden.

Für die langfristigen funktionellen Ergebnisse nach winkelstabiler Plattenosteosynthese von dislozierten proximalen Humerusfrakturen ist also weniger die Schwere der Fraktur, sondern vielmehr die Qualität der initialen operativen Frakturversorgung, der Therapieverlauf und das Ausbleiben etwaiger Komplikationen - insbesondere einer Schraubenperforation - von Bedeutung.

Zusammenfassend finden sich in der vorliegenden Studie vielversprechende langfristige funktionelle Ergebnisse trotz vergleichsweise hoher Komplikationsraten. In der Zukunft müssen insbesondere Strategien zur Komplikationsvermeidung bei der Versorgung von proximalen Humerusfrakturen mit winkelstabilen Platten entwickelt werden. Zusätzlich bedarf es weiterer Studien an großen Patientenkollektiven zum direkten Vergleich mit alternativen kopferhaltenden Therapieverfahren.

6. Literaturverzeichnis

1. Lanting B, MacDermid J, Drosdowech D, Faber KJ (2008): *Proximal humeral fractures: a systematic review of treatment modalities*. J Shoulder Elbow Surg **17**(1): 42-54
2. Court-Brown CM, Garg A, McQueen MM (2001): *The epidemiology of proximal humeral fractures*. Acta Orthop Scand **72**(4): 365-71
3. Burkhart KJ, Dietz SO, Bastian L, Thelen U, Hoffmann R, Müller LP (2013): *Behandlung der proximalen Humerusfraktur des Erwachsenen*. Dtsch Arztebl International **110**(35-36): 591-7
4. Palvanen M, Kannus P, Niemi S, Parkkari J (2006): *Update in the epidemiology of proximal humeral fractures*. Clin Orthop Relat Res **442**: 87-92
5. Kannus P, Palvanen M, Niemi S, Parkkari J, Jarvinen M, Vuori I (2000): *Osteoporotic fractures of the proximal humerus in elderly Finnish persons: sharp increase in 1970-1998 and alarming projections for the new millennium*. Acta Orthop Scand **71**(5): 465-70
6. Bengner U, Johnell O, Redlund-Johnell I (1988): *Changes in the incidence of fracture of the upper end of the humerus during a 30-year period. A study of 2125 fractures*. Clin Orthop Relat Res (231): 179-82
7. Helmy N, Hintermann B (2006): *New Trends in the Treatment of Proximal Humerus Fractures*. Clin Orthop Relat Res **442**: 100-108
8. Bell JE, Leung BC, Spratt KF, Koval KJ, Weinstein JD, Goodman DC, Tosteson AN (2011): *Trends and variation in incidence, surgical treatment, and repeat surgery of proximal humeral fractures in the elderly*. J Bone Joint Surg Am **93**(2): 121-31
9. Guy P, Slobogean GP, McCormack RG (2010): *Treatment preferences for displaced three- and four-part proximal humerus fractures*. J Orthop Trauma **24**(4): 250-4
10. Mills HJ, Horne G (1985): *Fractures of the proximal humerus in adults*. J Trauma **25**(8): 801-5
11. Einsiedel T, Becker C, Stengel D, Schmelz A, Kramer M, Daxle M, Lechner F, Kinzl L, Gebhard F (2006): *[Do injuries of the upper extremity in geriatric patients end up in helplessness? A prospective study for the outcome of distal radius and proximal humerus fractures in individuals over 65]*. Z Gerontol Geriatr **39**(6): 451-61
12. Chudik SC, Weinhold P, Dahners LE (2003): *Fixed-angle plate fixation in simulated fractures of the proximal humerus: a biomechanical study of a new device*. J Shoulder Elbow Surg **12**(6): 578-88
13. Roderer G, AbouElsoud M, Gebhard F, Claes L, Aschoff AJ, Kinzl L (2010): *[Biomechanical investigation of fixed-angle plate osteosynthesis of the proximal humerus]*. Der Unfallchirurg **113**(2): 133-8
14. Roderer G, Gebhard F, Krischak G, Wilke HJ, Claes L (2011): *Biomechanical in vitro assessment of fixed angle plating using a new concept of locking for the treatment of osteoporotic proximal humerus fractures*. International orthopaedics **35**(4): 535-41

15. Seide K, Triebe J, Faschingbauer M, Schulz AP, Puschel K, Mehrstens G, Jurgens C (2007): *Locked vs. unlocked plate osteosynthesis of the proximal humerus - a biomechanical study*. *Clinical biomechanics* **22**(2): 176-82
16. Siffri PC, Peindl RD, Coley ER, Norton J, Connor PM, Kellam JF (2006): *Biomechanical analysis of blade plate versus locking plate fixation for a proximal humerus fracture: comparison using cadaveric and synthetic humeri*. *J Orthop Trauma* **20**(8): 547-54
17. Walsh S, Reindl R, Harvey E, Berry G, Beckman L, Steffen T (2006): *Biomechanical comparison of a unique locking plate versus a standard plate for internal fixation of proximal humerus fractures in a cadaveric model*. *Clinical biomechanics* **21**(10): 1027-31
18. Weinstein DM, Bratton DR, Ciccone WJ, 2nd, Elias JJ (2006): *Locking plates improve torsional resistance in the stabilization of three-part proximal humeral fractures*. *J Shoulder Elbow Surg* **15**(2): 239-43
19. Kralinger F, Gschwentner M, Wambacher M, Smekal V, Haid C (2008): *Proximal humeral fractures: what is semi-rigid? Biomechanical properties of semi-rigid implants, a biomechanical cadaver based evaluation*. *Arch Orthop Trauma Surg* **128**(2): 205-10
20. Lill H, Hepp P, Korner J, Kassi JP, Verheyden AP, Josten C, Duda GN (2003): *Proximal humeral fractures: how stiff should an implant be? A comparative mechanical study with new implants in human specimens*. *Arch Orthop Trauma Surg* **123**(2-3): 74-81
21. Edwards SL, Wilson NA, Zhang LQ, Flores S, Merk BR (2006): *Two-part surgical neck fractures of the proximal part of the humerus. A biomechanical evaluation of two fixation techniques*. *J Bone Joint Surg Am* **88**(10): 2258-64
22. Foruria AM, Carrascal MT, Revilla C, Munuera L, Sanchez-Sotelo J (2010): *Proximal humerus fracture rotational stability after fixation using a locking plate or a fixed-angle locked nail: the role of implant stiffness*. *Clinical biomechanics* **25**(4): 307-11
23. Sanders BS, Bullington AB, McGillivray GR, Hutton WC (2007): *Biomechanical evaluation of locked plating in proximal humeral fractures*. *J Shoulder Elbow Surg* **16**(2): 229-34
24. Hirschmann MT, Fallegger B, Amsler F, Regazzoni P, Gross T (2011): *Clinical longer-term results after internal fixation of proximal humerus fractures with a locking compression plate (PHILOS)*. *J Orthop Trauma* **25**(5): 286-93
25. Osterhoff G, Hoch A, Wanner GA, Simmen HP, Werner CM (2012): *Calcar comminution as prognostic factor of clinical outcome after locking plate fixation of proximal humeral fractures*. *Injury* **43**(10): 1651-6
26. Schünke M, Schulte E, Schumacher U: *PROMETHEUS Allgemeine Anatomie und Bewegungssystem. LernAtlas der Anatomie*. Georg Thieme Verlag, Stuttgart - New York 2007. 2. Auflage
27. Echtermeyer V, Sangmeister M: *Praxisbuch Schulter: Erkrankungen und Verletzungen systematisch diagnostizieren, therapieren, begutachten*. Georg Thieme Verlag, Stuttgart - New York 1996.

28. Wurzinger LJ: *Obere Extremität: Schulter Oberarm und Ellenbogen* in: *Duale Reihe: Anatomie*. Georg Thieme Verlag, Stuttgart - New York 2007. S. 422-463.
29. Szyszkowitz R, Schippinger G (1999): [*Fractures of the proximal humerus*]. *Unfallchirurg* **102**(6): 422-8
30. Duparc F, Muller JM, Freger P (2001): *Arterial blood supply of the proximal humeral epiphysis*. *Surg Radiol Anat* **23**(3): 185-90
31. Zuckerman JD, Koval KJ: *Shoulder Fractures: The Practical Guide To Management*. Thieme Medical Publishers, New York - Stuttgart 2005.
32. Hettrich CM, Boraiah S, Dyke JP, Neviasser A, Helfet DL, Lorch DG (2010): *Quantitative assessment of the vascularity of the proximal part of the humerus*. *The Journal of bone and joint surgery. American volume* **92**(4): 943-8
33. Meyer C, Alt V, Hassanin H, Heiss C, Stahl JP, Giebel G, Koebeke J, Schnettler R (2005): *The arteries of the humeral head and their relevance in fracture treatment*. *Surg Radiol Anat* **27**(3): 232-7
34. Hinkmann, Heberlein, Schramm, Klose, Grunewald: *Orthorad*. <http://www.idr.med.uni-erlangen.de/orthorad/main-schulter.php> (abgerufen am 14.09.2013)
35. Habermeyer P (1997): [*Fracture of the head of the humerus*]. *Unfallchirurg* **100**(10): 820-37
36. Neer CS, 2nd (2002): *Four-segment classification of proximal humeral fractures: purpose and reliable use*. *J Shoulder Elbow Surg* **11**(4): 389-400
37. Neer CS, 2nd (1987): *Displaced proximal humeral fractures. Part I. Classification and evaluation*. *Clin Orthop Relat Res* **223**(3-10)
38. Müller AO *Classification of Fractures - Long Bones*. <https://www.aofoundation.org/Structure/resource/mueller-classification/Pages/mueller-classification.aspx> (abgerufen am 01.09.2013)
39. Bahrs C, Bauer M, Blumenstock G, Eingartner C, Bahrs SD, Tepass A, Weise K, Rolaufts B (2013): *The complexity of proximal humeral fractures is age and gender specific*. *Journal of orthopaedic science : official journal of the Japanese Orthopaedic Association* **18**(3): 465-70
40. Burkhart KJ, Dietz SO, Bastian L, Thelen U, Hoffmann R, Muller LP (2013): *The treatment of proximal humeral fracture in adults*. *Deutsches Arzteblatt international* **110**(35-36): 591-7
41. Habermeyer P (1997): [*Fracture of the head of the humerus*]. *Der Unfallchirurg* **100**(10): 820-37
42. Lill H, Josten C (2000): [*Proximal and distal humerus fractures in advanced age*]. *Der Orthopade* **29**(4): 327-41
43. *Roche Lexikon Medizin 5. Auflage*. <http://www.tk.de/rochelexikon/> (abgerufen am 25.09.2013)
44. *Nie auf die leichte Schulter nehmen: Schulterverletzungen mit den Klassikern Gilchrist & Co. therapieren*. <http://www.bsnmedical.de/presse/archiv/pressearchiv/nachricht//nie-auf-die-leichte-schulter-nehmen-schulterverletzungen-mit-den-klassikern-gilchrist-co-therapi.html> (abgerufen am 25.09.2013)

45. Lill H, Voigt C (2010): [*Proximal humeral fracture*]. Z Orthop Unfall **148**(3): 353-60; quiz 361-2
46. Voigt C, Lill H (2011): [*Innovations and prognoses*]. Unfallchirurg **114**(12): 1083-90
47. Leung F, Babst R, Li W, Kwok K-W, Blum J: *AO Surgery Reference. Proximal humerus*.
<https://www2.aofoundation.org/wps/portal/surgery?showPage=diagnosis&bone=Humerus&segment=Proximal> (abgerufen am 22.09.2013)
48. Hessmann MH, Rommens PM (2001): [*Osteosynthesis techniques in proximal humeral fractures*]. Chirurg **72**(11): 1235-45
49. Dietrich M, Meier C, Lattmann T, Zingg U, Gruninger P, Platz A (2008): [*Complex fracture of the proximal humerus in the elderly. Locking plate osteosynthesis vs hemiarthroplasty*]. Chirurg **79**(3): 231-40
50. *Endoprothetik der Schulter*.
http://schulter.de/de/Endoprothetik_der_Schulter.htm (abgerufen am 26.09.2013)
51. Constant CR, Gerber C, Emery RJ, Sojbjerg JO, Gohlke F, Boileau P (2008): *A review of the Constant score: modifications and guidelines for its use*. J Shoulder Elbow Surg **17**(2): 355-61
52. Constant CR, Murley AH (1987): *A clinical method of functional assessment of the shoulder*. Clin Orthop Relat Res **214**: 160-4
53. Thomas M, Dieball O, Busse M (2003): [*Normal values of the shoulder strength in dependency on age and gender--comparison with the constant, UCLA, ASES scores and SF36 health survey*]. Z Orthop Ihre Grenzgeb **141**(2): 160-70
54. Bahrs C, Badke A, Rolaufts B, Weise K, Zipplies S, Dietz K, Eingartner C (2010): *Long-term results after non-plate head-preserving fixation of proximal humeral fractures*. Int Orthop **34**(6): 883-9
55. Tingart M, Bathis H, Lefering R, Bouillon B, Tiling T (2001): [*Constant Score and Neer Score. A comparison of score results and subjective patient satisfaction*]. Unfallchirurg **104**(11): 1048-54
56. Katolik LI, Romeo AA, Cole BJ, Verma NN, Hayden JK, Bach BR (2005): *Normalization of the Constant score*. J Shoulder Elbow Surg **14**(3): 279-85
57. Yian EH, Ramappa AJ, Arneberg O, Gerber C (2005): *The Constant score in normal shoulders*. J Shoulder Elbow Surg **14**(2): 128-33
58. Fialka C, Oberleitner G, Stampfl P, Brannath W, Hexel M, Vecsei V (2005): *Modification of the Constant-Murley shoulder score-introduction of the individual relative Constant score Individual shoulder assessment*. Injury **36**(10): 1159-65
59. Ellman H, Hunker G, Bayer M (1986): *Repair of the rotator cuff. End-result study of factors influencing reconstruction*. The Journal of bone and joint surgery. American volume **68**(8): 1136-44
60. Germann G, Harth A, Wind G, Demir E (2003): *Standardisierung und Validierung der deutschen Version 2.0 des "Disability of Arm, Shoulder, Hand" (DASH)-Fragebogens zur Outcome-Messung an der oberen Extremität*. Unfallchirurg **106**(1): 13-19

61. Offenbächer M, Ewert T, Sangha O, Stucki G (2003): *Validation of a German version of the 'Disabilities of Arm, Shoulder and Hand' questionnaire (DASH-G)*. Zeitschrift für Rheumatologie **62**(2): 168-177
62. Hudak PL, Amadio PC, Bombardier C, Beaton D, Cole D, Davis A, Hawker G, Katz JN, Makela M, Marx RG, Punnett L, Wright J (1996): *Development of an upper extremity outcome measure: The DASH (disabilities of the arm, shoulder, and hand)*. American Journal of Industrial Medicine **29**(6): 602-608
63. Huber W, Hofstaetter JG, Hanslik-Schnabel B, Posch M, Wurnig C (2004): *The German version of the Oxford Shoulder Score--cross-cultural adaptation and validation*. Arch Orthop Trauma Surg **124**(8): 531-6
64. Dawson J, Fitzpatrick R, Carr A (1996): *QUESTIONNAIRE ON THE PERCEPTIONS OF PATIENTS ABOUT SHOULDER SURGERY*. Journal of Bone & Joint Surgery, British Volume **78-B**(4): 593-600
65. Brooks R (1996): *EuroQol: the current state of play*. Health Policy **37**(1): 53-72
66. Graf JM, Claes C, Greiner W, Uber A (1998): *Die deutsche Version des EuroQol-Fragebogens*. Zeitschrift für Gesundheitswissenschaften = Journal of public health **6**(1): 3-20
67. Bullinger M (1995): *German translation and psychometric testing of the SF-36 Health Survey: Preliminary results from the IQOLA project*. Social Science & Medicine **41**(10): 1359-1366
68. Ware JE, Jr., Sherbourne CD (1992): *The MOS 36-item short-form health survey (SF-36). I. Conceptual framework and item selection*. Med Care **30**(6): 473-83
69. Bahrs C, Oehm J, Rolauffs B, Eingartner C, Weise K, Dietz K, Helwig P (2007): *[T-plate osteosynthesis--an obsolete osteosynthesis procedure for proximal humeral fractures? Middle-term clinical and radiological results]*. Z Orthop Unfall **145**(2): 186-94
70. Gerber C, Hersche O, Berberat C (1998): *The clinical relevance of posttraumatic avascular necrosis of the humeral head*. Journal of shoulder and elbow surgery / American Shoulder and Elbow Surgeons ... [et al.] **7**(6): 586-90
71. Cruess RL (1986): *Osteonecrosis of bone. Current concepts as to etiology and pathogenesis*. Clin Orthop Relat Res **208**: 30-9
72. Tingart MJ, Apreleva M, von Stechow D, Zurakowski D, Warner JJ (2003): *The cortical thickness of the proximal humeral diaphysis predicts bone mineral density of the proximal humerus*. J Bone Joint Surg Br **85**(4): 611-617
73. König HH, Bernert S, Angermeyer MC (2005): *[Health Status of the German population: results of a representative survey using the EuroQol questionnaire]*. Gesundheitswesen **67**(3): 173-82
74. Ellert U, Bellach BM (1999): *[The SF-36 in the Federal Health Survey--description of a current normal sample]*. Gesundheitswesen **61 Sonderheft 2**: 184-90
75. Brunner F, Sommer C, Bahrs C, Heuwinkel R, Hafner C, Rillmann P, Kohut G, Ekelund A, Müller M, Audige L, Babst R (2009): *Open reduction and internal fixation of proximal humerus fractures using a proximal*

- humeral locked plate: a prospective multicenter analysis.* J Orthop Trauma **23**(3): 163-72
76. Thanasas C, Kontakis G, Angoules A, Limb D, Giannoudis P (2009): *Treatment of proximal humerus fractures with locking plates: a systematic review.* J Shoulder Elbow Surg **18**(6): 837-44
77. Dai J, Chai Y, Wang C, Wen G (2013): *Meta-analysis comparing locking plate fixation with hemiarthroplasty for complex proximal humeral fractures.* European journal of orthopaedic surgery & traumatology : orthopedie traumatologie [Epub ahead of print]
78. Gomberawalla MM MB, Coale RM, Bedi A, Gagnier JJ (2013): *Meta-analysis of joint preservation versus arthroplasty for the treatment of displaced 3- and 4-part fractures of the proximal humerus.* Injury **44**(11): 1532-9
79. Konrad G, Audige L, Lambert S, Hertel R, Sudkamp NP (2012): *Similar outcomes for nail versus plate fixation of three-part proximal humeral fractures.* Clin Orthop Relat Res **470**(2): 602-9
80. Gradl G, Dietze A, Kaab M, Hopfenmuller W, Mittlmeier T (2009): *Is locking nailing of humeral head fractures superior to locking plate fixation?* Clin Orthop Relat Res **467**(11): 2986-93
81. Zhu Y, Lu Y, Shen J, Zhang J, Jiang C (2011): *Locking intramedullary nails and locking plates in the treatment of two-part proximal humeral surgical neck fractures: a prospective randomized trial with a minimum of three years of follow-up.* J Bone Joint Surg Am **93**(2): 159-68
82. Fjalestad T, Hole MO, Hovden IA, Blucher J, Stromsoe K (2012): *Surgical treatment with an angular stable plate for complex displaced proximal humeral fractures in elderly patients: a randomized controlled trial.* J Orthop Trauma **26**(2): 98-106
83. Krettek C, Wiebking U (2011): *[Proximal humerus fracture: is fixed-angle plate osteosynthesis superior to conservative treatment?].* Der Unfallchirurg **114**(12): 1059-67
84. Roderer G, Erhardt J, Graf M, Kinzl L, Gebhard F (2010): *Clinical results for minimally invasive locked plating of proximal humerus fractures.* J Orthop Trauma **24**(7): 400-6
85. Solberg BD, Moon CN, Franco DP, Paiement GD (2009): *Surgical treatment of three and four-part proximal humeral fractures.* J Bone Joint Surg Am **91**(7): 1689-97
86. Clavert P, Adam P, Bevort A, Bonnomet F, Kempf JF (2010): *Pitfalls and complications with locking plate for proximal humerus fracture.* J Shoulder Elbow Surg **19**(4): 489-94
87. Geiger EV, Maier M, Kelm A, Wutzler S, Seebach C, Marzi I (2010): *Functional outcome and complications following PHILOS plate fixation in proximal humeral fractures.* Acta orthopaedica et traumatologica turcica **44**(1): 1-6
88. Martinez AA, Cuenca J, Herrera A (2009): *Philos plate fixation for proximal humeral fractures.* J Orthop Surg (Hong Kong) **17**(1): 10-4
89. Voigt C, Geisler A, Hepp P, Schulz AP, Lill H (2011): *Are polyaxially locked screws advantageous in the plate osteosynthesis of proximal*

- humeral fractures in the elderly? A prospective randomized clinical observational study.* Journal of orthopaedic trauma **25**(10): 596-602
90. Shi HF, Xiong J, Chen YX, Wang JF, Wang SF, Chen ZJ, Qiu Y (2011): *Management of proximal humeral fractures in elderly patients with uni- or polyaxial locking osteosynthesis system.* Archives of orthopaedic and trauma surgery **131**(4): 541-7
91. Schulte LM, Matteini LE, Neviasser RJ (2011): *Proximal periarticular locking plates in proximal humeral fractures: functional outcomes.* J Shoulder Elbow Surg **20**(8): 1234-40
92. Rouleau DM, Laflamme GY, Berry GK, Harvey EJ, Delisle J, Girard J (2009): *Proximal humerus fractures treated by percutaneous locking plate internal fixation.* Orthop Traumatol Surg Res **95**(1): 56-62
93. Sudkamp N, Bayer J, Hepp P, Voigt C, Oestern H, Kaab M, Luo C, Plecko M, Wendt K, Kostler W, Konrad G (2009): *Open reduction and internal fixation of proximal humeral fractures with use of the locking proximal humerus plate. Results of a prospective, multicenter, observational study.* J Bone Joint Surg Am **91**(6): 1320-8
94. Kuhlmann T, Hofmann T, Seibert O, Gundlach G, Schmidt-Horlohe K, Hoffmann R (2012): *[Operative treatment of proximal humeral four-part fractures in elderly patients: comparison of two angular-stable implant systems].* Zeitschrift für Orthopädie und Unfallchirurgie **150**(2): 149-55
95. Spross C, Platz A, Rufibach K, Lattmann T, Forberger J, Dietrich M (2012): *The PHILOS plate for proximal humeral fractures--risk factors for complications at one year.* J Trauma Acute Care Surg **72**(3): 783-92
96. Leonard M, Mokotedi L, Alao U, Glynn A, Dolan M, Fleming P (2009): *The use of locking plates in proximal humeral fractures: Comparison of outcome by patient age and fracture pattern.* International journal of shoulder surgery **3**(4): 85-9
97. Parmaksizoglu AS, Sokucu S, Ozkaya U, Kabukcuoglu Y, Gul M (2010): *Locking plate fixation of three- and four-part proximal humeral fractures.* Acta orthopaedica et traumatologica turcica **44**(2): 97-104
98. Voigt C, Woltmann A, Partenheimer A, Lill H (2007): *[Management of complications after angularly stable locking proximal humerus plate fixation].* Chirurg **78**(1): 40-6
99. Bengard MJ, Gardner MJ (2011): *Screw depth sounding in proximal humerus fractures to avoid iatrogenic intra-articular penetration.* Journal of orthopaedic trauma **25**(10): 630-3
100. Agudelo J, Schurmann M, Stahel P, Helwig P, Morgan SJ, Zechel W, Bahrs C, Parekh A, Ziran B, Williams A, Smith W (2007): *Analysis of efficacy and failure in proximal humerus fractures treated with locking plates.* J Orthop Trauma **21**(10): 676-81
101. Jeong J, Bryan J, Iannotti JP (2009): *Effect of a variable prosthetic neck-shaft angle and the surgical technique on replication of normal humeral anatomy.* The Journal of bone and joint surgery. American volume **91**(8): 1932-41
102. Sanders RJ, Thissen LG, Teepen JC, van Kampen A, Jaarsma RL (2011): *Locking plate versus nonsurgical treatment for proximal humeral*

- fractures: better midterm outcome with nonsurgical treatment.* J Shoulder Elbow Surg **20**(7): 1118-24
103. Faraj D, Kooistra BW, Vd Stappen WA, Werre AJ (2011): *Results of 131 consecutive operated patients with a displaced proximal humerus fracture: an analysis with more than two years follow-up.* European journal of orthopaedic surgery & traumatology : orthopedie traumatologie **21**(1): 7-12
 104. Thalhammer G, Platzer P, Oberleitner G, Fialka C, Greitbauer M, Vecsei V (2009): *Angular stable fixation of proximal humeral fractures.* J Trauma **66**(1): 204-10
 105. Yang H, Li Z, Zhou F, Wang D, Zhong B (2011): *A prospective clinical study of proximal humerus fractures treated with a locking proximal humerus plate.* Journal of orthopaedic trauma **25**(1): 11-7
 106. Zhang L, Zheng J, Wang W, Lin G, Huang Y, Edem Prince GA, Yang G (2011): *The clinical benefit of medial support screws in locking plating of proximal humerus fractures: a prospective randomized study.* International orthopaedics **35**(11): 1655-61
 107. Osterhoff G, Ossendorf C, Wanner GA, Simmen HP, Werner CM (2011): *The calcar screw in angular stable plate fixation of proximal humeral fractures--a case study.* Journal of orthopaedic surgery and research **6**: 50
 108. Hettrich CM, Neviasser A, Beamer BS, Paul O, Helfet DL, Lorich DG (2012): *Locked plating of the proximal humerus using an endosteal implant.* Journal of orthopaedic trauma **26**(4): 212-5
 109. Neviasser AS, Hettrich CM, Dines JS, Lorich DG (2011): *Rate of avascular necrosis following proximal humerus fractures treated with a lateral locking plate and endosteal implant.* Archives of orthopaedic and trauma surgery **131**(12): 1617-22
 110. Lescheid J, Zdero R, Shah S, Kuzyk PR, Schemitsch EH (2010): *The biomechanics of locked plating for repairing proximal humerus fractures with or without medial cortical support.* The Journal of trauma **69**(5): 1235-42
 111. Hertel R, Hempfing A, Stiehler M, Leunig M (2004): *Predictors of humeral head ischemia after intracapsular fracture of the proximal humerus.* J Shoulder Elbow Surg **13**(4): 427-33
 112. Bastian JD, Hertel R (2008): *Initial post-fracture humeral head ischemia does not predict development of necrosis.* J Shoulder Elbow Surg **17**(1): 2-8
 113. Solberg BD, Moon CN, Franco DP, Paiement GD (2009): *Locked plating of 3- and 4-part proximal humerus fractures in older patients: the effect of initial fracture pattern on outcome.* J Orthop Trauma **23**(2): 113-9
 114. Erhardt JB, Roderer G, Grob K, Forster TN, Stoffel K, Kuster MS (2009): *Early results in the treatment of proximal humeral fractures with a polyaxial locking plate.* Arch Orthop Trauma Surg **129**(10): 1367-74
 115. Ruchholtz S, Hauk C, Lewan U, Franz D, Kuhne C, Zettl R (2011): *Minimally invasive polyaxial locking plate fixation of proximal humeral fractures: a prospective study.* J Trauma **71**(6): 1737-44

116. Roderer G, Erhardt J, Kuster M, Vegt P, Bahrs C, Kinzl L, Gebhard F (2011): *Second generation locked plating of proximal humerus fractures-- a prospective multicentre observational study*. International orthopaedics **35**(3): 425-32
117. Scheibel M (2011): *[Humeral head fracture and cuff]*. Unfallchirurg **114**(12): 1075-8, 1081-2
118. Bahrs C, Rolauffs B, Stuby F, Dietz K, Weise K, Helwig P (2010): *Effect of proximal humeral fractures on the age-specific prevalence of rotator cuff tears*. J Trauma **69**(4): 901-6
119. Lill H: *Die proximale Humerusfraktur: Neue Techniken, Neue Implantate - Tipps und Tricks*. Georg Thieme Verlag, Stuttgart - New York 2006.
120. Johansson KM, Adolfsson LE (2005): *Intraobserver and interobserver reliability for the strength test in the Constant-Murley shoulder assessment*. J Shoulder Elbow Surg **14**(3): 273-8

7. Anhang

7.1. Exemplarische Fälle

7.1.1. Sehr gute Schulterfunktion nach komplexer Mehrfragmentfraktur des linken proximalen Humerus mit Luxation des Kopffragments



Abb. 51 Röntgenaufnahmen **a-b)** der frakturierten linken Schulter (AO 11C3.3, Neer VI 4-Teile) **c-d)** nach Osteosynthese mittels PHILOS®-Platte **e-f)** bei Nachuntersuchung 105 Mon. nach Primäroperation mit Zeichen einer Humeruskopfnekrose (Score 2) (Das Metall wurde 9 Mon. nach Osteosynthese auf Wunsch des Patienten entfernt.)



Abb. 52 Funktionsaufnahmen des 49-jährigen Patienten 105 Monate nach PHILOS-Platten-Osteosynthese einer AO 11C3.3-Fraktur auf der linken Seite, die er sich bei einem Motorradunfall in Südamerika zugezogen hatte und daher erst bei Rückkehr nach Deutschland ca. 1 Woche später operativ versorgt werden konnte; komplikationsloser postoperativer Verlauf; elektive Metallentfernung; gutes funktionelles Ergebnis: Constant-Score 93 Punkte, Neer-Score 98 Punkte, UCLA-Score 35 Punkte, DASH-Score 0 Punkte, Oxford-Shoulder-Score 13 Punkte

7.1.2. Humeruskopfnekrose nach komplexer Mehrfragmentfraktur des linken proximalen Humerus



Abb. 53 Röntgenaufnahmen **a)** der frakturierten linken Schulter (AO 11C3.3, Neer VI 4-Teile) **b)** nach Osteosynthese mittels PHILOS®-Platte **c-d)** bei Nachuntersuchung 98 Mon. nach Primäroperation mit Zeichen von Humerkopfnekrose (Score 2) und Om-arthrose (Score 2) (Das Metall wurde 8 Mon. nach Osteosynthese aufgrund einer sekundären Schraubenperforation entfernt.)



Abb. 54 Funktionsaufnahmen des 41-jährigen Patienten 98 Mon. nach PHILOS®-Platten-Osteosynthese einer AO 11C3.3-Fraktur auf der linken Seite. Im Verlauf kam es zu einer sekundären Schraubenperforation, aufgrund der das Metall 8 Mon. nach Osteosynthese komplett entfernt wurde. Bei Nachuntersuchung waren Zeichen einer Humeruskopfnekrose (Score 2) und Omarthrose (Score 2) nachweisbar. Im Seitenvergleich zeigte sich eine starke Fehlstellung (Score 2). Constant-Score 73 Punkte, Neer-Score 68 Punkte, UCLA-Score 29 Punkte, DASH-Score 11 Punkte, Oxford-Shoulder-Score 14 Punkte.

7.2. Nachuntersuchungsbogen

17 für Lymphom	18 für Metastasierender Tumor
19 für Solider Tumor ohne Metastasierung	20 für Eburnische Arthritis Kollagenosen
21 für Kongenitale	22 für Adipositas
23 für Gicht	24 für Fingertip- und Elektrolytstörungen
25 für Bluthochdruck	26 für Mangelernährung
27 für Alkoholismus	28 für Drogenabusus
29 für Psychosen	30 für Depression
1 für Menseschwäche,	2 für amen.
3 für Hirsner-Frakur Ellbogen abh	4 für Einseitige-Frakur
5 für Kniefraktur	6 für Oberarmkopf-fraktur vorbestehend
7 für Schädeltrauma	7.1 Revisionsarthroskopische-Schulden OP
8 für Sonstige (z.B. Kniegelenkverletzungen)	1 für gerader Pfriest
2 für Pfriest mit leichter Allergienreaktion	3 für Pfriest mit schwerer Allergienreaktion
4 für Pfriest mit schwerer Allergienreaktion, die eine ständige Lebensbedrohung ist.	

Vor-Op's Verletzungen (je 6 für Ober- und Unterarme)

ASA

Constant (C), Neer (N), UCLA (U), Score

Seite	keine	wenigstens	rechts	links
Schmerzen (C 15 Pkt)	keine	15 10 5 0		
Schmerzen (U 10 Pkt)	keine vorhanden und unwichtig, gelegentlich starke Muskeln	0		
	keine vorhanden, aber ernstlich, gelegentlich starke Muskeln	2		
	keine oder wenig nur bei leichten Aktivitäten, Salzwasser regelmäßig	4		
	Vorhanden bei schweren oder gewissen Tätigkeiten, Salzwasser gelegentlich	6		
	Schmerzen	8		
	keine	10		
	keine	35		
	Schwach, gelegentlich, keine Aktivitäten	30		
	Leicht, kein Einfluss auf normale Aktivitäten	25		
	Mäßig, ernstlich, leichte Einschränkungen	15		
	Stark, gravierende Einschränkungen	5		
	Schwer völlig unermüdbar	0		
Aktivitäten des täglichen Lebens (C 20 Pkt)	keine	alle		
	keine	0 1 2 3 4		

Patientennummer	1-1000				
Name					
Vorname					
Geburtsdatum					
Tel.-Nr.					
Beruf	1 für Bauer 2 für Arbeiter 3 für Kaufmann 4 für Arbeiter 5 für Student 6 für Hausfrau 7 für Rentner 8 für Sonstige				
Soziales	0 für unbekannt 1 für Familie (mit Lebensgefährte/in, Mütter, Väter, geschiedene mit Kinder usw.) 2 für Pflegeheim 3 für Allein abköngig 4 für Allein unabhänger				
Veränderung der Wohnsituation	Nach der Fraktur				
	keine Selbstversorgung	keine mit sporadischer Hilfe	keine mit regelmäßiger Hilfe	keine mit 24-Stunden-Betreuung	keine mit 24-Stunden-Betreuung
Vor der Fraktur	keine Selbstversorgung	keine mit sporadischer Hilfe	keine mit regelmäßiger Hilfe	keine mit 24-Stunden-Betreuung	keine mit 24-Stunden-Betreuung
	keine Selbstversorgung	keine mit sporadischer Hilfe	keine mit regelmäßiger Hilfe	keine mit 24-Stunden-Betreuung	keine mit 24-Stunden-Betreuung
Händigkeit	1=Rechts 2=Links 3=Beidhändig				
Vorerkrankungen	0 für keine bekannt 1 für koronares Herz 2 für neurologische, Sehstörungen, psychiatrisch, Schwäche 3 für Alkohol 4 für Nikotinabusus 5 für Knochenmarkstumor Maligne Grundkrankheit 6 für Osteoporose 7 für Diabetes 8 für Adipositas 9 für rheumatoide Arthritis/Arthrose 10 für Immunopressiva 11 für Schilddrüsenkrankung 12 für primäre/sekundäre Eisenmangel 13 für andere Stoffwechsellkrankungen 14 für Herzmuskulatur 15 für Herzrhythmusstörungen 16 für Herklippenskrankung 17 für Lungenerkrankung 18 für Peripheres Gefäßkrankungen 19 für Hypertonie 20 für Panlyse 21 für Andere neurologische Erkrankungen 22 für Chronische Lungenerkrankungen 23 für Diabetes, unkontrolliert 24 für Diabetes, kompensiert 25 für Hypothyreose 26 für Nierenversagen 27 für Leberkrankung 28 für Peritonitis, Ulcera, nicht blutend 29 für AIDS				
Komorbiditäten (nach Ehrhäuser)					

Spezifität und Präzision: <i>alle</i>			
<i>low</i>			
0	1	2	3
			4
Schlaf:			
Schlafentzug jede Nacht	0		
Gewöhnliche Schlafentzug	1		
Ungezügelter Schlaf möglich	2		
Arbeitsfähigkeit auf Höhe von:			
Taile	2		
Schwerfortan	4		
Hals	6		
Kopf	8		
Über Kopf	10		
Reichweite (N 10 Pkt.)			
Gewölchalle	2		
Achse der Gegenseite	2		
BH-Verdrehen	2		
Mund	2		
Auf den Kopf	2		
Funktion (U 10 Pkt.)			
Bestimmung des Armes nicht möglich	0		
Nur leichte Aktivitäten möglich	2		
Leichte Handarbeit möglich oder meiste Arbeiten des täglichen Lebens	4		
Mittlere Handarbeit, Emulsion und Anstrichen möglich, Haare kämmen, An- und Ausziehen möglich eingeschlossenen Brusthalter	6		
Leichte Einschraubungen, Arbeit über Schulterhöhe möglich	8		
Normale Aktivitäten	10		
Zufriedenheit (U 5 Pkt.)			
Zufrieden und besser	5		
Nicht zufrieden und schlechter	0		
Anteversion (C 10 Pkt.)			
0-30°	0		
31-60°	2		
61-90°	4		
91-120°	6		
121-150°	8		
151-180°	10		
Anteversion (U 5 Pkt.)			
150° und mehr	5		
120-150°	4		
90-120°	3		
45-90°	2		
30-45°	1		
<30°	0		
Anteversion (N 6 Pkt.)			
180°	6		
170°	5		
140°	4		
Abduktion (C 10 Pkt.)			
100°	2		
80°	1		
<80°	0		
Abduktion (N 6 Pkt.)			
0-30°	0		
31-60°	2		
61-90°	4		
91-120°	6		
121-150°	8		
151-180°	10		
Außenrotation (C 10 Pkt.)			
Hand hinter den Kopf - Ellbogen vorne	2		
Hand hinter den Kopf - Ellbogen hinten	2		
Hand auf der Seite - Ellbogen vorne	2		
Hand auf der Seite - Ellbogen hinten	2		
Volle Elevation vom Schenkel aus	2		
Außenrotation (N 5 Pkt.)			
60°	5		
30°	3		
15°	1		
<15°	0		
Innenrotation (C 10 Pkt.)			
Handrücken zum seitlichen Oberarm	0		
Handrücken zum Gesäß	2		
Handrücken zur horizontalen Verbindung	4		
Handrücken zur Hinterseite von Wirbel L3	6		
Handrücken an Th 12	8		
Handrücken zwischen die Schulterblätter Th 7/Tab	10		
Innenrotation (N 5 Pkt.)			
90° (T-6)	5		
70° (T-12)	4		
50° (L-3)	3		
30° (günstig)	2		
<30°	0		
Extension (N 3 Pkt.)			
45°	3		
30°	2		
15°	1		
<15°	0		
Kraftmessung kg			
90° Abduktion:			
- am Delta-Muskel:			
1.			
2.			
3.			
Mittelwert:			
Maximum:			

Reichweite (N 10 Pkt.)			
Schlaf:			
Schlafentzug jede Nacht	0		
Gewöhnliche Schlafentzug	1		
Ungezügelter Schlaf möglich	2		
Arbeitsfähigkeit auf Höhe von:			
Taile	2		
Schwerfortan	4		
Hals	6		
Kopf	8		
Über Kopf	10		
Funktion (U 10 Pkt.)			
Bestimmung des Armes nicht möglich	0		
Nur leichte Aktivitäten möglich	2		
Leichte Handarbeit möglich oder meiste Arbeiten des täglichen Lebens	4		
Mittlere Handarbeit, Emulsion und Anstrichen möglich, Haare kämmen, An- und Ausziehen möglich eingeschlossenen Brusthalter	6		
Leichte Einschraubungen, Arbeit über Schulterhöhe möglich	8		
Normale Aktivitäten	10		
Zufriedenheit (U 5 Pkt.)			
Zufrieden und besser	5		
Nicht zufrieden und schlechter	0		
Anteversion (C 10 Pkt.)			
0-30°	0		
31-60°	2		
61-90°	4		
91-120°	6		
121-150°	8		
151-180°	10		
Anteversion (U 5 Pkt.)			
150° und mehr	5		
120-150°	4		
90-120°	3		
45-90°	2		
30-45°	1		
<30°	0		
Anteversion (N 6 Pkt.)			
180°	6		
170°	5		
140°	4		

Waren Sie in der vergangenen Woche durch Ihre Schulter-, Arm- oder Handprobleme in Ihrer Arbeit oder anderen alltäglichen Aktivitäten eingeschränkt?	1=Überhaupt nicht 2=Ein wenig eingeschränkt 3=Mäßig eingeschränkt 4=Sehr eingeschränkt 5=Nicht möglich
Bitte bewerten Sie Ihre Beschwerden in der vergangenen Woche.	
Schmerzen in Schulter, Arm, Hand	1=keine 2=leichte 3=mittelmäßig 4=stark 5=sehr stark
Schmerzen in Schulter, Arm, Hand nachdem Sie eine bestimmte Tätigkeit ausgeführt haben	1=keine 2=leichte 3=mittelmäßig 4=stark 5=sehr stark
Kribbeln (Nadelstiche) in Schulter, Arm, Hand	1=keine 2=leichte 3=mittelmäßig 4=stark 5=sehr stark
Bitte bewerten Sie Ihre Beschwerden in der vergangenen Woche.	
Schwächegefühl in Schulter, Arm, Hand	1=keine 2=leichte 3=mittelmäßig 4=stark 5=sehr stark
Stiffheit in Schulter, Arm, Hand	1=keine 2=leichte 3=mittelmäßig 4=stark 5=sehr stark
Wie groß waren Ihre Schlafstörungen in der letzten Woche, aufgrund von Schmerzen im Schulter-, Arm- oder Handbereich?	1=keine Schlafstörungen 2=geringe Schlafstörungen 3=mittelmäßige Schlafstörungen 4=ausdehnlige Schlafstörungen 5=so große Schlafstörungen, dass ich nicht schlafen konnte
Angrund meiner Probleme im Schulter-, Arm- oder Handbereich empfinde ich meine Fähigkeiten als eingeschränkt, ich habe weniger Selbstvertrauen oder kann mich weniger nützlich machen.	1=Stimme überhaupt nicht zu 2=Stimme nicht zu 3=Weder Zustimmung noch Ablehnung 4=Stimme zu 5=Stimme sehr zu

Optionales Sport/Nutrik-Modul des DASH-Score

Sport/Instrument	
Seite	
Bitte schätzen Sie Ihre Fähigkeit, Ihren Sport auszuüben oder Ihr Instrument zu spielen, während der vergangenen Woche ein.	
In der üblichen Art und Weise Ihr Musikinstrument zu spielen oder Sport zu treiben?	1=keine Schwierigkeiten 2=geringe Schwierigkeiten 3=mittelmäßige Schwierigkeiten 4=ausdehnlige Schwierigkeiten 5=Nicht möglich

Aufgrund der Schmerzen in Schulter, Arm oder Hand Ihr Musikinstrument zu spielen oder Sport zu treiben?	1=keine Schwierigkeiten 2=geringe Schwierigkeiten 3=mittelmäßige Schwierigkeiten 4=ausdehnlige Schwierigkeiten 5=Nicht möglich
So gut wie Sie es möchten Ihr Musikinstrument zu spielen oder Sport zu treiben?	1=keine Schwierigkeiten 2=geringe Schwierigkeiten 3=mittelmäßige Schwierigkeiten 4=ausdehnlige Schwierigkeiten 5=Nicht möglich
Die gewohnte Zeit mit dem Spielen Ihres Musikinstrumentes oder mit Sporttreiben zu verbringen?	1=keine Schwierigkeiten 2=geringe Schwierigkeiten 3=mittelmäßige Schwierigkeiten 4=ausdehnlige Schwierigkeiten 5=Nicht möglich

Oxford-Schulterfragebogen (bezogen auf die letzten vier Wochen)

Seite			
Wie würden Sie den schlimmsten Schmerz in Ihrer Schulter beschreiben?	1=kein 2=leicht 3=mittelmäßig 4=stark 5=sehr stark		
Gab es wegen Ihrer Schulter Probleme beim Anziehen?	1=gar keine 2=leichte Schwierigkeiten 3=mittelmäßige Schwierigkeiten 4=ausdehnlige Schwierigkeiten 5=unmöglich		
Hatten Sie aufgrund Ihrer Schulter Schwierigkeiten ins Auto ein- oder aussteigen, oder öffentliche Verkehrsmittel zu benutzen?	1=gar keine 2=leichte Schwierigkeiten 3=mittelmäßige Schwierigkeiten 4=ausdehnlige Schwierigkeiten 5=unmöglich		
Können Sie Messer und Gabel gleichzeitig verwenden?	1=JA, leicht 2=JA, leichte Schwierigkeiten 3=mittelmäßige Schwierigkeiten 4=ausdehnlige Schwierigkeiten 5=unmöglich		
Können Sie Ihre Haushaltskäufe selbstständig erledigen?	1=JA, leicht 2=JA, leichte Schwierigkeiten 3=mittelmäßige Schwierigkeiten 4=ausdehnlige Schwierigkeiten 5=unmöglich		
Können Sie ein Tablett mit einem Teller Essen durchs Zimmer tragen?	1=JA, leicht 2=JA, leichte Schwierigkeiten 3=mittelmäßige Schwierigkeiten 4=ausdehnlige Schwierigkeiten 5=unmöglich		
Können Sie Ihr Haar mit dem betroffenen Arm kämmen?	1=JA, leicht 2=JA, leichte Schwierigkeiten 3=mittelmäßige Schwierigkeiten 4=ausdehnlige Schwierigkeiten 5=unmöglich		
Wie würden Sie den Schmerz beschreiben, den Sie gewöhnlich in Ihrer Schulter hatten?	1=kein 2=JA, leicht 3=leicht 4=mittelmäßig 5=stark		
Können Sie Ihre Kleider mit Ihrem betroffenen Arm in einer Garderobe aufhängen?	1=JA, leicht 2=JA, leichte Schwierigkeiten 3=mittelmäßige Schwierigkeiten 4=ausdehnlige Schwierigkeiten 5=unmöglich		

Können Sie sich selbst unter beiden Armen waschen und abtrocknen?	1=ja, leicht 2=etw. leichte Schwierigkeiten 3=mittlere Schwierigkeiten 4=extreme Schwierigkeiten 5=unmöglich
Wie sehr hat Ihr Schulterschmerz Ihrer täglichen Arbeit behindert?(incl. Hausarbeit)	1=gar nicht 2=sehr wenig 3=mäßig 4=stark 5=extrem
Würden Sie nachts im Bett von Schmerzen in der Schulter geplagt?	1=nie 2=1-2 Nächte 3=einige Nächte 4=fast meisten Nächte 5=jede Nacht

EuroQoL

	Vor der Fraktur	Nach der Fraktur
1. Beweglichkeit/Mobilität	Ich habe keine Probleme beim Gehen Ich habe einige Probleme beim Gehen Ich bin von Bett gebunden Ich habe keine Probleme für mich selbst zu sorgen Ich habe einige Probleme, mich selbst zu waschen oder mich umzukeilen Ich bin nicht in der Lage, mich selbst zu waschen oder umzukeilen	
2. Für sich selbst sorgen	Ich habe keine Probleme beim Gehen Ich habe einige Probleme, meinen alltäglichen Tätigkeiten nachzugehen Ich bin nicht in der Lage, meinen alltäglichen Tätigkeiten nachzugehen	
3. Allgemeine Tätigkeiten (z.B. Arbeit, Studium, Hausarbeit, Familien- oder Freizeitaktivitäten)	Ich habe keine Schmerzen oder Beschwerden Ich habe extreme Schmerzen oder Beschwerden Ich bin nicht fähig/ich bin deprimiert Ich bin extrem müde/ich bin deprimiert	
4. Schmerzen/Körperliche Beschwerden	Ich habe keine Schmerzen oder Beschwerden Ich habe extreme Schmerzen oder Beschwerden	
5. Angst/Niedergeschlagenheit	Ich bin nicht fähig/ich bin deprimiert Ich bin extrem müde/ich bin deprimiert	
6. Vergleichen mit meinem allgemeinen Gesundheitszustand während der vergangenen 12 Monate ist mein heutiger Gesundheitszustand	1=bevor 2=im großen und ganzen etwa gleich 3=schlechter	
7. Um Sie bei der Einschätzung, wie gut oder wie schlecht Ihr Gesundheitszustand ist, zu unterstützen, haben wir eine Skala gezeichnet, ähnlich einem Thermometer. Der beste denkbare Gesundheitszustand ist mit „100“ gekennzeichnet, der schlechteste mit „0“. (Wir möchten Sie nun bitten, auf dieser Skala zu kennzeichnen, wie gut oder wie schlecht Ihrer Ansicht nach Ihr persönlicher Gesundheitszustand heute ist. Bitte verbinden Sie dazu den untenstehenden Kasten mit dem Punkt auf der Skala, der Ihren heutigen Gesundheitszustand am besten wiedergibt)	<p style="text-align: center;">Bester vorstellbarer Gesundheitszustand</p> <p style="text-align: center;">Schlechtestes vorstellbares Gesundheitszustand</p>	

SE36

Wie würden Sie Ihren Gesundheitszustand im Allgemeinen beschreiben?	1=ausgesprochen 2=sehr gut 3=gut 4=weniger gut 5=schlecht
Wie würden Sie Ihren Gesundheitszustand im Allgemeinen vergleichen zu einem Jahr bevor beschreiben?	1=Wesentlich besser als vor einem Jahr 2=ein bisschen besser als vor einem Jahr 3=ungefähr genauso wie vor einem Jahr 4=ein bisschen schlechter als vor einem Jahr 5=Wesentlich schlechter als vor einem Jahr
Im Folgenden sind einige Tätigkeiten beschrieben, die Sie vielleicht an einem normalen Tag ausüben. Sind Sie durch Ihren derzeitigen Gesundheitszustand bei diesen Tätigkeiten eingeschränkt? Wenn ja, wie stark?	
Anstrengende Tätigkeiten, z.B. schnell laufen, schwere Gegenstände heben, anstrengenden Sport treiben	1=ja, stark eingeschränkt 2=ja, etwas eingeschränkt 3=nein, überhaupt nicht eingeschränkt
Mittelschwere Tätigkeiten, z.B. einen Tischverschieben, staubsaugen, kegeln, Golf spielen	1=ja, stark eingeschränkt 2=ja, etwas eingeschränkt 3=nein, überhaupt nicht eingeschränkt
Einkaufstaschen heben oder tragen	1=ja, stark eingeschränkt 2=ja, etwas eingeschränkt 3=nein, überhaupt nicht eingeschränkt
Mehrere Treppenstufen gehen?	1=ja, stark eingeschränkt 2=ja, etwas eingeschränkt 3=nein, überhaupt nicht eingeschränkt
Eine Treppenstufe gehen?	1=ja, stark eingeschränkt 2=ja, etwas eingeschränkt 3=nein, überhaupt nicht eingeschränkt
Hinlennen, sich bücken?	1=ja, stark eingeschränkt 2=ja, etwas eingeschränkt 3=nein, überhaupt nicht eingeschränkt
Mehr als 1,6 km gehen?	1=ja, stark eingeschränkt 2=ja, etwas eingeschränkt 3=nein, überhaupt nicht eingeschränkt
Eine längere Strecke gehen?	1=ja, stark eingeschränkt 2=ja, etwas eingeschränkt 3=nein, überhaupt nicht eingeschränkt
Eine kurze Strecke gehen?	1=ja, stark eingeschränkt 2=ja, etwas eingeschränkt 3=nein, überhaupt nicht eingeschränkt
Baden oder sich selber anziehen?	1=ja, stark eingeschränkt 2=ja, etwas eingeschränkt 3=nein, überhaupt nicht eingeschränkt
Hatten Sie in den vergangenen 4 Wochen aufgrund Ihrer körperlichen Gesundheit irgendwelche Schwierigkeiten bei der Arbeit oder anderen alltäglichen Tätigkeiten im Beruf bzw. zu Hause?	
Ich konnte nicht so lange wie üblich tätig sein	1=ja 2=ja 3=nein
Ich habe weniger geschafft als ich wollte	1=ja 2=ja 3=nein
Eingeschränkt in der Art der Arbeit oder anderer Tätigkeiten	1=ja 2=ja 3=nein
Schwierigkeiten beim verrichten der Arbeit oder anderer Aktivitäten (z.B. mehr Aufwand nötig)	1=ja 2=ja 3=nein
Hatten Sie in den vergangenen 4 Wochen aufgrund seelischer Probleme irgendwelche Schwierigkeiten bei der Arbeit oder anderen alltäglichen Tätigkeiten im Beruf bzw. zu Hause? (z.B. weil Sie sich niedergeschlagen oder ängstlich fühlten?)	

... erschöpft?	1=immer 2=meistens 3=teilweise oft 4=gelegentlich 5=nie 6=nie
In diesen Fragen geht es darum, wie Sie sich fühlen und wie es Ihnen in den vergangenen 4 Wochen gegangen ist. (Bitte kreuzen Sie in jeder Zeile die Zahl an, die Ihrem Befinden am ehesten entspricht). Wie oft waren Sie in den vergangenen 4 Wochen...	
... eine glückliche Person?	1=immer 2=meistens 3=teilweise oft 4=gelegentlich 5=nie 6=nie
... müde?	1=immer 2=meistens 3=teilweise oft 4=gelegentlich 5=nie 6=nie
Wie sehr haben Ihre körperliche Gesundheit oder seelischen Probleme in den vergangenen 4 Wochen Ihre normalen sozialen Aktivitäten beeinträchtigt (mit Freunden treffen etc.)?	1=immer 2=meistens 3=teilweise oft 4=gelegentlich 5=nie 6=nie
Wie wahr oder unwahr sind folgende Aussagen für Sie? Ich glaube ich werde schneller krank als andere Personen?	1=auf jeden Fall wahr 2=größtenteils wahr 3=weil nicht 4=größtenteils falsch 5=auf jeden Fall falsch
Ich bin genauso gesund wie alle anderen Personen die ich kenne?	1=auf jeden Fall wahr 2=größtenteils wahr 3=weil nicht 4=größtenteils falsch 5=auf jeden Fall falsch
Ich vermute dass es mir schlechter gehen wird?	1=auf jeden Fall wahr 2=größtenteils wahr 3=weil nicht 4=größtenteils falsch 5=auf jeden Fall falsch
Meine Gesundheit ist hervorragend?	1=auf jeden Fall wahr 2=größtenteils wahr 3=weil nicht 4=größtenteils falsch 5=auf jeden Fall falsch
Ultraschall	
Seite	
RM-Ruptur Supraspinatus	1=keine Ruptur 2=komplett 3=teilweise
RM-Ruptur Infraspinatus	1=keine Ruptur 2=komplett 3=teilweise
RM-Ruptur Subscapularis	1=keine Ruptur 2=komplett 3=teilweise

Ich konnte nicht so lange wie üblich tätig sein	1=ja 2=sehr
Ich habe weniger geschafft als ich wollte	1=ja 2=sehr
Ich habe nicht so sorgsam wie sonst gearbeitet	1=ja 2=sehr
Wie sehr haben Ihre körperliche Gesundheit oder seelischen Probleme in den vergangenen 4 Wochen Ihre normalen Kontakte zu Familienangehörigen, Freunden, Nachbarn oder zum Bekanntenkreis beeinträchtigt?	1=überhaupt nicht 2=wenig 3=mäßig 4=teilweise 5=sehr
Wie stark waren Ihre Schmerzen in den vergangenen 4 Wochen?	1=ich habe keine Schmerzen 2=sehr leicht 3=leicht 4=mäßig 5=stark 6=sehr stark
Wie sehr hat Ihr Schmerz Sie in den vergangenen 4 Wochen bei Ihrer normalen Arbeit beeinträchtigt (Gartenarbeit und Hausarbeit)?	1=gar nicht 2=wenig 3=mäßig 4=stark 5=sehr stark
In diesen Fragen geht es darum, wie Sie sich fühlen und wie es Ihnen in den vergangenen 4 Wochen gegangen ist. (Bitte kreuzen Sie in jeder Zeile die Zahl an, die Ihrem Befinden am ehesten entspricht). Wie oft waren Sie in den vergangenen 4 Wochen...	
... voller Schwung?	1=immer 2=meistens 3=teilweise oft 4=gelegentlich 5=nie 6=nie
... sehr nervös?	1=immer 2=meistens 3=teilweise oft 4=gelegentlich 5=nie 6=nie
... so niedergeschlagen, dass Sie nichts aufheuern konnte?	1=immer 2=meistens 3=teilweise oft 4=gelegentlich 5=nie 6=nie
... ruhig und gelassen?	1=immer 2=meistens 3=teilweise oft 4=gelegentlich 5=nie 6=nie
... voller Energie?	1=immer 2=meistens 3=teilweise oft 4=gelegentlich 5=nie 6=nie
... entmutigt und traurig?	1=immer 2=meistens 3=teilweise oft 4=gelegentlich 5=nie 6=nie

1=unbest.	9. Fragmentierung
2=Subluxation	Medial, Lateral, Ventral, Dorsal
3=Luxation	Score 0 Wenn keine Fragmentierung vorliegt
4=Teildysarthrose	Score 1 Wenn Fragmentierung in einer Ebene vorliegt
5=Totaldysarthrose Calcarea	Score 2 Wenn Fragmentierung in zwei Ebenen vorliegt
6=unklare	Score 3 Wenn Fragmentierung in drei Ebenen vorliegt
7=Fraktur	Score 4 Wenn Fragmentierung in allen Ebenen vorliegt

Bireproseheue	1=unbest.
	2=Subluxation
	3=Luxation
	4=Teildysarthrose
	5=Totaldysarthrose Calcarea
	6=unklare
	7=Fraktur

Spezifischer-Score für RÖ

1. Verbleibene Achs- und/oder Rotationsabweichung postoperativ:	
a) T. majus unter Kaloteneblende oder im Seitenvergleich Differenz < 5mm	
b) In a.p. Projektion kein verbleibende Vorus oder Valgus (± 15°) des Kopffragments	
c) In axiale Projektion kein verbleibende Retro- oder Alarrotation (± 15°) des Kopffragments	
Score 0 Alle Kriterien a bis c beibehalten.	
Score 1 Zwei der Kriterien a bis c beibehalten.	
Score 2 Eins der Kriterien a bis c beibehält.	
2. Verbleibene Achs- und/oder Rotationsabweichung bei Nachuntersuchung:	
a) T. majus unter Kaloteneblende oder im Seitenvergleich Differenz < 5mm	
b) In a.p. Projektion kein verbleibende Vorus oder Valgus (± 15°) des Kopffragments	
c) In axiale Projektion kein verbleibende Retro- oder Alarrotation (± 15°) des Kopffragments	
Score 0 Alle Kriterien a bis c beibehalten.	
Score 1 Zwei der Kriterien a bis c beibehalten.	
Score 2 Eins der Kriterien a bis c beibehält.	
3. Sekundäre Dislokation der Fraktur	
Score 0 Wenn ein anatomisches Repositionsergebnis während der hochdosierten Heilung nicht und unverändert geblieben ist.	
Score 1 Wenn aus einem anatomischen Repositionsergebnis eine sekundäre Dislokation entstanden ist.	
Score 2 Wenn aus einem nicht-anatomischen Repositionsergebnis eine sekundäre Dislokation entstanden ist.	
4. Posttraumatische Omarthrose:	
a) Gelenknahtverwachslerang	
b) Osteophytenverwachslerang	
c) Subchondrale Sklerose	
Score 0 Wenn keine Kriterien a bis c beibehalten.	
Score 1 Wenn eines der Kriterien a bis c beibehält.	
Score 2 Wenn zwei oder drei der Kriterien beibehalten.	
5. Posttraumatische Humeruskopfnekrose:	
a) Kopf rund aber subchondrale Sklerose (Grad I nach Cruess)	
b) Kopf partiell eintrudelt (Grad II nach Cruess)	
c) Kopf deformiert mit Gelenkstörung (Grad III nach Cruess)	
Score 0 Wenn keine Kriterien a bis c beibehalten.	
Score 1 Wenn eines der Kriterien a bis c beibehält.	
Score 2 Wenn zwei der Kriterien beibehalten.	
6. Implantatbezogene Pathologie:	
Score 0 Wenn das Metall nur auf Wunsch des Patienten, also ohne klinisch-radiologisches Korrelat auf Implantat Oberarm, Perforation oder Verzug des Metalls, entfernt wurde oder bei NU keine Problematik bereiter und radiologisch korrekt unter dem Tth. majus positioniert ist.	
Score 1 Wenn das Implantat oberhalb überstehend oder Schrauben rückwärtig sind und/oder durch Implantatproblematik beidseitig bestanden im Verlauf nach Versorgung.	
Score 2 Wenn das Implantat gebrochen war oder Schrauben perforiert sind/waren im Verlauf nach Versorgung.	
7. Osteoporose nach Tinger:	
Score 0 Wenn beidseitig keine Osteoporose vorliegt.	
Score 1 Wenn nur auf der operierten Seite eine Osteoporose vorliegt.	
Score 2 Wenn auf beiden Seiten eine Osteoporose vorliegt.	
8. Pseudarthrose verzögerte Heilung:	
Score 0 Wenn eine regelrechte hochdosierte Heilung vorliegt.	
Score 1 Wenn die Frakturipit noch teilweise entstellbar ist, aber feste Osteosynthese.	
Score 2 Wenn eine Pseudarthrose mit Lockerungserscheinungen der Osteosynthese vorliegt.	

8. Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bedanken bei Herrn PD Dr. med. C. Bahrs, Klinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen, für die tatkräftige Unterstützung bei der Erstellung dieser Arbeit. Danke, dass Sie jederzeit für Fragen und Probleme ein offenes Ohr hatten und dass Sie es ermöglicht haben, jeden nachuntersuchten Patienten abschließend persönlich zu beraten.

Mein weiterer Dank gilt den MTRAs der Radiologischen Abteilung der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen für die Erstellung der Röntgenaufnahmen. Sowie den Mitarbeitern des Archivs für die stets freundliche Unterstützung bei der Aktenrecherche.

Für die umfangreiche Vorarbeit, auf der ich meine Nachuntersuchung aufbauen konnte, danke ich meinen Vorgängern, ehemaligen Doktoranden an der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen, Herrn Justus Oehm, Herrn Sebastian Zipplies und Herrn Björn Epple.

Herrn Dr. G. Blumenstock, Institut für Klinische Epidemiologie und angewandte Biometrie der Eberhard-Karls-Universität Tübingen, danke ich für die Unterstützung bei der statistischen Auswertung.

Und großer Dank gilt auch meinen Eltern, die mich auch bei der Erstellung dieser Arbeit immer wieder ermuntert haben und mir mit Ratschlägen zur Seite standen.