

**Aus der Abteilung für Unfall- und
Wiederherstellungschirurgie**

Direktor: Prof. Dr. Thomas Mittelmeier

**Die Behandlung der
Humeruskopffraktur mit einem
antegraden winkelstabilen Marknagel
(Targon PH)**

Inauguraldissertation

zur

Erlangung des akademischen Grades

Doktor der Medizin der

Medizinische Fakultät der

Universität Rostock

vorgelegt von

Tillmann Börsch

aus Lindenberg i. Allgäu

Rostock, 2008

Dekan: Prof. Dr. med. Reisinger

Diese Arbeit ist
meinen Eltern Monika und Lothar
in Dankbarkeit gewidmet

1	EINLEITUNG	1
1.1	ANATOMIE	1
1.2	EPIDEMIOLOGIE	1
1.3	DIAGNOSTIK	2
1.4	KLASSIFIKATIONEN	3
1.4.1	NEER - KLASSIFIKATION	3
1.4.2	AO - KLASSIFIKATION	6
1.5	THERAPIEMÖGLICHKEITEN	8
1.5.1	KONSERVATIV	8
1.5.2	OPERATIV	8
1.5.3	NACHBEHANDLUNG	10
2	FRAGESTELLUNG	11
3	MATERIAL UND METHODIK	12
3.1	PATIENTENKOLLEKTIV	12
3.2	TARGON PH	12
3.2.1	MATERIAL UND PRINZIP	12
3.2.2	OPERATIONSTECHNIK	14
3.3	SCHULTERBEWERTUNGSSCORE	18
3.3.1	CONSTANT-MURLEY-SCORE	18
3.3.2	UCLA-SCORE	21
3.4	KLINISCHE NACHUNTERSUCHUNG	24
3.5	RADIOLOGISCHE AUSWERTUNG	27
4	ERGEBNISSE	28

4.1	EPIDEMIOLOGIE	28
4.1.1	ALTER, GESCHLECHT, SEITE	28
4.1.2	ZEIT BIS ZUR OP, OP-DAUER, KRANKENHAUSAUFENTHALT	29
4.1.3	KLASSIFIKATION DER FRAKTUREN	30
4.2	CONSTANT-MURLEY-SCORE	34
4.2.1	ALLE PATIENTEN	34
4.2.2	UNTERTEILUNG NACH NEER	35
4.2.3	UNTERTEILT NACH KOMPLIKATIONEN	37
4.3	UCLA-SCORE	39
4.3.1	ALLE PATIENTEN	39
4.3.2	UNTERTEILT NACH NEER	40
4.3.3	UNTERTEILT NACH KOMPLIKATIONEN	41
4.4	BEWEGLICHKEIT	44
4.4.1	BEWEGUNGS-AUSMAß NACH DER NEUTRAL-NULL-METHODE	44
4.4.2	BEWEGUNGS-AUSMAß NACH DEM CONSTANT-MURLEY-SCORE	48
4.5	KOMPLIKATIONEN	50
4.5.1	INTRAOPERATIV	50
4.5.2	POSTOPERATIV	50
4.5.3	UNTERTEILT NACH NEER	52
4.5.4	ENTFERNUNG DES IMPLANTATS	53
4.6	SCHMERZEN	54
4.7	KRAFT	56
4.8	ALLTAG	57
4.8.1	ARBEIT	57
4.8.2	SCHLAF	57
4.8.3	KARNOFSKY-INDEX	57
4.8.4	ZUFRIEDENHEIT	57
4.9	RADIOLOGISCH AUSWERTUNG	58
5	DISKUSSION	61

Inhalt		III
5.1	SCORES	62
5.2	BEWEGUNGSMAß UND FUNKTION	65
5.3	KOMPLIKATIONEN	67
6	ZUSAMMENFASSUNG	72
7	LITERATURVERZEICHNIS	74
	DANKSAGUNG	83
	LEBENS LAUF	84
	SELBSTÄNDIGKEITSERKLÄRUNG	85

Abkürzungsverzeichnis

Abb.:	Abbildung
AO:	Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen
bzw.:	beziehungsweise
kg:	Kilogramm
M.:	Musculus
Mm. :	Musculi
N.:	Nervus
Tab.:	Tabelle
UCLA:	University of California at Los Angeles
usw.:	und so weiter
z.B.:	zum Beispiel

1 Einleitung

Proximale Humerusfraktur

1.1 Anatomie

Das Kugelgelenk mit dem größten Bewegungsumfang ist das Schultergelenk.⁶⁴ Die Beweglichkeit und die damit zusammenhängende Funktionalität sind in kaum einem anderen Gelenk so bedeutsam wie bei der Schulter. Für den Menschen ist dieses Gelenk die Basis des Greiforgans, das die Herstellung und Benutzung von Werkzeugen, die Nahrungsaufnahme, die Durchführung der Körperhygiene, das Schreiben und vieles mehr ermöglicht.

Ein Ausfall oder eine Einschränkung dieses Gelenks, beispielsweise eine Oberarmkopffraktur, stellen somit eine drastische Verminderung der Funktion und der Lebensqualität dar. Besonders ältere Patienten ziehen sich eine proximale Humerusfraktur zu, die nicht selten zum Verlust der Selbstständigkeit führt und die Betroffenen in vielen Lebenslagen einschränkt.

1.2 Epidemiologie

Die proximale Humerusfraktur stellt mit 4-5% aller Knochenbrüche die dritthäufigste Fraktur des Erwachsenen dar.^{71;77} Obwohl Patienten aller Altersgruppen betroffen sind, steigt mit dem Lebensalter auch die Häufigkeit. Aufgrund der postmenopausalen Osteoporose sind Frauen in bis zu 80 % der Fälle betroffen.^{31;45;62}

Typischerweise ist der Unfallmechanismus ein Sturz auf den gestreckten Arm oder direkt auf die Schulter. Seltener und dann vor allem bei jüngeren Patienten ist ein Hochgeschwindigkeitstrauma die Ursache für diese Art der Verletzung.^{50;69}

Die Therapiemöglichkeiten für diese Fraktur sind äußerst vielfältig. Sie reichen von konservativer Behandlung über offen- oder geschlossen- osteosynthetische Versorgung bis zum endoprothetischen Gelenkersatz. Es gibt immer wieder neue Ansätze und Vorschläge insbesondere für die dislozierten proximalen Humerusfrakturen. Dadurch wird deutlich, dass noch keine adäquate Lösung für die Versorgung dieser Verletzungen gefunden ist und eine Unsicherheit in dem Umgang mit ihr bleibt. Einige Autoren bezeichnen sie deshalb als „the unsolved fracture“.^{54;79} Die Problematik der Fraktur ist durch mehrere mögliche Faktoren gekennzeichnet:

- osteoporotische Knochen, die eine Verankerung von Implantaten einschränken
- komplexe Frakturtypen
- nicht zufrieden stellende funktionelle Ergebnisse nach operativer oder konservativer Therapie^{58;63;75}
- hohe Raten an Komplikationen, besonders Schmerzen, Bewegungseinschränkungen und Humeruskopfnekrosen^{30;50;65;66;71;81}

1.3 Diagnostik

Bei Hinweisen durch das klinische Bild nach Erhebung der Anamnese, Inspektion, Palpation und Kontrolle des Gefäß- und Nervenstatus ist bei Verdacht auf eine Fraktur eine radiologische Diagnostik notwendig. Dies geschieht primär mittels Nativ-Röntgen, wobei einige Standardaufnahmen empfohlen werden.³⁰

- a.-p.-Aufnahme: zeigt eine orthograde und überlagerungsfreie Darstellung des glenohumeralen Gelenkspaltes
- Scapula-y-Aufnahme (y-view): zeigt die Stellung des Humeruskopfes zur Gelenkpfanne
- Axiale Aufnahme: zeigt die Lage des Humeruskopfes zur Pfanne und stellt das Tuberculum minus gut dar

1.4 Klassifikationen

1.4.1 Neer - Klassifikation

Eine sehr häufig angewandte Klassifikation der Humerusfrakturen ist die Einteilung nach NEER^{57,56} (Abb. 1). Dabei werden 4 Hauptfragmente unterschieden: Kopf, Schaft, Tuberculum minus und majus. Diese wurden erstmals von Codman beschrieben.¹² Die Einteilung wird anhand der Dislokation der einzelnen Fragmente vorgenommen.

Gruppe I: proximale Humerusfrakturen, bei denen ungeachtet der Anzahl an Frakturlinien kein Fragment mehr als einen Zentimeter disloziert ist oder eine Abkippung von weniger als 45° besteht.

Gruppe II: Frakturen im Bereich des Collum anatomicum. Dabei kommt es sehr häufig zu einer Beteiligung der Tubercula. In dieser Gruppe können Fehlverwachsung und avaskuläre Nekrose zu Funktionseinbußen führen.

Gruppe III: Frakturen im Collum chirurgicum mit Dislokation von mehr als einem Zentimeter oder eine Abkippung von mehr als 45°. Die Tubercula sind nicht verschoben. Der Kopf befindet sich in Neutralposition.

Gruppe IV: Abrissfrakturen des Tuberculum majus, welches es um mehr als einen Zentimeter verschoben ist. Bei den Zweifragmentfrakturen ist nur das Tuberculum majus durch den Zug der Rotatorenmanschette nach cranial verschoben.

Bei den Dreifragmentfrakturen bestehen zusätzlich ein Bruch mit Dislokation im Collum chirurgicum und eine Innenrotation des Kopfes durch den Musculus subscapularis.

Die Vierfragmentfrakturen sind gekennzeichnet durch den Abriss beider Tubercula und Dislokation des Kopfes.

Gruppe V: Abrissfrakturen des Tuberculum minus. Die Zweifragmentfrakturen sind nach NEER nicht von klinischer Relevanz. Bei der Dreifragmentfraktur, ebenso mit Bruch und Dislokation im chirurgischen Hals, kommt es durch den

Zug des Musculus supraspinatus und der Außenrotatoren zu einer Verdrehung des Kopfes nach außen.

Die Vierfragmentfrakturen entsprechen denen der Gruppe IV.

Gruppe VI: Luxationsfrakturen mit Bandschaden. Der Kopf kann dabei nach anterior oder posterior verschoben sein. Bei der Zwei- und Dreifragmentfraktur bleibt die Blutversorgung normalerweise intakt. Der Kopf ist bei der Vierfragmentfraktur freistehend, und besonders bei seiner Dislokation nach anterior können neurovaskuläre Symptome auftreten.

Impressionsfrakturen finden sich häufiger bei posterioren Dislokationen.

Zusammenfassend steigt das Risiko einer avaskulären Nekrose mit der Anzahl der Fragmente und steigendem Grad der Dislokation.

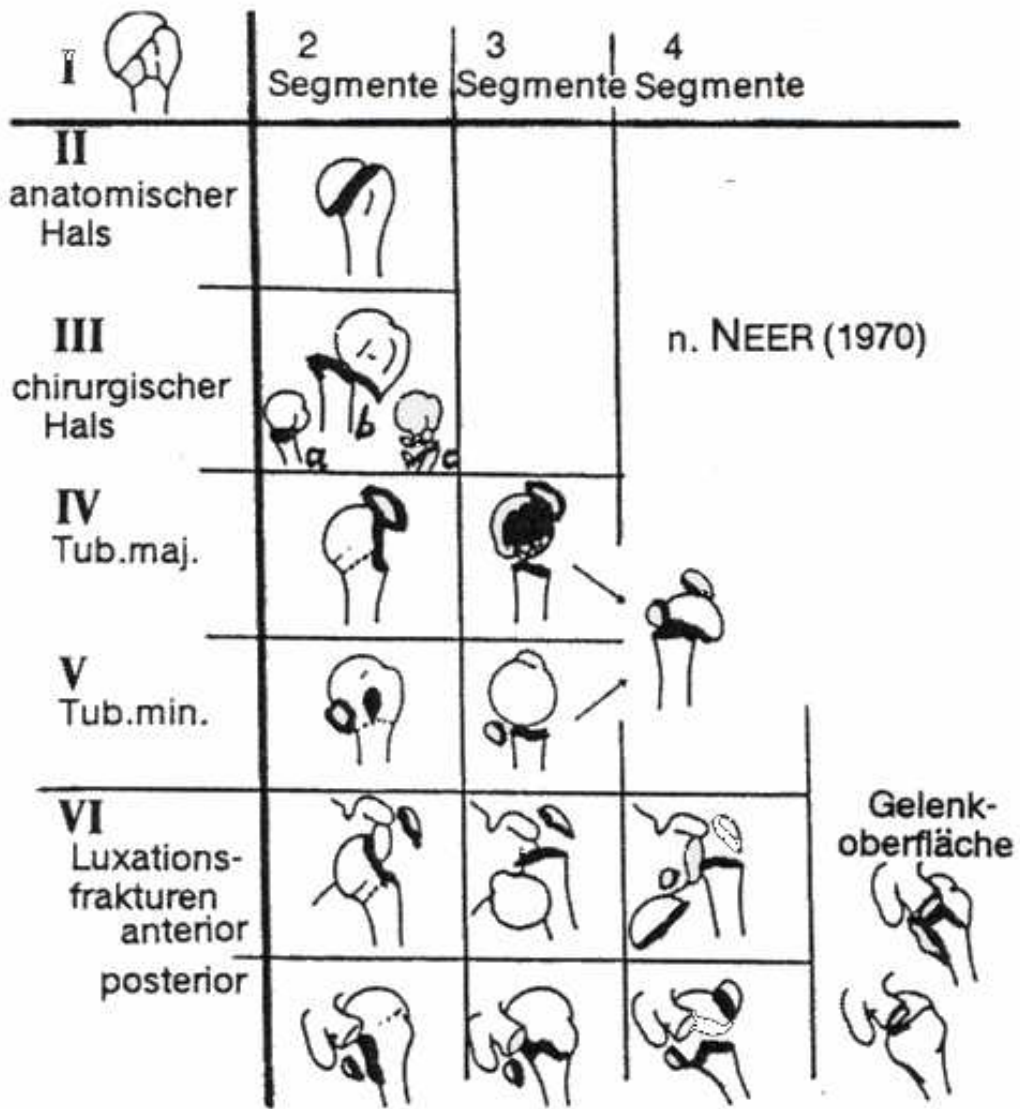


Abb. 1 Die Neer-Klassifikation für Frakturen des proximalen Humerus.

1.4.2 AO - Klassifikation

Die Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen wurde 1958 von Schweizer Ärzten gegründet und beschäftigt sich mit Forschung, Entwicklung und Lehre im Bereich der Traumatologie. Sie entwickelte eine weltweit anerkannte Klassifikation für Knochenbrüche. Dabei wird jedem großen Röhrenknochen sowie dem Bereich, in dem die Fraktur liegt (proximal, diaphysär, distal), eine Zahl zugeordnet. Für den proximalen Humerus steht der Code 11. Dann werden drei Gruppen unterschieden: Typ A, B und C Frakturen ²

A-Frakturen: extra-artikuläre unifokale Fraktur des proximalen Humerus

- A1 tuberkulär
- A2 metaphysär impaktiert
- A3 metaphysär nicht impaktiert

B- Frakturen: extra-artikuläre bifokale Fraktur des proximalen Humerus

- B1 mit metaphysärer Impaktion
- B2 ohne metaphysäre Impaktion
- B3 kombiniert mit skapulo-humeraler Luxation

C-Frakturen: Gelenkfraktur des proximalen Humerus

- C1 wenig disloziert
- C2 disloziert und impaktiert
- C3 disloziert (luxiert)

A1 bezeichnet die Gruppe mit der einfachsten Fraktur und besten Prognose. C3 entspricht der schwierigsten mit der schlechtesten Prognose.

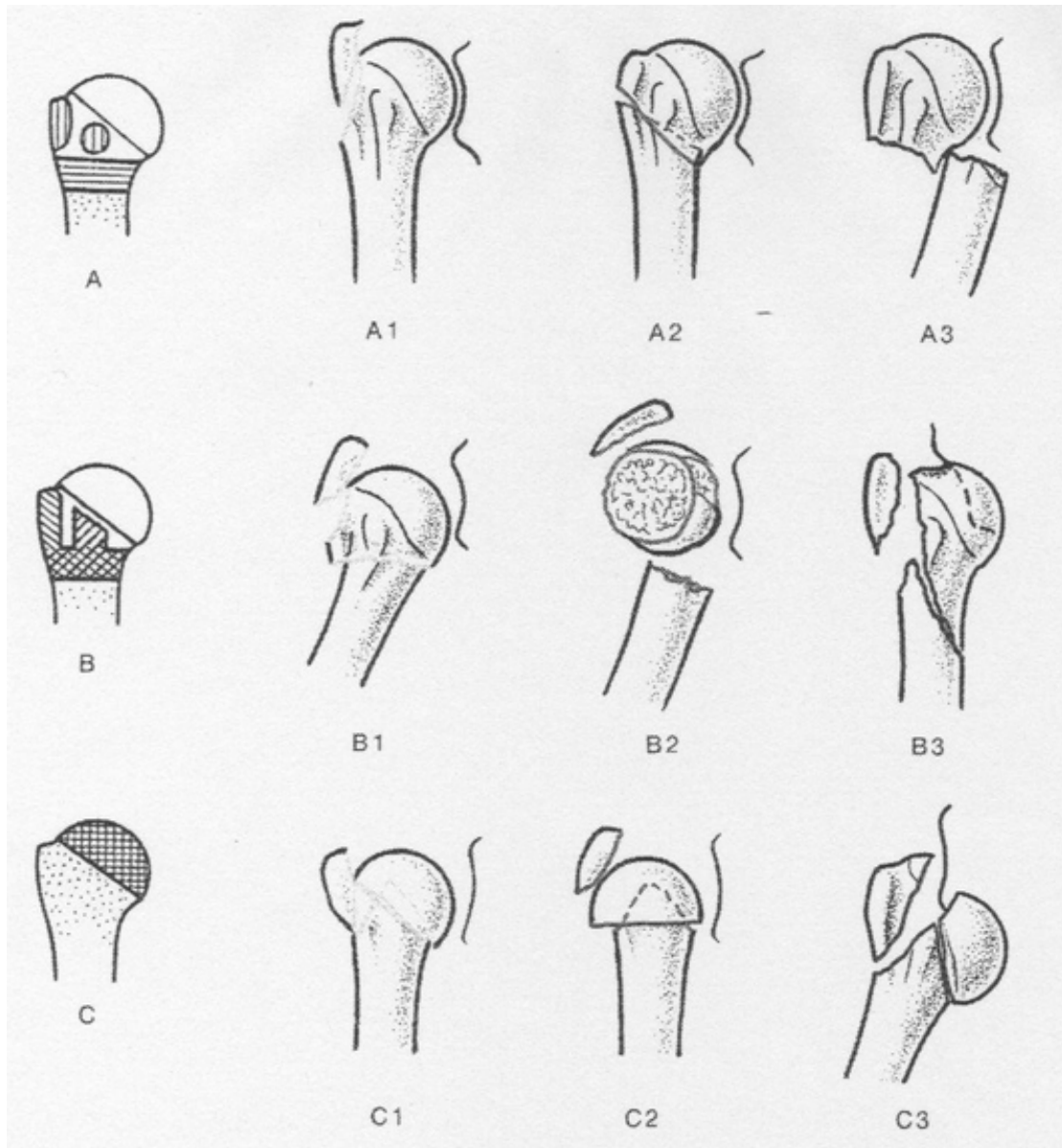


Abb. 2 Die AO-Klassifikation des proximalen Humerus

1.5 Therapiemöglichkeiten

1.5.1 Konservativ

Nicht oder nur gering dislozierte Frakturen mit erhaltener glenohumeraler Gelenkfläche können konservativ behandelt werden. Zudem muss der Bruch eine ausreichende Stabilität durch Einstauchung aufweisen.^{69;77} Dies sind 65-85 % aller Frakturen des proximalen Humerus.^{27;31;71;77}

Es dürfen keine neu aufgetretenen Störungen der Durchblutung, Inervation oder Sensibilität bestehen. Die Therapie besteht dann in der Ruhigstellung über 7-10 Tage z.B. mittels eines Gilchrist – Verbandes. Der Arm ist dabei in Adduktion und Innenrotation fixiert. Nachdem die hinreichende Stabilität überprüft wurde, sollte im Anschluss daran direkt mit der frühfunktionellen Nachbehandlung begonnen werden. Regelmäßige Röntgenkontrollen sind im weiteren Verlauf unerlässlich, um eine sekundäre Dislokation frühzeitig zu erfassen und eventuell auf eine operative Therapie umsteigen zu können.^{62;74;77}

Die konservative Therapie weist relativ gute funktionelle Ergebnisse auf.^{26 31;33;47;77}

1.5.2 Operativ

Die operative Versorgung soll einerseits die Gefahr einer avaskulären Nekrose verringern und andererseits eine stabile, weitgehend korrekte anatomische Situation schaffen, die frühfunktionelle Nachbehandlung ermöglicht.^{37;51} Wichtig für ein erfolgreiches chirurgisches Resultat sind eine exakte Technik mit einem geringen Weichteilschaden und eine stabile Fixation der Fraktur, wobei die Menge an eingebrachtem Fremdmaterial möglichst gering gehalten werden sollte.^{13;24;44;72}

Indikationen für eine operative Therapie sind offene Frakturen, Dislokation des distalen Fragments von mehr als 1 cm, eine Abkippung des Humeruskopfes um mehr als 45° und primäre Nerven- oder Gefäßbeteiligung.^{30;69;72} In den letzten Jahren wird die Indikation zu Operation gerade bei nicht so stark dislozierten Frakturen immer großzügiger gestellt, um eine möglichst sofortige funktionelle Beübung zu gewährleisten.^{31;31}

1.5.2.1 Plattenosteosynthese

Die Plattenosteosynthese ist ein seit Jahren etabliertes Behandlungskonzept^{3;22;50}. Dabei wird die Fraktur mittels einer Platte, meist mit einer T-Platte, überbrückt. Nachteile dieser Methode sind die Notwendigkeit einer großen Weichteilfreilegung, oftmals Nachoperationen und das Risiko einer Humeruskopfnekrose. Dabei schwanken die Angaben über die Häufigkeit der auftretenden Nekrose in der Literatur. Es wird von Nekroseraten bis zu 45% berichtet.³⁵ In bis zur Hälfte der Fälle (10 - 50 %) kam es zu einer Frakturdislokation durch sekundäres Implantatversagen, da die Schrauben im osteoporotischen Knochen nur einen schwachen Halt fanden.^{37;42;46;50}

Seit einigen Jahren werden die herkömmlichen Platten vermehrt durch Platten mit winkelstabilen Verschraubungsmöglichkeiten ersetzt, die nach dem Fixateur-intern-Prinzip funktionieren. Der Vorteil hierbei ist die erhöhte Verankerungsfestigkeit, wodurch sich die fixierten Fragmente schwerer verschieben können und in der gewünschten Position zueinander verbleiben. Somit sinkt die Rate der sekundären Dislokationen. Die Stabilität wird nun nicht mehr durch die Schrauben und den Anpressdruck der Platte erreicht sondern durch das Konstrukt des Platten-Schrauben-Fixateurs. Er stellt damit biomechanisch ein verbessertes Implantat dar.^{10;17;31;34;37;42;66}

1.5.2.2 Minimalosteosynthese

Unter der Minimalosteosynthese werden verschiedene Verfahren zusammengefasst. Hierzu zählen zum Beispiel die (perkutane) Kirschner-Draht-Spickung, die Schraubenosteosynthese, die Zuggurtung mittels Cerclagen (Draht, PDS) und die elastische Markdrahtung.^{16;39;74;75;80} Diese können sowohl untereinander als auch mit anderen Verfahren kombiniert werden.^{30;71;76} Nachteile bei diesen Methoden sind besonders die fehlende Winkelstabilität, sowie eine häufige Lockerung der Implantate.^{25;34} Ebenso sind sie in bis zu 33% der Fälle mit der Komplikation einer Kopfnekrose belastet.^{18;46;81}

1.5.2.3 Humeruskopfprothese

Der Einsatz einer Humeruskopfprothese wird kontrovers diskutiert. Durch die Implantation einer Prothese besonders bei den 4 - Fragmentfrakturen wurden bei einigen Autoren gute bis sehr gute,^{19;58;59;73} bei anderen dagegen schlechte funktionellen Ergebnisse erzielt.⁴⁶ So kann es zum Beispiel zu Luxationen, Lockerungen oder Infektionen der Prothese mit notwendiger Explantation kommen.²⁹ Insgesamt ist die Anzahl dieser Komplikationen jedoch niedrig.^{38;68} Einig sind sich die Autoren, dass bessere Ergebnisse erzielt werden, wenn der Ersatz des Kopfes als primäre Versorgung erfolgt. Jedoch sollte sich das Verfahren auf den älteren Menschen beschränken.^{30;75}

1.5.3 Nachbehandlung

Sowohl bei der konservativen als auch bei der operativen Therapie steht die frühfunktionelle Nachbehandlung im Vordergrund. Allerdings muss auch bei beiden Therapieformen die Schulter ruhig gestellt werden. Dazu wird in den meisten Fällen ein Gilchrist-Verband genutzt. Die Physiotherapie beginnt je nach Operation mitunter schon am zweiten postoperativen Tag.¹⁷ Bei der konservativen Therapie startet man frühestens nach 7 Tagen.⁷⁷ Die krankengymnastische Behandlung sollte immer im schmerzfreien Intervall stattfinden. Begonnen wird mit einfachen hauptsächlich passiven Pendelübungen, die abhängig vom Schmerz gesteigert werden. Parallel werden Anspannungsübungen zur Stärkung der Muskulatur durchgeführt. Weiter wird dann die langsame Abduktion aktiv und passiv trainiert. In den ersten 6 postoperativen Wochen sollten dabei 90° nicht überschritten werden. Erst wenn diese Bewegung ohne Schmerzen ausreichend durchgeführt werden kann, wird auch die Rotation in die Übungen mit aufgenommen.⁷⁷

Begleitend können lokale Kryotherapie und Medikamente zur Schmerz- und Entzündungsbekämpfung eingesetzt werden.¹⁷

2 Fragestellung

Die vorliegende Arbeit analysiert prospektiv das Resultat von Frakturen des proximalen Humerus, die an der chirurgischen Universitätsklinik Rostock, Abteilung für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie, in den Jahren 2000 bis 2002 mit einem antegraden intramedullären Nagelsystem, dem Targon PH, versorgt worden sind.

Führend ist die Frage, ob die operative Behandlung mit Marknagelosteosynthese früh-, mittel- und langfristig zu guten funktionellen Ergebnissen führt. Weiterhin soll untersucht werden, ob der Schweregrad der Fraktur eine Auswirkung auf den Frakturheilungsprozess und die postoperative Beweglichkeit nach Implantation eines proximalen Humerusnagels hat. Besonderes Interesse gilt dabei der Frage, ob es zu einem Anstieg der Komplikationsrate des operativen Verfahrens in Abhängigkeit vom Frakturtyp kommt. Letztlich soll in diesem Zusammenhang geklärt werden, ob bei schwerer Frakturform eine antegrade Marknagelosteosynthese gerechtfertigt ist.

3 Material und Methodik

3.1 Patientenkollektiv

Bei dieser prospektiven Studie wurden alle Patienten erfasst, die zwischen August 2000 und Mai 2002 in der Klinik für Unfallchirurgie der Universität Rostock operativ mit einem Targon PH versorgt wurden. Hierbei handelte es sich um Patienten mit dislozierten proximalen Humerusfrakturen der Klassifikationen Neer III, IV/3 und IV/4. Ausgenommen waren Patienten bei allgemeiner Inoperabilität, Humeruskopfluxationsfrakturen Typ Neer VI, wenig dislozierte Frakturen Typ Neer I und Frakturen im Collum anatomicum Typ Neer II. Bei dem Vorliegen einer Head-Split-Fraktur wurden diese primär mit einer Prothese versorgt.

3.2 Targon PH

3.2.1 Material und Prinzip

Der proximale Humerusnagel Targon PH der Firma Aesculap aus Tuttlingen ist ein antegrader Marknagel, der in minimalinvasiver Technik eingebracht werden kann. Der Nagel und die vier proximalen Fixierschrauben bestehen aus einer Titanlegierung. Eine Anpassung an unterschiedliche Frakturen ist durch die verschiedenen Längen des Nagels möglich. Zur Auswahl stehen: Die kurze Version mit 150 mm und die langen Versionen mit 220 mm, 250 mm und 280 mm. Der Durchmesser der proximalen Enden aller Nägel beträgt 10 mm, der distale Durchmesser bei den kurzen 8 mm, bei den langen 7 mm.



Abb. 3 Der Targon PH als kurze und lange Version

Der Nagel ist der zentrale Ausgangspunkt für die drucklose Fixation der Fragmente in drei Ebenen. Dafür befinden sich im oberen Anteil vier Bohrungen, die mit 4,5 mm Gewinden versehen sind. Sie fassen die Fixierschrauben für Tuberkel und Kalotte. Durch die Verankerung der Schrauben in den Gewinden entsteht eine Gleit- und Winkelstabilität. Die vier Bohrungen sind in drei verschiedenen Ebenen angelegt, wobei die erste und die vierte in derselben Richtung verlaufen. Die zweite Bohrung ist um 55° nach dorsal, die dritte um 70° nach ventral im Bezug zur Ebene der anderen verschoben. Es entsteht ein dreidimensionales Konstrukt, mit dem Strukturen wie Tuberculum majus, Tuberculum minus und Kopfkalotte erfasst und fixiert werden. Aus diesem Aufbau ergeben sich eine Links- und Rechtsversion des Targon PH.

Es wurden zwei verschiedene Möglichkeiten, um die Tuberkel zu fixieren, verwandt. Bei Patienten mit guter Knochensubstanz wurden die Hauptfragmente nach Reposition zuverlässig mit den Schrauben verankert. Bei Patienten mit Osteoporose sind die Tuberkel häufig gesplittert. In diesem Fall dienten die Schraubenköpfe als Verankerung für Zugnähte, die an der Hauptsehne der Rotatorenmanschette zusätzlich befestigt wurden.

3.2.2 Operationstechnik

Bei der präoperativen Planung wurden die erforderliche Nagelgröße, die Positionierung der Fixierschrauben und die Belegung der Transfixationslöcher berücksichtigt.

Der Eingriff erfolgte in Intubationsnarkose.

Der Patient wurde üblicherweise in der sogenannten „Beach-chair-Position“ gelagert.

Dabei befand er sich in halbsitzender Position mit Anhebung des Oberkörpers zwischen 30° und 40°. Schulter und Arm waren einschließlich des Ellenbogengelenks frei

beweglich. Ellenbogen und Unterarm wurden auf einem Tisch oder in einer offenen Unterarmschiene gelagert. Hierdurch wurden der M. deltoideus in seiner Spannung entlastet und der Zugang erleichtert. Vor dem sterilen Abdecken wurde sichergestellt, dass intraoperativ Röntgenaufnahmen der Schulter in verschiedenen Ebenen möglich waren.



Abb. 4 Anzeichnung als Vorbereitung für den Deltoid-Split-Zugang



Abb. 5 Nach der Eröffnung mit Blick auf den Humeruskopf

Hüft- und Kniegelenk wurden leicht gebeugt, die Kniekehlen waren unterpolstert worden.

Die Einbringung des Nagels erfolgte über einen Deltoid-Split-Zugang am Vorderrand des Acromions (Abbildung 4 + 5). Die Länge des Schnittes war abhängig von dem Frakturtyp und der Notwendigkeit einer offenen Reposition. Bei einer dislozierten Zwei-Fragment Verletzung war ein 2-3 cm langer Schnitt ausreichend. Nach Längseröffnung der Fascia claviculopectoralis und der Bursa subacromialis wurde das Kopffragment unter Bildwandlerkontrolle repositioniert. Über einen Führungsdraht wurde

anschließend die Insertionsstelle für den Nagel festgelegt (Abb. 6).

Als nächster Schritt wurde die Supraspinatussehne dorsal der langen Bizepssehne in Faserrichtung längs eröffnet. Nachdem die Sehnenränder der Supraspinatussehne mit Haltenähten fixiert wurden, konnte der Führungsdorn am kranialsten Punkt des Humeruskopfes eingebracht werden (Abb. 6). Die sorgfältige Kontrolle der korrekten Positionierung war entscheidend, um eine Fehlstellung zu vermeiden.

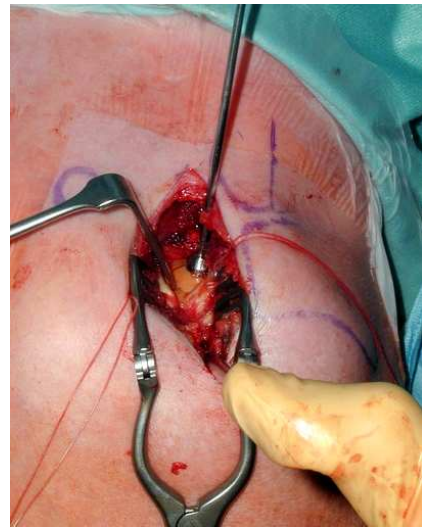


Abb. 6 Eingebrachter Führungsdraht zur Festlegung der Nagelinsertionsstelle

Über den Führungsdraht wurde dann der Zugang zum Markraum mittels einer kanülierten Hohlfräse geschaffen (Abb. 7). Nach der Montage des Nagels am Zielgerät wurde dieser von Hand in den Knochen eingebracht und der Schaftanteil aufgefädelt. Der Vorgang erfolgte ohne wesentliche Kraftanstrengung, um weitere Verletzungen durch Hebelwirkung zu vermeiden. Wenn richtiger Eintrittspunkt und -winkel gewählt wurden, erreichte man eine anatomische Stellung von Kopf und Schaft während der Insertion. Die optimale Einsenktiefe beträgt 3 - 4 mm unter



Abb. 7 Die Hohlfräse wird über den Führungsdorn geschoben, um den Markraum zu eröffnen

das Knorpelniveau, um einer Läsion der Rotatorenmanschette durch ein überstehendes Nagelende sowie einem subacromialen Impingment vorzubeugen. Der Nagel durfte nicht zu tief eingebracht werden, damit die subchondrale Knochenstärke ausgenutzt wurde, um eine Stabilisierung der Kalotte zu gewährleisten.

Abhängig vom Frakturtyp, dem Grad der Instabilität und der Knochenbeschaffenheit wurden zwei bis vier winkelstabile und

unverschiebliche Fixationsschrauben über den Zielbügel eingebracht (Abb. 8). Dabei musste darauf geachtet werden, dass ein Überstehen der Schraube in den Gelenkspalt oder den Subacromialraum vermieden wurde. Der Schraubenkopf sollte fast gänzlich im Gewebe versenkt werden, um ein subacromiales Impingment zu verhindern. Die richtige Länge und Lage der Schrauben wurden durch Röntgen kontrolliert.

Im Falle eines schweren, mehrfach gebrochenen Tuberkels ist es eventuell nicht möglich, die Fixierschrauben richtig zu verankern. Dann können zusätzlich ein spezieller „Zacken“-Washer oder nichtresorbierbare Fäden, die die Hauptsehne der Rotatorenmanschette und den Schraubenkopf verbinden, verwandt werden.

Abschließend wurden abhängig von der Knochenqualität ein oder zwei Transfixationsschrauben eingebracht. Sie verriegelten die proximale meta-diaphysäre Übergangszone und gewährleisteten Rotationstabilität. Nach erneuter Kontrolle des Ergebnisses unter dem Bildwandler in zwei Ebenen (Abb. 9) erfolgte der schichtweise Wundverschluss.

Bei Verwendung eines langen Nagels wurden die distalen Verriegelungsschrauben in Freihandtechnik unter Röntgenkontrolle eingebracht. Um neurovaskuläre Schädigungen zu vermeiden, wurde ein kleiner Schnitt der Stichinzision vorgezogen.

Am dritten postoperativen Tag wurde mit den aktiven und assistierten Schulterbewegungsübungen begonnen. Sie sollten Verklebungen im Gelenk und der subacromialen Bursa vorbeugen. Die Patienten trainierten die selbstassistierte Elevation und Abduktion, wobei der nicht verletzte Arm den gebrochenen bei den Bewegungen leitete.



Abb. 8 aufgesetzter Zielbügel zur Einbringung der Fixationsschrauben

Die Frakturversorgung besitzt anschließende Übungsstabilität, die für 6 Wochen eingehalten werden sollte. Danach ist eine volle Belastung ohne Einschränkungen möglich.

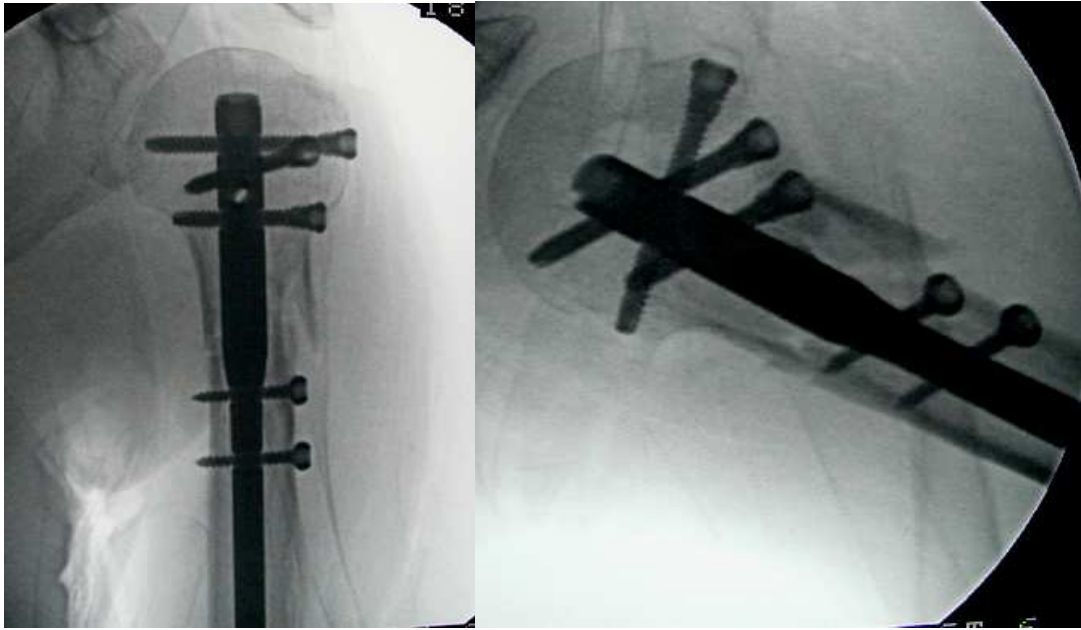


Abb. 9 intraoperative radiologisch Kontrolle des eingebrachten Targon PH in 2 Ebenen

3.3 Schulterbewertungsscore

3.3.1 Constant-Murley-Score

Dieser Score ist ein Verfahren, das die Schulterfunktion besonders nach funktionellen Gesichtspunkten bewertet.¹⁴ Da der Score eine einfache und leicht zu wiederholende Bewertung ist, wurde er mittlerweile an vielen Zentren zum Standard für Schulterfunktionsbeurteilungen.

Bei der Untersuchung des Patienten wird auf vier Bereiche eingegangen: Schmerz, Aktivitäten im alltäglichen Lebens, Motilität und Kraft. Für den jeweiligen Teil werden Punkte vergeben (Tabelle1). Dadurch wird eine Mischung aus dem subjektiven Empfinden des Patienten und objektiven Kriterien erreicht.

Tab. 1 Punkteverteilung des Constant-Murley-Score

Schmerz	15
Alltagsaktivitäten	20
Bewegungsumfang	40
Kraft	25
<hr/>	
Total	100

Schmerz:

Die Schmerzempfindungen werden in keine (15 Punkte), leichte (10 Punkte), mäßige (5 Punkte) und starke (0 Punkte) Schmerzen unterteilt.

Alltagsaktivität:

Dieser rein auf der subjektiver Wahrnehmung beruhende Bereich kann bis zu 20 Punkten erreichen, die sich wie folgt aufteilen. Voll arbeitsfähig (4 Punkte), uneingeschränkt sportfähig (4 Punkte) und ungestörter Schlaf (2 Punkte).

Die anderen 10 Punkte werden für die Aktivitäten, die die Hand auf unterschiedlicher Höhe ausüben kann, vergeben; über dem Kopf (10 Punkte), bis zum Scheitel (8 Punkte), bis zum Hals (6 Punkte), bis zum Xiphoid (4 Punkte) und bis zur Gürtellinie (2 Punkte).

Motilität:

Diese berücksichtigt nur das aktive, schmerzfremige Bewegungsausmaß. Für die Abduktion und die Anteversion werden jeweils max. 10 Punkte vergeben. Diese sind abhängig von dem nach der Neutral-Null-Methode erreichten Winkel des Armes.

Zur Messung der Außenrotation wird die Hand zunächst auf den Kopf und danach an den Hinterkopf gelegt. Dabei müssen die Ellenbogen jeweils nach vorne und hinten bewegt werden. Für jede dieser Bewegungen werden 2 Punkte vergeben, sodass wiederum insgesamt maximal 10 Punkte möglich sind.

Der dritte Teilbereich ist die Innenrotation. Dabei wird gemessen, wie weit der Patient seinen Handrücken auf dem eigenen Rücken nach oben bewegen kann. Es sind bis zu 10 Punkte möglich, wobei die Hand zwischen den Schulterblättern das Maximum und die Hand auf der Außenseite des Oberschenkels das Minimum darstellen.

Kraft:

Bei in 90° abduziertem Arm wird in Höhe des Deltoidansatzes mittels einer Federwaage gemessen, wie viel Kg Zugkraft der Patient schmerzfremig abduziert halten kann. Der Wert in Kg wird mit 2 multipliziert, wobei mehr als 12,5 Kg nicht relevant sind, da der max. Punktwert bei 25 liegt.

Pain	None	15	Power	Maximum	25
	Mild	10			
	Moderate	5			
	Severe	0			
Activities of daily living (20 points)					
	Full work	4	Positioning	Up to waist	2
	Full recreation/sport	4		Up to xiphoid	4
	Unaffected sleep	2		Up to neck	6
				Up to top of head	8
				Above head	10
Range of motion (40 points)					
Forward elevation (flexion)	0°-30°	0	Lateral elevation (abduction)	0°-30°	0
	31°-60°	2		31°-60°	2
	61°-90°	4		61°-90°	4
	91°-120°	6		91°-120°	6
	121°-150°	8		121°-150°	8
	151°-180°	10		151°-180°	10
External rotation (10 points)	Hand behind head with elbow held forward				2
	Hand behind head with elbow held backward				2
	Hand on top of head with elbow held forward				2
	Hand on top of head with elbow held backward				2
	Full elevation from on top of head				2
Internal rotation (10 points)	Dorsum of hand to lateral thigh				0
	Dorsum of hand to buttock				2
	Dorsum of hand to lumbosacral junction				4
	Dorsum of hand to waist (3rd lumbar vertebra)				6
	Dorsum of hand to 12th dorsal vertebra				8
	Dorsum of hand to interscapular region				10

Abb. 10 Constant-Murley-Score¹⁵

Unterteilt man die 100 Punkte des Constant-Murley-Score in jeweils 25 Punkte, kann man zwischen *sehr gut*, *gut*, *befriedigend* und *schlecht* unterscheiden.⁵⁹

3.3.2 UCLA-Score

Ein weiteres Bewertungssystem, bei welchem das subjektive Befinden des Patienten in den Vordergrund gestellt wird, ist das UCLA-Rating System der University of California at Los Angeles (UCLA). Dieses wurde ursprünglich für die Beurteilung von Rotatorenmanschettenrupturen entwickelt ²¹, ist jedoch in leicht modifizierter Form als so genannter UCLA-Score auch auf andere Gebiete wie die proximale Humerusfraktur übertragbar.²² Dabei sind maximal 35 Punkte zu erreichen; hierbei werden die Kriterien wie folgt gewichtet:

Tab. 2 Punkteverteilung des UCLA-Score

Schmerz	10
Funktion	10
Patientenbewertung	5
Bewegungsumfang	5
Kraft	5
<hr/>	
Total	35

Schmerz:

1	ständig, unerträglich, häufig starke Schmerzmittel
2	ständig, erträglich, gelegentlich starke Schmerzmittel
4	keiner oder geringer in Ruhe, tritt bei leichten Aktivitäten auf, häufig Salizylate
5	nur bei Belastung oder bestimmten Aktivitäten, gelegentlich Salizylate
8	gelegentlich und leicht
10	kein Schmerz

Funktion:

- | | |
|----|--|
| 1 | unfähig, den Arm zu benützen |
| 2 | nur sehr leichte Aktivitäten |
| 4 | leichte Hausarbeit oder die meisten Alltagsaktivitäten |
| 5 | die meiste Hausarbeit, Haare waschen, einkaufen, Auto fahren, BH anlegen (mit Verschluss hinten) |
| 8 | nur geringe Einschränkungen, Arbeit über Schulterniveau möglich |
| 10 | normale Aktivitäten |

Zufriedenheit des Patienten mit dem Ergebnis

- | | |
|---|----------------------|
| 0 | nicht zufrieden |
| 5 | zufrieden und besser |

Bewegungsumfang: Anteversion in Grad

- | | |
|---|------------|
| 0 | < 30° |
| 1 | 30 - 45° |
| 2 | 45 - 90° |
| 3 | 90 - 120° |
| 4 | 120 - 150° |
| 5 | > 150° |

Kraft bei Anteversion:

- | | |
|---|-------------------|
| 0 | keine |
| 1 | Muskelkontraktion |
| 2 | schlecht |
| 3 | mittel |
| 4 | gut |
| 5 | normal |

Die erreichten Punkte können nach folgendem Schema beurteilt werden:

Ergebnisse:

Tab. 3 Punktebewertung UCLA-Score

31-35 Punkte	Kategorie 5 (exzellent)
26-30 Punkte	Kategorie 4 (gut)
21-25 Punkte	Kategorie 3 (zufrieden stellend)
16-20 Punkte	Kategorie 2 (weniger zufrieden stellend)
<15 Punkte	Kategorie 1 (mangelhaft)

3.4 klinische Nachuntersuchung

Die klinischen Nachuntersuchungen erfolgten 3, 6 und 12 Monate postoperativ im Rahmen der Routineuntersuchungen nach proximaler Humerusfraktur.

Die Untersuchung teilte sich in mehrere Bereiche auf:

- eine Ermittlung des Bewegungsumfanges beidseitig mittels der Neutral-Null-Methode
- eine Bewertung der Schulterfunktion nach dem UCLA-Score
- eine Bewertung der Schulterfunktion nach dem Constant-Murley-Score
- die Erfassung der momentanen subjektiven Situation
- eine radiologische Untersuchung der Schulter in 2 Ebenen

Bei der Untersuchung wurde die Schulter bei freiem Oberkörper im Seitenvergleich untersucht. Erfasst und bewertet wurden eventuelle Atrophie der Muskulatur, die Narbe, passive Beweglichkeit mit eventueller Schmerzhaftigkeit sowie Druckschmerz.

Die Erfassung der Beweglichkeit der Schulter wurde mit der Neutral-Null-Methode vorgenommen. Es wurden Abduktion, Adduktion, Anteversion, Retroversion sowie Außenrotation und Innenrotation gemessen. Zur Messung der Rotation wurde der Arm an den Körper angelegt, im Ellenbogengelenk in 90°-Stellung gebeugt und in Sagitalstellung mit dem Daumen nach oben zeigend gehalten. Aus dieser Position heraus wurde das Ausmaß der Innen- und Außenrotation im Schultergelenk durch ein- und auswärts Drehen des angelegten Arms mit gleich bleibender Stellung der Hand durch einen Winkelmesser bestimmt. Das maximale Ausmaß der einzelnen Bewegungen ist in Tab. 4 dargestellt.

Tab. 4 Maximales Bewegungsausmaß in Grad nach der Neutral-Null-Methode

Abduktion:	180 °
Adduktion:	60 °
Anteversion:	180 °
Retroversion:	40 °
Innenrotation:	95 °
Außenrotation:	60 °

Zur Erfassung der momentanen subjektiven Situation des Patienten fand ein Fragebogen Anwendung. Die Fragen bezogen sich auf die Schmerzsituation, wobei Intensität mittels einer visuellen Analogskala von 1-10, Art, zeitliches Auftreten der Schmerzen (Belastung, Bewegung, Ruhe), Schlafstörung und gegebenenfalls Einnahme von Schmerzmitteln erfasst wurden. Bei der Funktion wurden Arbeitsfähigkeit, Sportfähigkeit, sowie Funktion entsprechend des UCLA-Scores erfragt. Hinsichtlich der Zufriedenheit konnten die Patienten zwischen *sehr zufrieden*, *zufrieden* und *nicht zufrieden* auswählen.

Abschließend wurden die Patienten noch anhand des Karnofsky-Index ¹¹ bewertet, der sich wie folgt aufgliedert:

- 100% = normale Aktivität, keine Krankheitszeichen, keine Beschwerden
- 90 % = normale Aktivität, geringe Beschwerden
- 80 % = normale Aktivität nur mit Anstrengung, mäßige Krankheitssymptome
- 70 % = versorgt sich selbst, normale Aktivität nicht möglich
- 60 % = versorgt sich weitgehend selbst, braucht gelegentlich fremde Hilfe
- 50 % = braucht häufig pflegerische und medizinische Hilfe
- 40 % = überwiegend bettlägerig, spezielle Hilfe erforderlich
- 30 % = Hilfe indiziert, noch keine Lebensgefahr
- 20 % = sehr krank, aktive unterstützende Therapie notwendig
- 10 % = moribund

3.5 Radiologische Auswertung

Die radiologische Auswertung erfolgte analog der klinischen Untersuchung nach 3, 6 und 12 Monaten postoperativ im Rahmen der Routineuntersuchung nach proximaler Humerusfraktur.

Die Patienten wurden gebeten, soweit vorhanden, aktuelle Röntgenbilder der Schulter mitzubringen. Wenn keine vorlagen und eine klinische Indikation aufgrund von Schmerzen und/oder Bewegungsstörung bestand, wurden Röntgenaufnahmen in a.p.-Projektion und y-view angefertigt.

Diese Aufnahmen wurden unter Beachtung folgender Punkte ausgewertet:

- valgus/varus Stellung in °
- dorsal /ventral Abweichung in °
- verschobenes Tuberculum majus in cm
- Humeruskopfnekrose (keine, teilweise, komplett)
- Frakturdurchbau (keiner, teilweise, komplett)
- Implantatlage

Anschließend wurden die Bilder der einzelnen Patienten im Verlauf verglichen.

4 Ergebnisse

4.1 Epidemiologie

4.1.1 Alter, Geschlecht, Seite

Zwischen 2000 und 2002 wurden 62 Patienten mit Humeruskopffraktur mit einem antegraden winkelstabilen Nagel (Targon PH) versorgt. Von diesen waren 5 Patienten bereits vor der 3 Monatsuntersuchung verstorben. Bei allen konnte ein direkter Zusammenhang zwischen der Operation und dem Tod ausgeschlossen werden. 9 Patienten waren nicht mehr auffindbar oder verweigerten die Teilnahme. Bei einer Patientin wurden nach einer implantatassoziierten Infektion der Nagel wieder entfernt und eine Humeruskopfprothese implantiert. Aus diesem Grund war diese Patientin nicht mehr als Studienteilnehmerin relevant.

Somit gingen 47 Patienten in die Studie mit ein, die im Folgenden berücksichtigt werden.

Das Durchschnittsalter der 37 Frauen und 10 Männer zum Zeitpunkt der Operation betrug 70,6 Jahre, wobei der jüngste Patient 25, die älteste Patientin 97 Jahre alt waren.

Bei 24 Patienten war die linke, bei 23 die rechte Seite betroffen. Es wurden 13 lange und 34 kurze Nägel implantiert.

Nach 3 Monaten wurden 22, nach 6 Monaten 22 und nach einem Jahr oder länger 38 Patienten untersucht. Im Verlauf der Studie sind weitere 8 Patienten vor Abschluss der Untersuchungen verstorben. Ein Patient weigerte sich nach der ersten Untersuchung, noch weitere vornehmen zu lassen.

4.1.2 Zeit bis zur OP, OP-Dauer, Krankenhausaufenthalt

Die Patienten wurden zwischen 0 und 15 Tagen, im Durchschnitt 3,3 Tage, nachdem sie sich die Verletzung zugezogen hatten, operiert.

Die durchschnittliche OP-Dauer lag ohne weitere Osteosynthesen bei 95 Minuten. Dabei reichte die Zeitspanne von 50 bis 145 Minuten.

Die mittlere stationäre Liegezeit betrug 14,4 Tage bei mindestens 6 bis maximal 28 Tagen.

Bei 15 Patienten wurden 20 weitere Osteosynthesen durchgeführt. Teilweise wurden Fragmente zusätzlich fixiert, ansonsten wurden andere Verletzungen wie zum Beispiel distale Radiusfrakturen oder Handverletzungen versorgt (Tabelle 3):

Tab. 5 Zusätzliche Osteosynthesen bei Patienten mit Marknagel – Osteosynthese (Targon PH) bei Humeruskopffraktur

Zusätzliche Osteosynthese	Anzahl	Prozent
Zuggurtung des Tuberculum majus	11	17,7
Freie Schraube am Tuberculum majus	1	1,6
Versorgung von Zusatzverletzungen (Fixateur, Kirschnerdraht, Zugschrauben etc.)	8	12,9

4.1.3 Klassifikation der Frakturen

Nach der Neer'schen Klassifikation waren die Brüche, wie in Tab. 6 dargestellt, verteilt. In den Abb. 11 - Abb. 16 sind Beispiele der Frakturtypen III, IV3 und IV/4 nach Neer (Vergleich auch Tab. 6) prä- und postoperativ nach Versorgung mit Targon PH zu sehen.

Tab. 6 Frakturklassifikationen nach Neer

Neer-Klassifikation	Anzahl
III	10
IV/3	24
IV/4	13



Abb. 11 E. P. weiblich, 79 Jahre, Humeruskopffraktur Typ Neer III, präoperativ

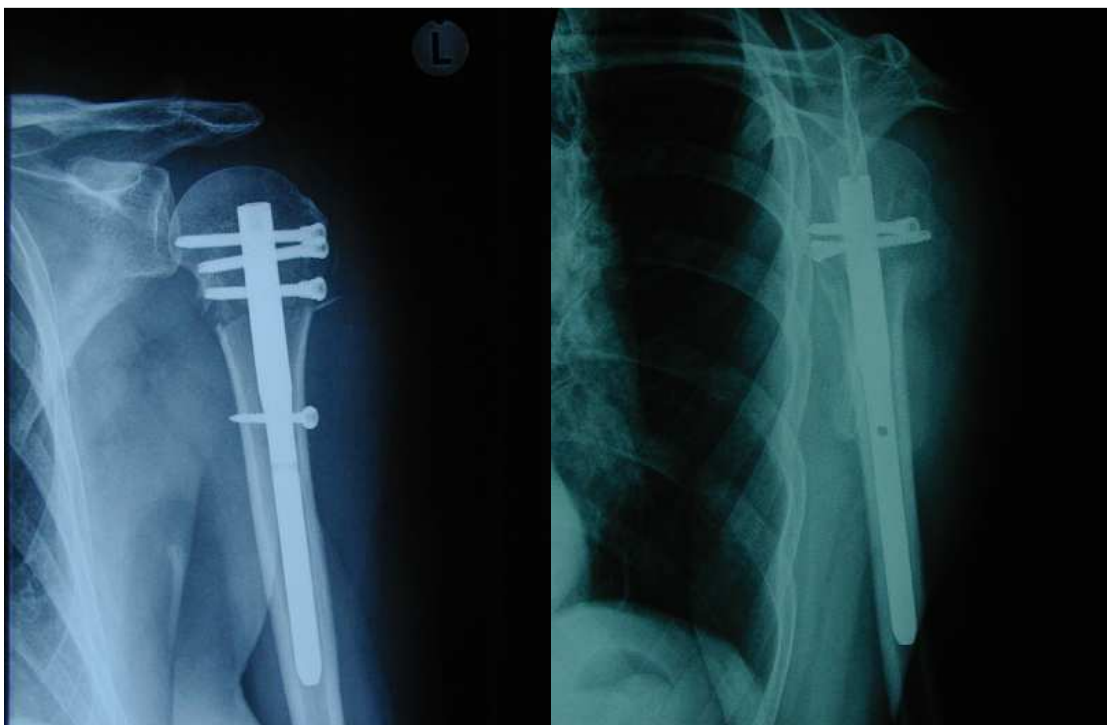


Abb. 12 E. P. weiblich, 79 Jahre, Humeruskopffraktur Neer III, postoperativ



Abb. 13 J. K., weiblich, 58 Jahre, Humeruskopffraktur Typ Neer IV/3, präoperativ

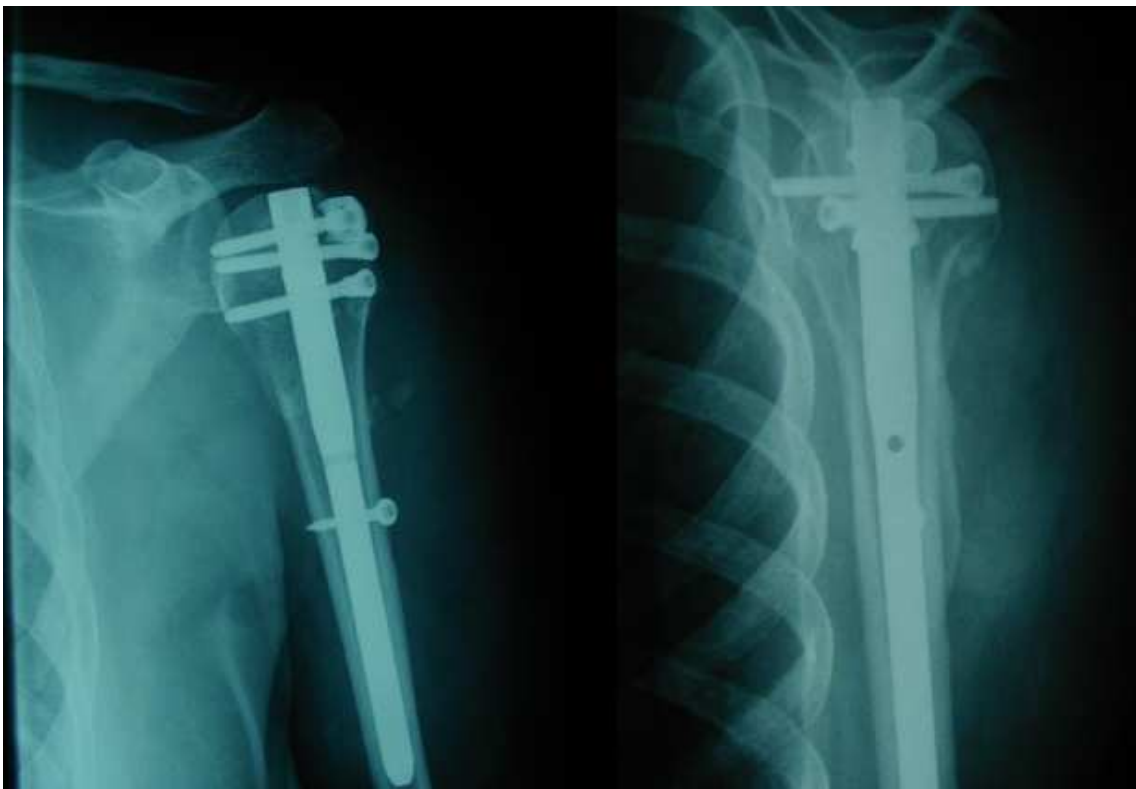


Abb. 14 J. K., weiblich, 58 Jahre, Humeruskopffraktur Typ Neer IV/3, postoperativ

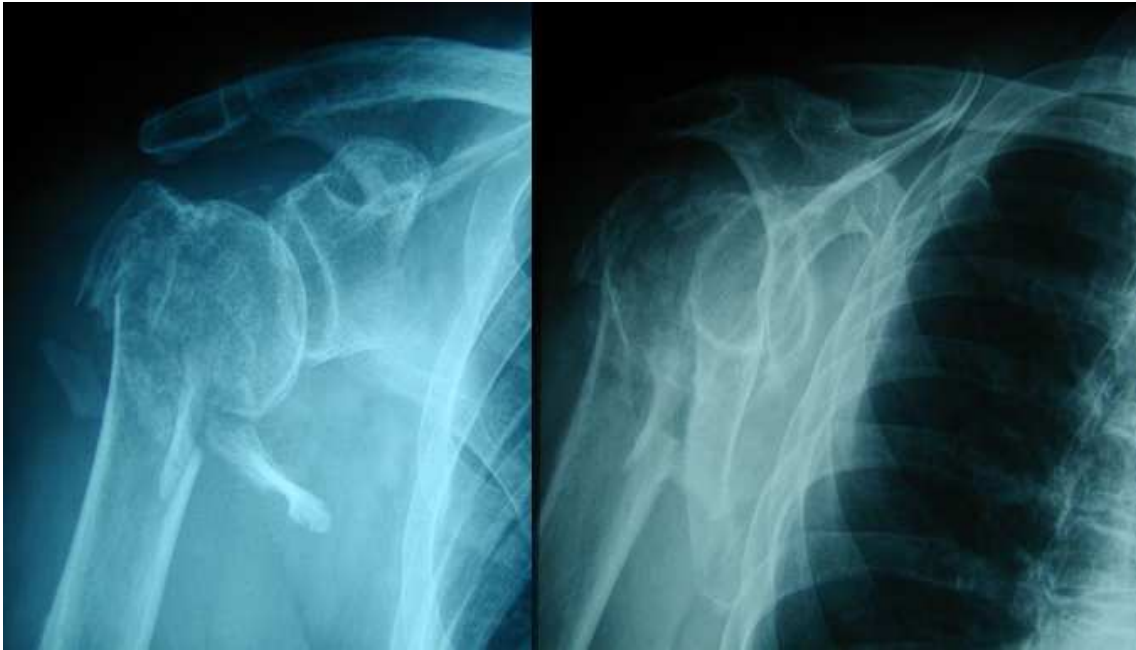


Abb. 15 M. D., weiblich, 89 Jahre, Humeruskopffraktur Typ Neer IV/4, präoperativ

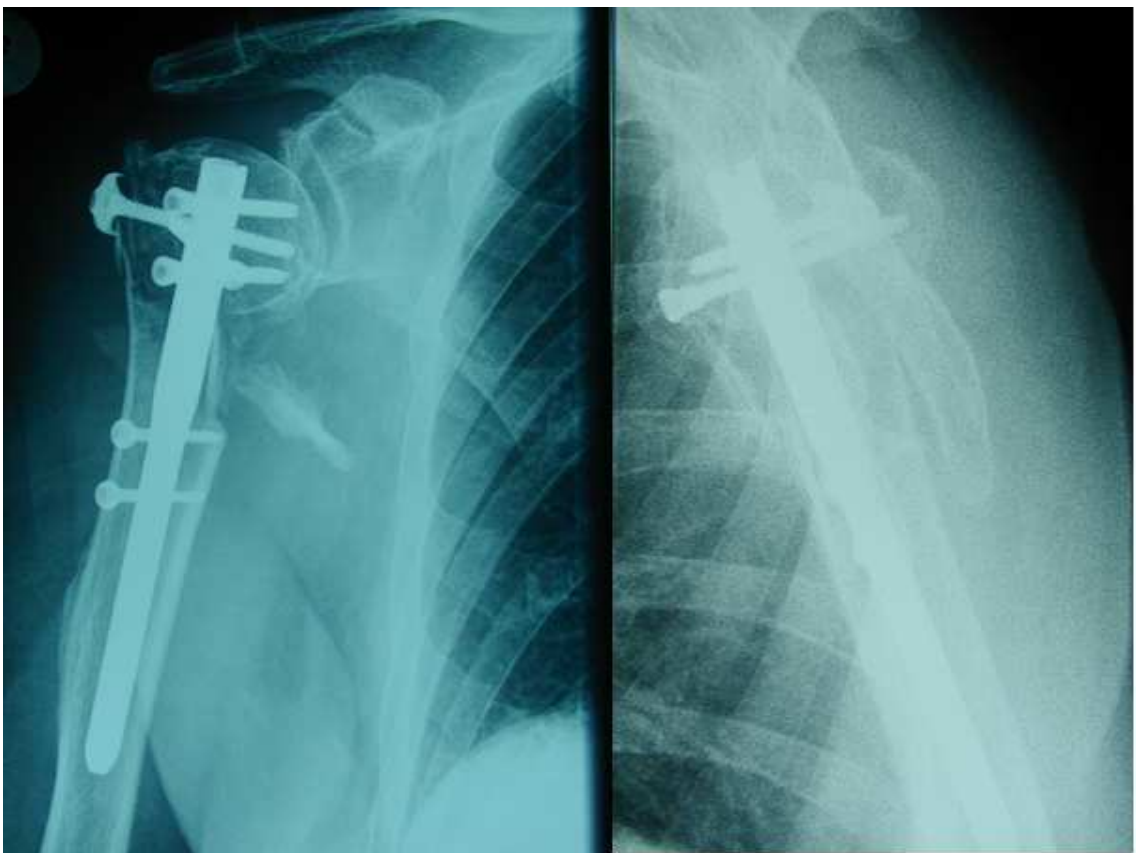


Abb. 16 M. D., weiblich, 89 Jahre, Humeruskopffraktur Typ Neer IV/4, postoperativ

4.2 Constant-Murley-Score

4.2.1 Alle Patienten

Bei dem Score mit einer maximal möglichem Punktezahl von 100 sind alle Patienten berücksichtigt, die in die Studie eingingen, ohne nach dem Frakturtyp oder den Komplikationen zu unterscheiden. Im Verlauf eines Jahres nach den Implantationen zeigte sich ein deutlicher Anstieg der Punktezahlen (Tab. 7, Abb. 17). Von dem Mittelwert 40,7 Punkte (15 - 67) nach einem Viertel Jahr, über 51,9 Punkte (11 - 93) nach 6 Monaten zu dem Jahreswert von 67,7 Punkten (23 - 98). Der prozentuale Anteil, verglichen mit den Scorewerten der unverletzten Gegenseiten, entspricht 43,4 % (3 Monate), 55,2 % (6 Monate) und 72,6 % nach 12 Monaten.

Monate	Score	Minimum	Maximum	Standard- Abweichung	Score der Gegenseite	% der Gegenseite
3	40,7	15	67	14,5	93,7	43,4
6	51,9	11	93	21,4	93,9	55,2
12	67,9	23	98	21,6	93,4	72,6

Tab. 7 Constant-Murley-Score von allen Patienten mit Humeruskopffraktur und Marknagel - osteosynthese (Targon PH) bei Humeruskopffraktur im Verlauf eines Jahres

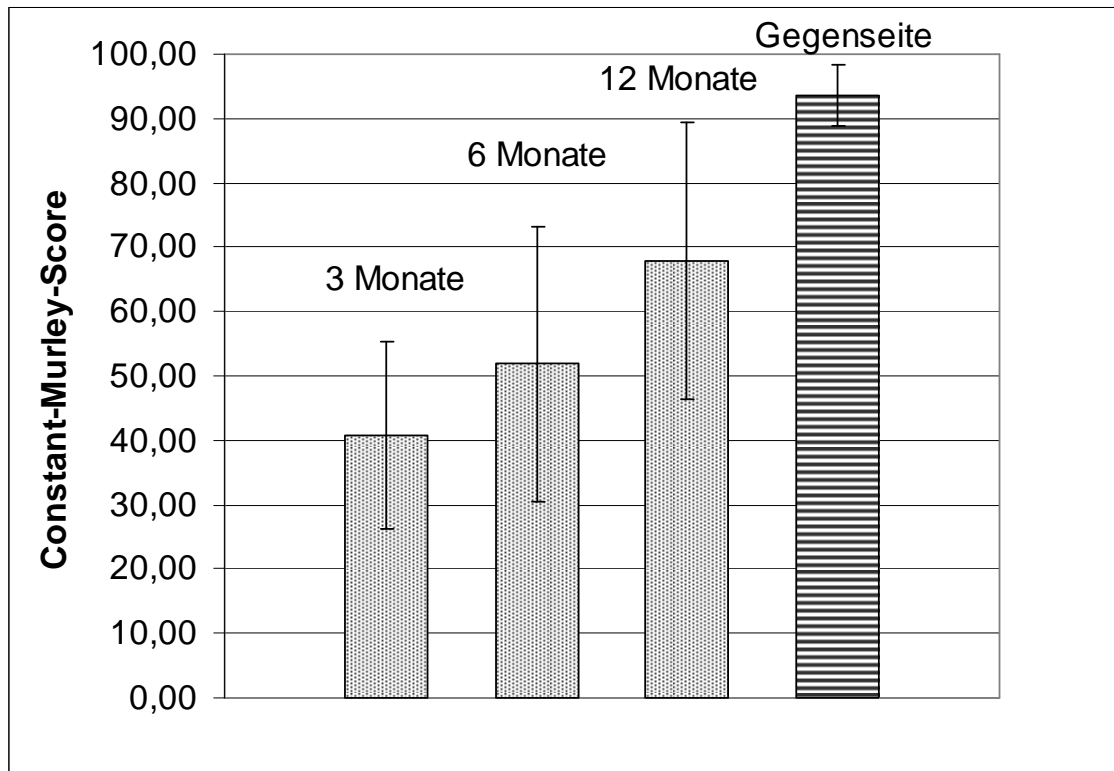


Abb. 17 Constant-Murley-Score von allen Patienten mit Humeruskopffraktur und Marknagel – Osteosynthese (Targon PH) bei Humeruskopffraktur im Verlauf eines Jahres

4.2.2 Unterteilung nach Neer

Bei allen Frakturtypen zeigte sich ein kontinuierlicher Anstieg des Scores im Verlauf. Allerdings unterschieden sich die einzelnen Frakturtypen deutlich (Tab. 8, Abb. 18). Bei der Neer-Klassifikation IV/3 wurden Werte von 73,4 Punkten (23 - 98) nach einem Jahr erreicht. Die Patienten der Gruppe Neer III kamen auf einen Mittelwert von 69,4 Punkte (39 - 93). Deutlich schlechtere Ergebnisse wurden bei den Frakturen Typ Neer IV/4 erreicht. Die Werte lagen hier bei 52,9 Punkten (29 - 81).

	3 Monate	6 Monate	12 Monate	Gegenseite	%
III (n=10)	44,4	60,7	69,4	95,5	72,6
IV/3 (n=24)	43,2	54,7	73,4	92,7	79,3
IV/4 (n=13)	31,0	36,4	52,9	93,1	56,8

Tab. 8 Constant-Murley-Score der Patienten unterteilt nach den verschiedenen Frakturtypen nach Versorgung mit Marknagel – Osteosynthese (Targon PH) bei Humeruskopffraktur. Die Werte sind Mittelwerte für den entsprechenden Frakturtyp und die jeweilige Nachuntersuchung. Die Prozentzahl berechnet sich aus dem Wert für die 12 Monatsuntersuchung bezogen auf die gesunde Gegenseite

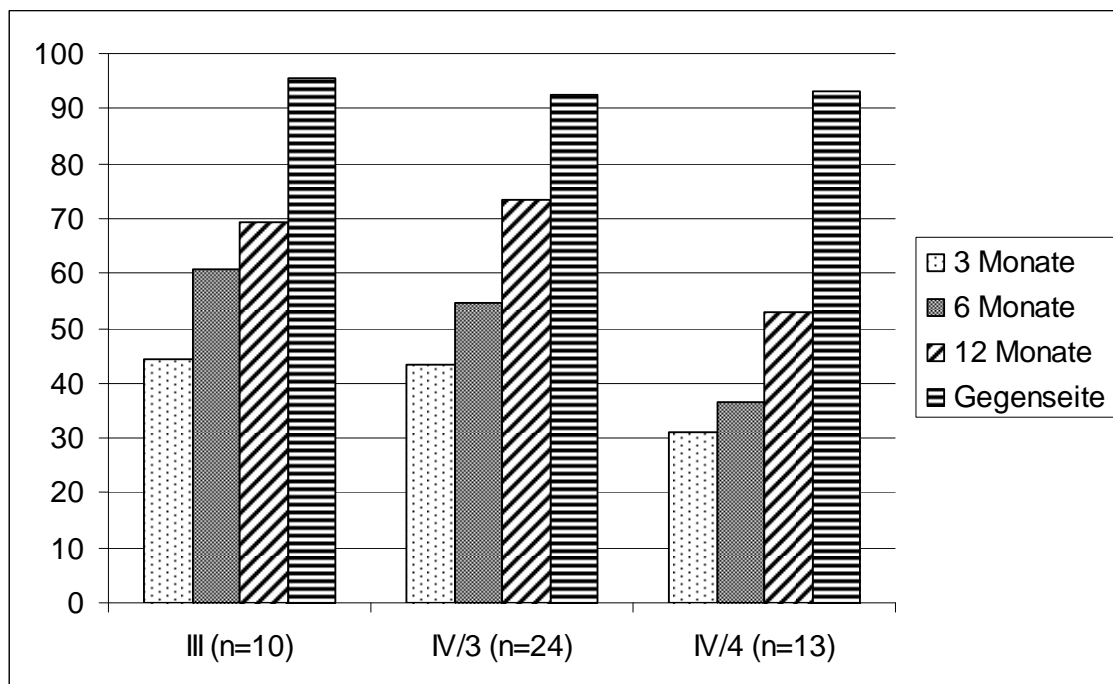


Abb. 18 Constant-Murley-Score der Patienten unterteilt nach den verschiedenen Frakturtypen nach Versorgung mit Marknagel – Osteosynthese (Targon PH) bei Humeruskopffraktur

4.2.3 Unterteilt nach Komplikationen

21 Patienten erlitten insgesamt 35 Komplikationen. Bei Ihnen ergab sich nach 12 Monaten einen durchschnittliche Score-Wert von 58,8 Punkten. Das entspricht 63,0 % der nicht operierten Seite (93,3 Punkte).

Bei den Patienten ohne Komplikationen ergab sich ein durchschnittlicher Constant-Murley-Score von 74,1 Punkten (79,5 %) bei 93,2 Punkten der Gegenseite. (Abb. 19)

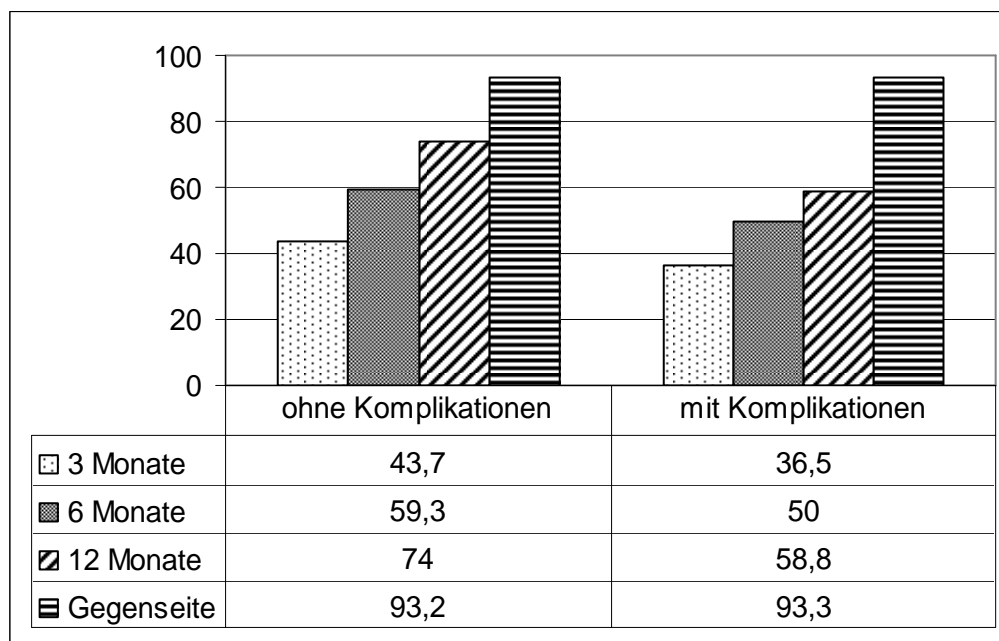


Abb. 19 Constant-Murley-Score nach Versorgung mit Marknagel – Osteosynthese (Targon PH) bei Humeruskopffraktur unterteilt nach Patienten ohne (n=25) und mit (n=22) Komplikationen

Komplikationen, die im Rahmen der Frakturversorgung auftraten, waren: Nagelperforationen, Schraubenperforationen, Dislokationen des Tuberculum majus und Humeruskopfnekrose. Diese wurden radiologisch diagnostiziert. Nagelperforation bedeutet, dass das Implantat nach cranial durch die Humeruskalotte aus dem Knochen hervortritt. Bei der Schraubenperforation treten diese aus dem Knochen in den glenohumeralen Gelenkspalt hervor, wo besonders

die Gelenkflächen geschädigt werden. Im Folgenden sind nur solche Perforationen berücksichtigt, die das Gelenk betroffen haben.

Erfolgte eine Dislokation des Tuberculum majus, war es in den meisten Fällen nach cranial verschoben.

Die Humeruskopfnekrose offenbart sich durch den im Röntgenbild sichtbaren Verlust der Knochensubstanz im Verlauf der Frakturheilung.

Des Weiteren traten noch Schultersteife (Frozen shoulder, reaktive kapsulitis) und eine Läsion des N. radialis auf. (Abb. 20)

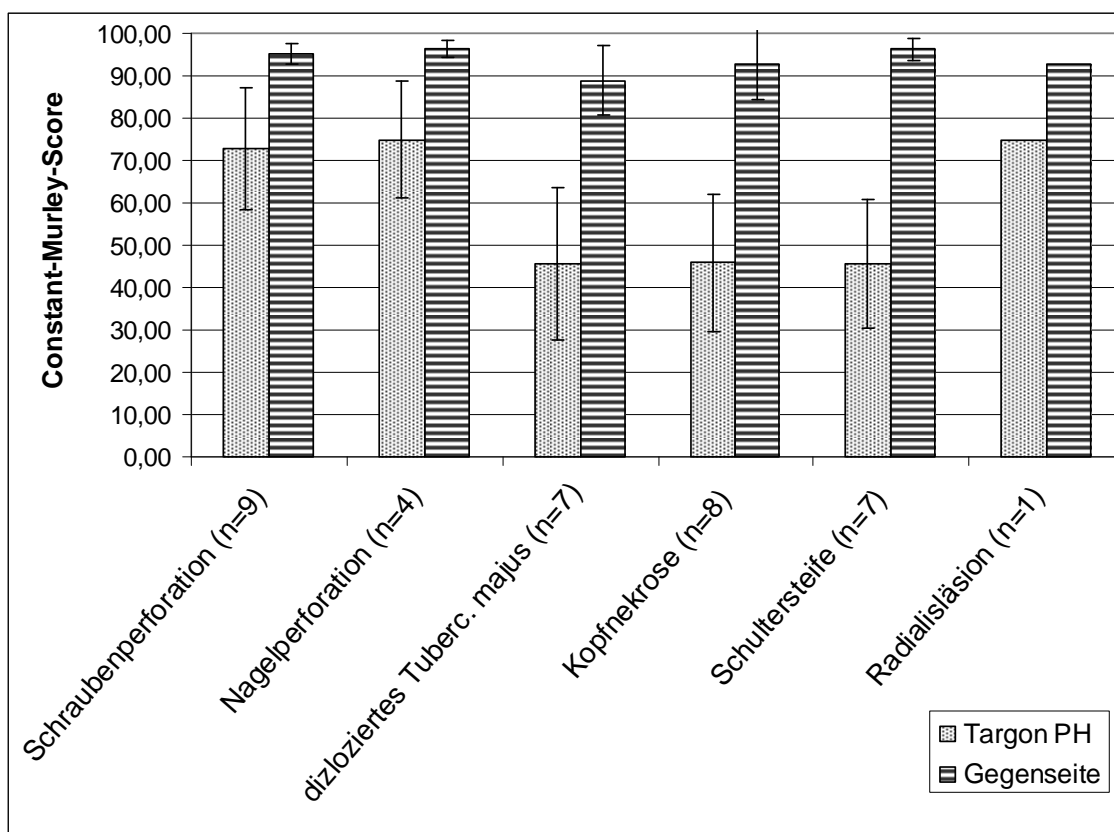


Abb. 20 Der Constant-Murley-Score nach Versorgung mit Marknagel – Osteosynthese (Targon PH) bei Humeruskopffraktur bei den einzelnen Komplikationen, 1 Jahr nach der Operation

4.3 UCLA-Score

Hier wurden für die Auswertung sowohl die wirklichen Ergebnisse als Zahlen, als auch die Einstufung der Ergebnisse (*kursiv*), entsprechenden Tab. 3, verwandt.

4.3.1 Alle Patienten

Anfänglich lagen die Ergebnisse bei einem Wert von 20 Punkten (*weniger zufrieden stellend*). Nach 1 Jahr wurde ein durchschnittliches Ergebnis von 26,2 Punkten (*gut*) erreicht (Abb. 21).

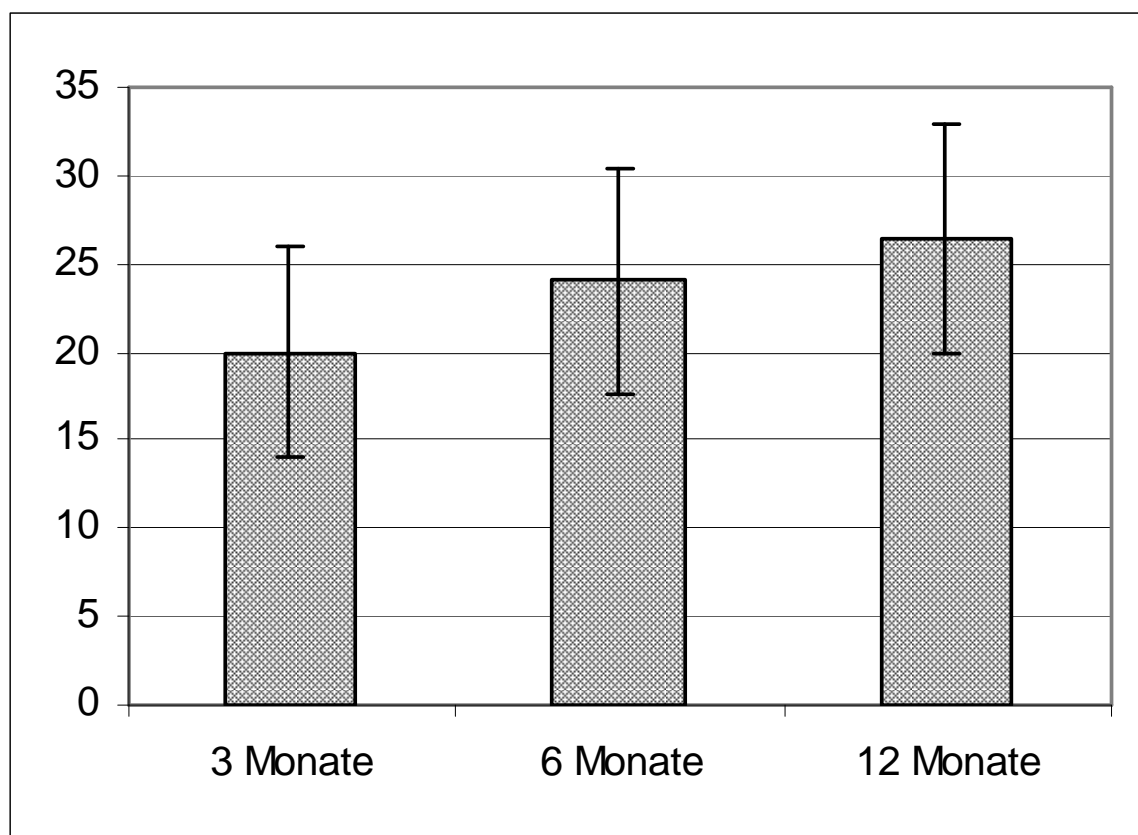


Abb. 21 UCLA-Score im Verlauf aller Patienten (n=38) nach Versorgung mit Marknagel – Osteosynthese (Targon PH) bei Humeruskopffraktur

Dabei lagen 13 Patienten (34,2 %) im Bereich *exzellent*. Jeweils 8 Patienten (21,1 %) kamen in die Kategorien *gut*, *zufrieden stellend* und *weniger zufrieden stellend*. Ein Patient hatte ein *mangelhaftes* Ergebnis (Abb. 22).

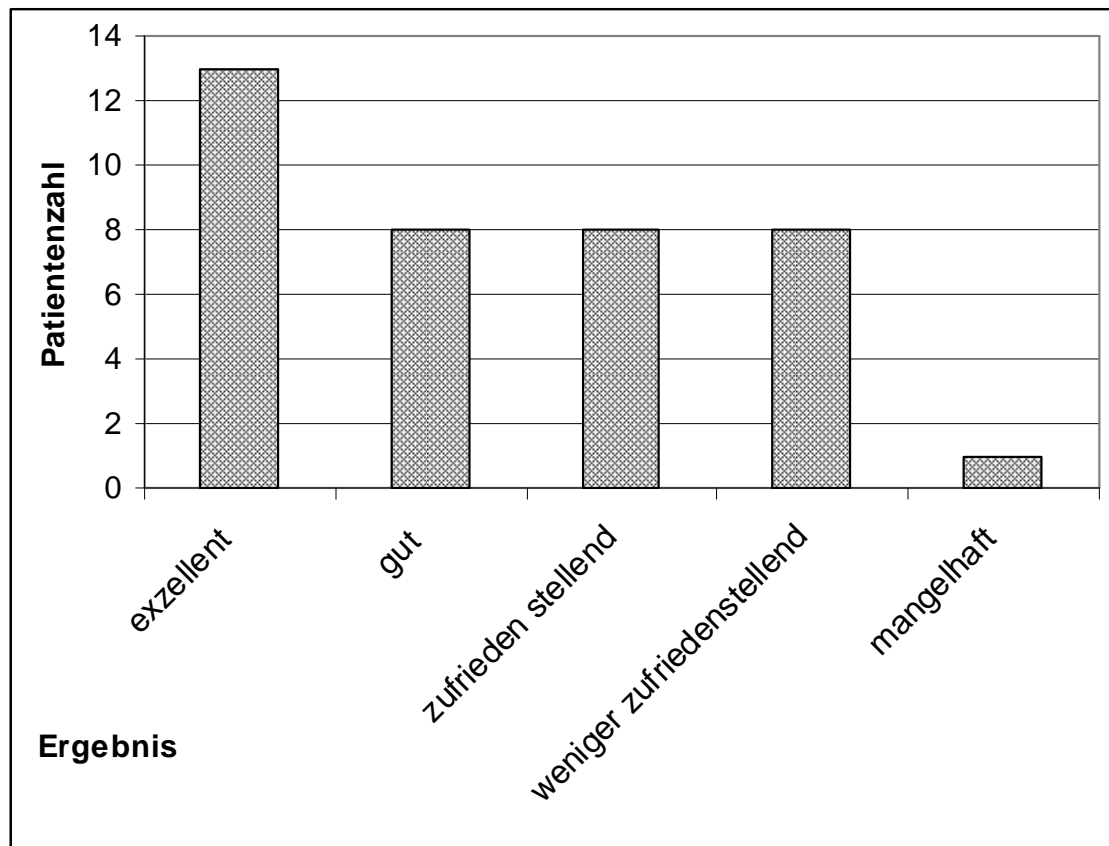


Abb. 22 UCLA-Score nach 12 Monaten aller Patienten (n=38) nach Versorgung mit Marknagel – Osteosynthese (Targon PH) bei Humeruskopffraktur

4.3.2 Unterteilt nach Neer

Bei den Score-Werten handelt es sich um Mittelwerte für den jeweiligen Frakturtyp. Gute Ergebnisse wurden bei Neer III und IV/3 erreicht. Bei den Neer IV/4-Frakturen waren die Ergebnisse im Verlauf des Jahres etwas rückläufig (20,8 Punkte nach 3 Monaten auf 19,7 Punkte nach 12 Monaten; Tab. 9; Abb. 23).

Tab. 9 UCLA-Score Aller Patienten nach Versorgung mit Marknagel – Osteosynthese (Targon PH) bei Humeruskopffraktur unterteilt nach den verschiedenen Frakturtypen

	3 Monate	6 Monate	12 Monate
III (n=10)	23,3	28,4	30,0
IV/3 (n=24)	19	23,4	27,4
IV/4 (n=14)	20,8	21	19,7

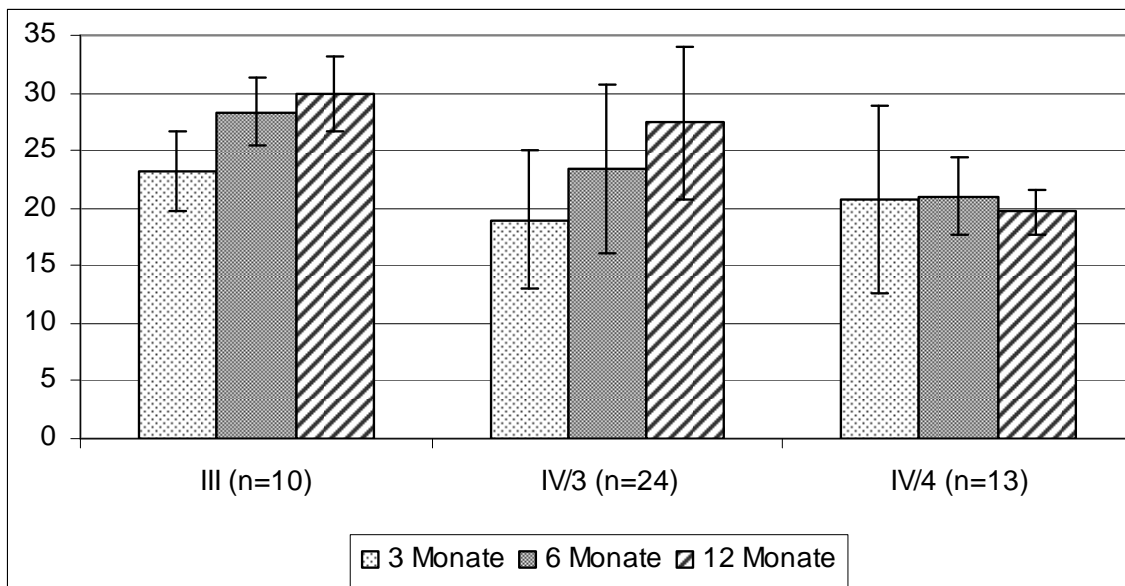


Abb. 23 UCLA-Score aller Patienten nach Versorgung mit Marknagel – Osteosynthese (Targon PH) bei Humeruskopffraktur unterteilt nach den einzelnen Frakturtypen

4.3.3 Unterteilt nach Komplikationen

Bei den 24 Patienten mit Komplikationen war nach 12 Monaten mit 24,4 Punkten (14 - 35) ein *zufrieden stellendes* Ergebnis erreicht. Bei den Frakturen ohne Komplikationen kamen die Patienten mit einem Durchschnittswert von 28,6 Punkten (19 - 35) auf ein *gutes* Ergebnis (Abb. 24)

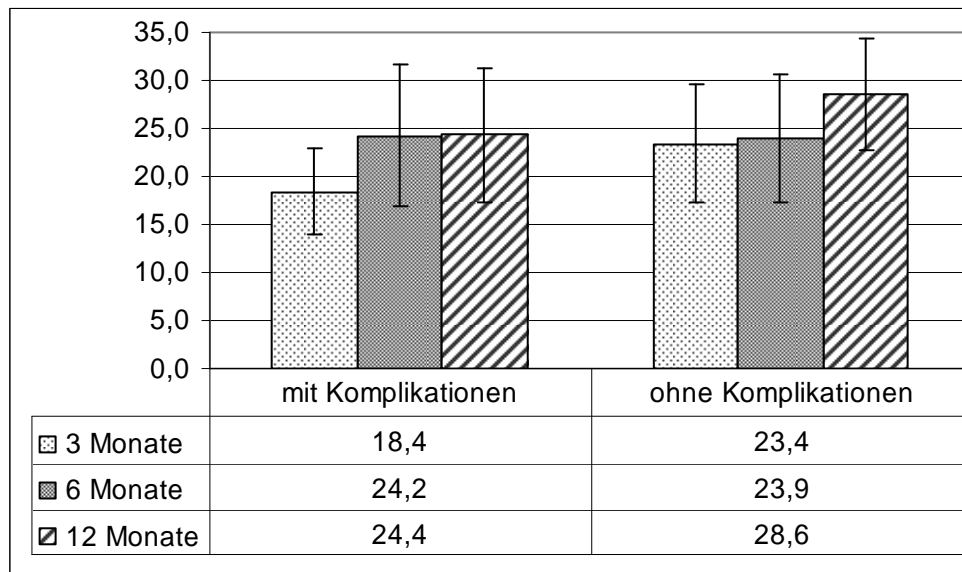


Abb. 24 UCLA-Score nach Versorgung mit Marknagel – Osteosynthese (Targon PH) bei Humeruskopffraktur bei Patienten mit (n=22) und ohne (n=25) Komplikationen im Verlauf

Im Einzelnen kam es zu 6 verschiedenen Arten von Komplikationen. Die Häufigkeit waren, abgesehen von der einzelnen Nervenläsion und den Nagelperforationen, in etwa gleich (Abb. 25)

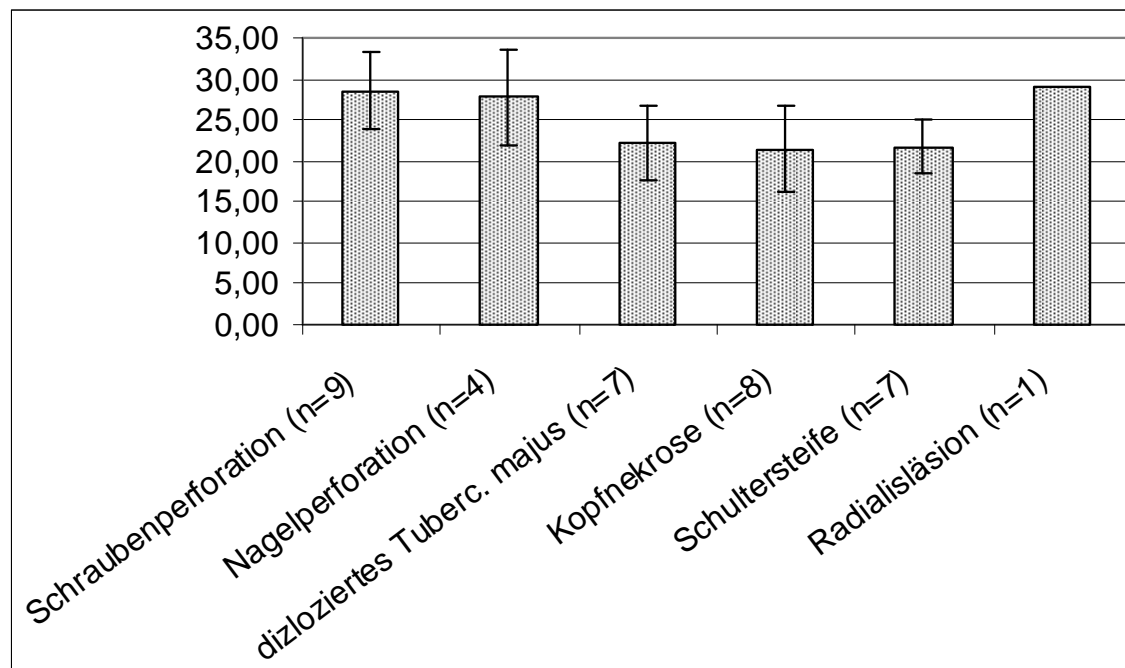


Abb. 25 UCLA-Score der Patienten nach Versorgung mit Marknagel – Osteosynthese (Targon PH) bei Humeruskopffraktur unterteilt nach verschiedenen Komplikationen

4.4 Beweglichkeit

4.4.1 Bewegungsausmaß nach der Neutral-Null-Methode

Bei der Untersuchung der Beweglichkeit wurden nach der Neutral-Null-Methode in Grad die Abduktion, Adduktion, Anteversion, Retroversion, Innenrotation, und Außenrotation gemessen. Die maximal möglichen Gradzahlen sind in Tab. 4 dargestellt.

Nach 3 Monaten lagen die durchschnittlichen Werte für die Abduktion, Anteversion, Adduktion und Außenrotation bei ungefähr 50 % der gesunden Gegenseite. Die Retroversion und die Innenrotation zeigten mit 78 % bzw. 88 % von Beginn an deutlich bessere Ergebnisse. Kein einziger Patient war nach ¼ Jahr in der Lage, den vollen Bewegungsumfang zu erreichen. (Tab. 10)

4.4.1.1 3 Monate (n=22)

Tab. 10 Bewegungsausmaß aller Patienten nach Versorgung mit Marknagel – Osteosynthese (Targon PH) bei Humeruskopffraktur nach 3 Monaten in Grad

	Mittelwert	Minimum	Maximum	Standard Abweichung	Gegenseite	%
Abduktion	79,5	30,0	150,0	31,8	163,0	48,8
Adduktion	28,6	0,0	80,0	19,6	52,7	54,3
Anteversion	86,1	30,0	160,0	37,2	170,0	50,7
Retroversion	30,2	10,0	50,0	11,6	38,6	78,2
Innenrotation	65,0	0,0	90,0	18,7	73,8	88,1
Außenrotation	18,6	0,0	45,0	13,1	35,9	51,8

Bei der Untersuchung nach einem halben Jahr ist es in allen Bewegungsbereichen zu einem Anstieg der durchschnittlichen Gradzahl gekommen. Die Außenrotation und die Anteversion machten mit 21 ° bzw. 14 ° die größten Fortschritte. Bei der Abduktion und der Retroversion betrug der Unterschied zur Voruntersuchung 8 ° bzw. 6 °. Die geringsten Anstiege waren bei der Innenrotation und der Retroversion

zu verzeichnen (1 ° bzw. 3 °). Zu diesem Zeitpunkt hatten einige Patienten bereits wieder das volle Bewegungsausmaß erreicht. (Tab. 11)

4.4.1.2 6 Monate (n=22)

Tab. 11 Bewegungsausmaß aller Patienten nach Versorgung mit Marknagel – Osteosynthese (Targon PH) bei Humeruskopffraktur nach 6 Monaten in Grad

	Mittelwert	Minimum	Maximum	Standard Abweichung	Gegenseite	%
Abduktion	87,1	30,0	180,0	38,1	163,0	53,5
Adduktion	31,4	0,0	70,0	19,6	52,7	59,6
Anteversion	100,2	30,0	180,0	37,2	170,0	59,0
Retroversion	33,3	0,0	60,0	16,2	38,6	86,2
Innenrotation	65,7	0,0	100,0	22,7	73,8	89,1
Außenrotation	26,0	0,0	90,0	22,0	35,9	72,2

Ein Jahr nach der Operation wiesen einige Bewegungen fast keine Einschränkung im Vergleich mit der gesunden Seite auf (Innenrotation, Retroversion). Die schlechtesten Ergebnisse gab es bei der Abduktion und der Anteversion, wo 64 % und 69 % der Gegenseite erreicht wurden. In Grad gemessen lagen beide Bewegungen über 100 °. (Tab. 12)

4.4.1.3 12 Monate (n=38)

Tab. 12 Bewegungsausmaß aller Patienten nach Versorgung mit Marknagel – Osteosynthese (Targon PH) bei Humeruskopffraktur nach 12 Monaten in Grad

	Mittelwert	Minimum	Maximum	Standard Abweichung	Gegenseite	%
Abduktion	104,1	31,0	180,0	43,3	163,0	63,9
Adduktion	40,9	5,0	70,0	19,5	52,7	77,7
Anteversion	116,5	31,0	180,0	42,5	170,0	68,5
Retroversion	33,9	0,0	60,0	13,9	38,6	87,8
Innenrotation	69,7	0,0	100,0	16,7	73,8	94,5
Außenrotation	30,0	0,0	90,0	19,4	35,9	83,5

4.4.1.4 Grafische Darstellung

In der folgenden Abbildung sind die Bewegungsausmaße für die einzelnen Bewegungen und die Entwicklung im Verlauf zusammengefasst (Abb. 26). Hierbei wurden die jeweiligen Bewegungen in einem Block, bestehend aus den 3 Einzeluntersuchungen und dem Bewegungsausmaß der Gegenseite, nebeneinander dargestellt.

Es lässt sich für jede Bewegung ein Anstieg im Verlauf des Jahres erkennen. Bei Innenrotation, Außenrotation und Retroversion werden fast die Werte der Gegenseite erreicht, während bei der Abduktion und der Anteversion noch deutliche Unterschiede bestehen (Abb. 26).

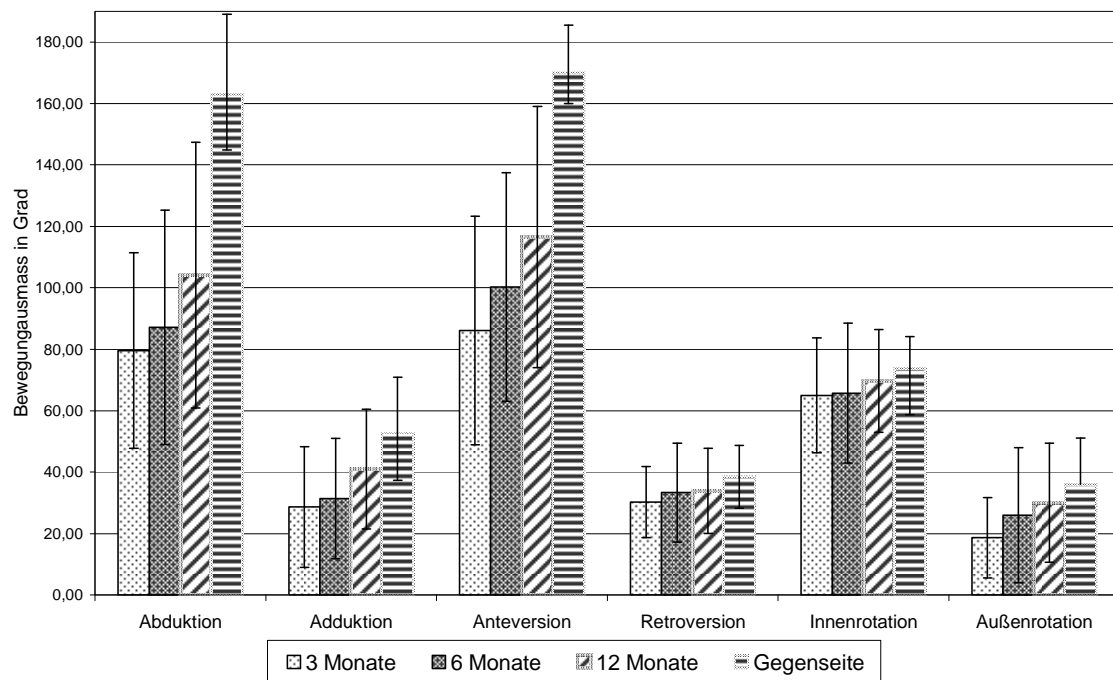


Abb. 26 Ausmaß der einzelnen Bewegungen aller Patienten nach Versorgung mit Marknagel – Osteosynthese (Targon PH) bei Humeruskopffraktur im Verlauf

4.4.1.5 Beispiele

Die folgenden Beispiele zeigen das unterschiedliche Bewegungsausmaß von zwei Patientinnen 1 Jahr nach der Operation.



Abb. 27 Eine 82 jährige Patientin mit Fraktur Typ Neer IV/3 rechts 12 Monate nach Versorgung mit Marknagel – Osteosynthese (Targon PH)

Abduktion 160°	Gegenseite: 170° (94,1 %)
Anteversion 130°	Gegenseite: 160° (81,3 %)
Constant-Murley-Score: 93	Gegenseite: 97 (95,9 %)



Abb. 28 Eine 37 Jährige Frau mit einer Fraktur Typ Neer IV/4 links 12 Monate nach Versorgung mit Marknagel – Osteosynthese (Targon PH)

Abduktion 70°	Gegenseite: 150° (46,7 %)
Anteversion 60°	Gegenseite: 160° (37,5 %)
Constant-Murley-Score: 54	Gegenseite: 95 (56,8 %)

4.4.2 Bewegungsausmaß nach dem Constant-Murley-Score

4.4.2.1 Innenrotation

Die Innenrotation wurde nach Constant und Murley bestimmt, indem der Patient versuchte, mit dem Handrücken soweit wie möglich an seinem eigenen Rücken hoch zu fahren. Je nach erreichter Höhe gab es bis zu 10 Punkte (Abb. 10 Constant-Murley-Score). Nach 3 Monaten konnte die größte Gruppe der Patienten (10 von 22) die Hand bis zum lumbo-sacralen Übergang bewegen. Bei der 6-Monatsuntersuchung kamen 9 von 22 Patienten bis zum 12-ten Brustwirbelkörper. Nach einem Jahr war der stärkste Anteil mit 14 von 38 Patienten ebenfalls fähig, den 12-ten BWK zu erreichen.

Der Mittelwert der erlangten Punkte, bezogen auf den Score, stieg von 3,7 über 5,5 auf 5,7 Punkte nach 1 Jahr. Die Gegenseite hatte einen Wert von 8,9 Punkten. (Tab. 13)

Tab. 13 Innenrotation aller Patienten nach Versorgung mit Marknagel – Osteosynthese (Targon PH) bei Humeruskopffraktur entsprechend des Constant-Murley-Score

Monate	Oberschenkel	Gesäß	Lumbo-sacraler Übergang	3. LWK	12. BWK	Zwischen die Schulterblätter
3 (n=22)	1	6	10	5	-	-
6 (n=22)	2	2	5	4	9	-
12 (n=38)	2	4	7	10	14	1

4.4.2.2 Außenrotation

Der Mittelwert der hier erreichten Punkte lag nach 3 Monaten bei 3,7 und stieg über 4,6 auf 6,1 Punkte nach 12 Monaten. Die Gegenseite war bei allen Patienten gut, und alle konnten jede Bewegung ausführen, sodass der Wert ohne Operation 10,0 war. Nach 1 Jahr konnten 9 von 37 Patienten (24,3 %) die operierte Hand nicht auf den Kopf legen.

4.4.2.3 Bewegungsradius

Es wurde bewertet, wie weit der Patient die Hand des operierten Armes vor dem Körper nach oben heben konnte. Auch hier waren wieder maximal 10 Punkte durch Heben der Hand über den Kopf möglich.

8,0 Punkte war der Mittelwert für 3 Monate, was äquivalent mit einem Anheben bis zum Kopf ist. Nach 6 Monaten lag der Wert bei 8,8 und nach 12 Monaten bei 9,3 Punkten.

Bei der Gegenseite war es jedem Patienten möglich, die Hand über den Kopf zu heben und damit 10 Punkte zu erreichen.

4.5 Komplikationen

4.5.1 Intraoperativ

Intraoperativ kam es in einem Fall zu einer Verletzung der langen Bizepssehne, die primär genäht werden konnte. Dabei handelte es sich um eine Neer IV/3-Fraktur. Die Läsion stellte im weiteren Verlauf keine Behinderung für den Patienten dar. Der Constant-Murley-Score lag nach 12 Monaten bei 93 Punkten, die Gegenseite bei 99 Punkten, was 93,9 % entspricht.

4.5.2 Postoperativ

Es kam zu 35 Komplikationen bei 21 von 47 Patienten (44,7 %) die sich, wie in Tab. 14 dargestellt, verteilen. Die häufigste Komplikation, sie trat bei 9 Patienten (19,1 %) auf, war die glenohumerale Perforation von einer oder mehreren Schrauben (Abb. 29). Dieses Phänomen wird auch als „cut out“ bezeichnet. Bei 3 der 9 Patienten mit einem solchem cut out wurden die entsprechenden Schrauben, bei 3 weiteren wurde das gesamte Implantat entfernt. Alle 6 Patienten waren nach der Metallentfernung beschwerdefrei, die zuvor angegeben Schmerzen bestanden nicht mehr. Bei 8 Patienten wurde radiologisch eine Nekrose des Humeruskopfes nachgewiesen, 7 davon waren partiell, eine komplett (Tab. 14). Bei 4 der betroffenen Patienten wurden die Schrauben entfernt, bei 3 Patienten war keine

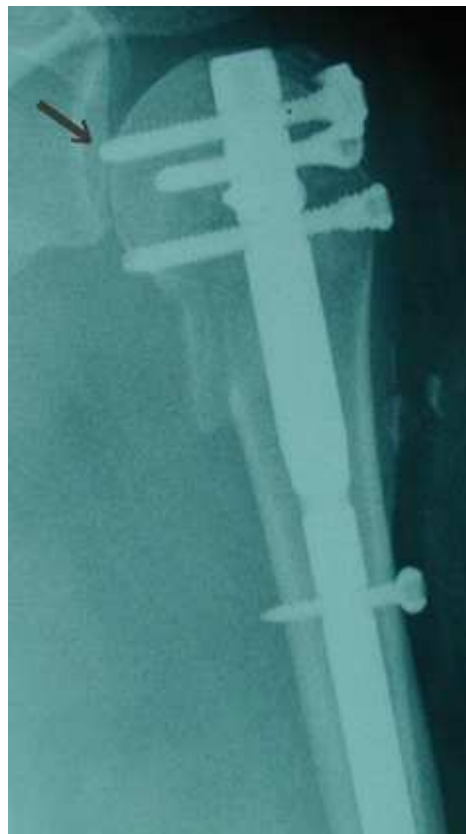


Abb. 29 Schraubenperforation in den Gelenkspalt, Fraktur Neer IV/4, 3 Monate nach der Operation

Behandlung nötig. Bei dem Fall mit der kompletten Nekrose wurde das gesamte Implantat entfernt und der Kopf durch eine Prothese ersetzt.

Eine Einsteifung der Schulter, die nach 6 Monaten therapierefraktär blieb (Frozen shoulder), wurde bei 7 Patienten diagnostiziert. Von Ihnen wurden 3 mit einer Implantat-Entfernung und Arthrolyse behandelt, die restlichen 4 wollten sich keiner weiteren Operation mehr unterziehen.

Tab. 14 Komplikationen aller Patienten nach Versorgung mit Marknagel – Osteosynthese (Targon PH) bei Humeruskopffraktur und Therapie

Komplikation	Zahl	% der Patienten	Behandlung	Zahl		
Schraubenperforation	9	19,1	Schraubenentfernung	3		
			Implantatentfernung	3		
			Keine Behandlung	3		
Humeruskopfnekrose	8	17,0				
			Teilweise	7	Schraubenentfernung	2
					Implantatentfernung	2
					Keine	3
Komplett	1		Sekundäre Prothese	1		
Frozen Shoulder	7	14,9	Implantatentfernung und Arthrolyse	3		
			Keine	4		
Disloziertes Tuberculum majus	6	12,8	Keine	6		
Nagelperforation	4	8,5	Implantatentfernung	2		
			Keine	2		
Nervenläsion	1	2,1	Keine	1		

4.5.3 Unterteilt nach Neer

Die Komplikationen verteilten sich auf die 21 Patienten mit folgenden einzelnen Frakturtypen nach Neer (in Klammer der prozentuale Anteil für die jeweilige Gruppe):

III	4 von 10	(40,0 %)
IV/3	10 von 24	(41,7 %)
IV/4	7 von 13	(53,9 %)

Unterteilt man die einzelnen Komplikationen sieht man, dass 17 aller 35 (48,6 %) in der Gruppe Neer IV/3 auftraten. Bei dem Typ Neer IV/4 waren es 14 (40,0 %).

Tab. 15 Komplikation unterteilt nach Frakturtypen bei allen Patienten nach Versorgung mit Marknagel – Osteosynthese (Targon PH) bei Humeruskopffraktur

Komplikation	III	IV/3	IV/4
Schraubenperforation	2	6	1
Humeruskopfnekrose	-	3	5
Schultersteife	-	3	4
Disloziertes Tuberculum majus	-	4	2
Nagelperforation	1	1	2
Nervenläsion	1	-	-

4.5.4 Entfernung des Implantats

In 13 Fällen wurde der Nagel wieder entfernt. Wie in Tab. 16 ersichtlich, gab es dafür verschiedene Indikationen. Es lässt sich hierbei keine Häufung eines besonderen Grundes finden. Ursächlich für die Explantation waren Bewegungseinschränkungen, Materialperforationen, Humeruskopfnekrosen, Infekte und einmal Patientenwunsch.

Tab. 16 Ursachen für Implantatentfernung bei Patienten nach Versorgung mit Marknagel – Osteosynthese (Targon PH) bei Humeruskopffraktur

Ursachen	Anzahl
Schmerzhafte Bewegungseinschränkung	3
Schraubenperforation	3
Humeruskopfnekrose	2
Nagelinfekt	2
Nagelperforation	2
Patientenwunsch	1

4.6 Schmerzen

Die Patienten wurden nach ihrer subjektiven Schmerzempfindung gefragt. Sie konnten dabei zwischen *keine*, *leicht*, *mäßig* und *stark* wählen. Des Weiteren wurde Ihnen eine visuelle Analogskala (VAS) vorgelegt, die von 1 (keine Schmerzen) bis 10 (sehr starke Schmerzen) reichte. Die Patienten legten einen Wert fest, der ihren Empfindungen entsprach.

Bei der Mehrheit der Patienten nahm der Schmerz im Verlaufe eines Jahres kontinuierlich ab (Tab. 17). Nach 3 Monaten dominierten die leichten bis mäßigen Schmerzen, und nur einer der nachuntersuchten Patienten war schmerzfrei. Bei der Untersuchung nach 6 Monaten litten 72,7 % unter leichten bis mäßigen Schmerzen, 6 hatten keine Beschwerden mehr (28,6 %). Nach 1 Jahr hatten 17 von 38 (44,7 %) keine Schmerzen mehr.

Tab. 17 Schmerzen aller Patienten nach Versorgung mit Marknagel – Osteosynthese (Targon PH) bei Humeruskopffraktur

	Keine	Leichte	Mäßige	Starke	VAS
3 Monate	1	10	10	1	4,2
6 Monate	6	8	8	0	2,8
12 Monate	17	13	9	0	2,3

Bei der VAS lag der Mittelwerte nach 3 Monaten bei 4,2 mit Werten von 2 bis 10. Nach 6 Monaten bei 2,8 (1 bis 6), nach 12 Monaten 2,3 (1 bis 5) (Abb. 30).

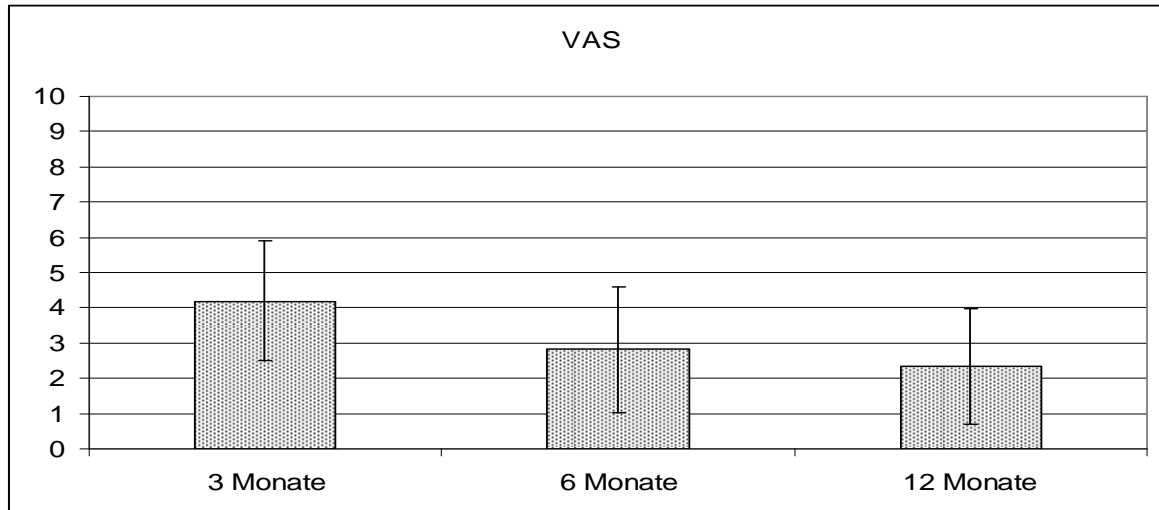


Abb. 30 Visuelle Analogskala aller Patienten nach Versorgung mit Marknagel – Osteosynthese (Targon PH) bei Humeruskopffraktur

4.7 Kraft

Die Kraft wurde bei abduziertem Arm in kg gemessen (s.o.). Dabei lagen die Werte der 3 Monatsuntersuchung zwischen 1 und 9 kg mit einem Mittelwert von 4,0 kg. Nach 6 Monaten lag der Wert bei 6,1 kg (1.-12 kg). Die Untersuchung nach 12 Monaten ergab den Mittelwert von 7,6 kg bei einer Spanne von 1 bis 12,5 kg.

Tab. 18 Kraft in kg bei abduziertem Arm aller Patienten nach Versorgung mit Marknagel – Osteosynthese (Targon PH) bei Humeruskopffraktur

	Targon PH	Gegenseite	% der Gegenseite
3 Monate	4,0	10,5	38,7
6 Monate	6,1	10,5	58,3
12 Monate	7,6	10,4	73,1

4.8 Alltag

4.8.1 Arbeit

Die Arbeitsfähigkeit bezog sich auf die subjektive Einschätzung der Patienten, da sich die meisten aufgrund des Alters in der Rente befanden. Dabei sollten sie vergleichen, ob sie alltägliche Verrichtungen wieder genauso ausführen konnten wie vor der Operation. Es wurde nach Tätigkeiten wie Einkaufen, Auto Fahren, Frisieren, das Tragen von Taschen, Hausarbeit usw. gefragt.

2 von 22 (9,1 %) waren nach 3 Monaten in der Lage, wieder wie vorher Ihren Verrichtungen nachzugehen. Nach einem halben Jahr waren es 8 von 22 (36,4 %). Bei der Untersuchung nach 12 Monaten waren 29 von 37 (78,4 %) Patienten wieder voll rehabilitiert.

4.8.2 Schlaf

Nach 3 Monaten konnten 9 der 22 Patienten (40,9 %) ohne Behinderung durch den operierten Arm schlafen. Bei den 6 Monatsuntersuchungen waren es 13 von 22 (59,1 %) und nach 12 Monaten 34 von 38 Patienten (89,5 %).

4.8.3 Karnofsky-Index

Der durchschnittliche Karnofsky-Wert der Patienten lag vor der Operation bei 92,5 (40 - 100). Im Verlauf eines Jahres stieg der Wert von 67,0 (40 - 100) nach 3 Monaten über 76,5 (50-100) nach 6 Monaten auf 81,1 (60 - 100) nach 12 Monaten.

4.8.4 Zufriedenheit

Die Patienten wurden gefragt, wie zufrieden sie mit dem Ergebnis der Operation sind.

Im Laufe eines Jahres nahm der Anteil an *unzufriedenen* Patienten von 27,3 % (6 von 22 nach 3 Monaten) über 18,2 % (4 von 22) auf 15,8 % (6 von 38 nach 1 Jahr) ab. Der Anteil der *sehr zufriedenen* stieg von 22,7 auf 36,8 %.

4.9 Radiologisch Auswertung

Von 7 Patienten (15,2 %) konnte kein Röntgenkontrollbild ausgewertet werden. Entweder weigerten sie sich, oder die Untersuchungen mussten in der Häuslichkeit stattfinden.

Die Ergebnisse der Auswertung über die Stellung der Frakturen sind in Tab. 19 zusammengefasst. Bei 7 der Patienten kam es im Verlauf der Nachuntersuchungen zu Fehlstellungen. Ein Patient hatte gleichzeitig eine Abkipfung nach dorsal (40°) und eine Valgusstellung (20°), weshalb es in der Tabelle zu einer Gesamtzahl von 8 kam. Die häufigste Fehlstellung war eine Valgisierung von 20 °. Alle anderen Abweichungen traten jeweils nur einmal auf, wobei Gradzahlen bis 40 vorkamen.

In keinem Fall wurde eine weitere Therapie eingeleitet.

Tab. 19 Fehlstellung der Frakturen bei radiologischen Kontrollen aller Patienten nach Versorgung mit Marknagel – Osteosynthese (Targon PH) bei Humeruskopffraktur

Abweichung	Gradzahl	Anzahl
Varus	30	1
Valgus	40	1
	20	4
Ventral	-	-
Dorsal	40	1
	30	1

Insgesamt kam es in 8 Fällen zu Kopfnekrosen, was einer Prozentzahl von 17,4 aller Patienten entspricht (Tab. 20). Nur einer dieser Fälle hatte dabei eine komplette Nekrose.

Tab. 20 Anzahl der Humeruskopfnekrosen aller Patienten nach Versorgung mit Marknagel – Osteosynthese (Targon PH) bei Humeruskopffraktur

Kopfnekrose	Anzahl	%
Keine	29	78,4
Teilweise	7	18,9
Komplett	1	2,7

Der Frakturdurchbau wurde nach *kein*, *teilweise* und *komplett* differenziert (Tab. 21, Abb. 31). In allen Fällen fand zumindest ein teilweiser Durchbau der Fraktur statt, sodass es im Verlauf zu keiner Ausbildung einer Pseudarthrose gekommen ist.

Tab. 21 Frakturdurchbau aller Patienten nach Versorgung mit Marknagel – Osteosynthese (Targon PH) bei Humeruskopffraktur

Durchbau	3 Monate	6 Monate	12 Monate
Teilweise	7 (38,9 %)	7 (46,7 %)	9 (27,2 %)
Komplett	11 (61,1 %)	8 (53,3 %)	24 (72,7 %)

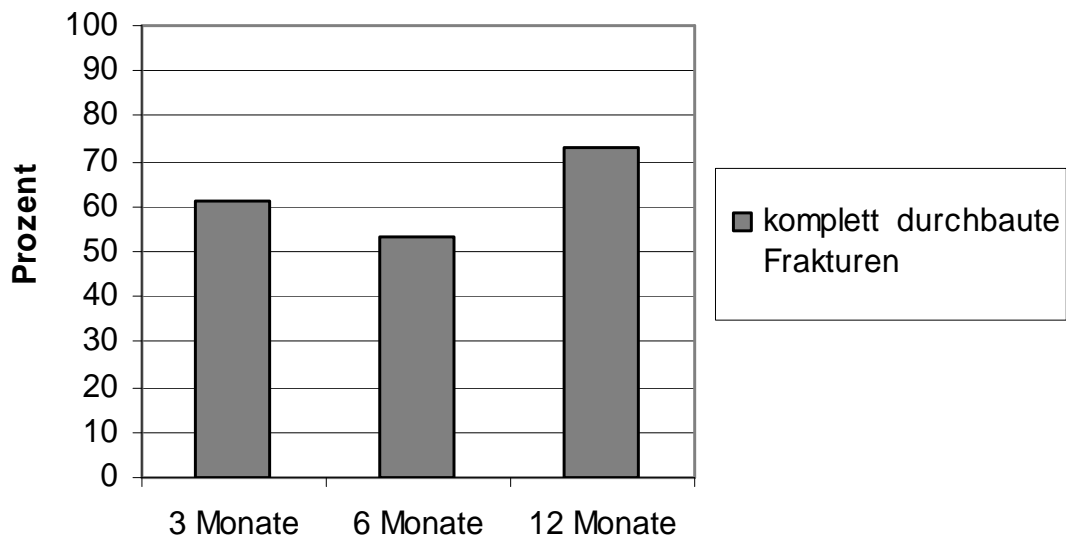


Abb. 31 komplette durchbaute Frakturen (in Prozent) der jeweils untersuchten Patienten (nach 3 und 6 Monaten nicht identisches Patientengut) nach Versorgung mit Marknagel – Osteosynthese (Targon PH) bei Humeruskopffraktur

Der Austritt von Implantatmaterial aus dem Knochen wurde radiologisch nachgewiesen. Zur Perforation von Schrauben (9 x) und Nägeln (4 x) kam es in 11 Fällen (Tab. 14)

In 6 Fällen wurde bei einer radiologischen Kontrolle im Rahmen der Nachuntersuchungen eine Verschiebung des Tuberculum majus festgestellt (Tab. 14). Bei keinem dieser Patienten wurde eine weitere Therapie durchgeführt.

5 Diskussion

Seit einigen Jahren erfolgt bei proximalen Humerusfrakturen zunehmend eine operative Versorgung. Der Hauptgrund ist in dem Aufkommen von winkelstabilen Implantaten zu sehen. Durch sie soll eine höhere Stabilität der Fraktur gewährleistet sein, da die einzelnen Fragmente sich schwerer gegeneinander verschieben können. Die winkelstabile Plattenosteosynthese ist dabei ein sehr häufig angewandtes Verfahren. Eine konkurrierende Osteosynthesemethode hierzu sind die winkelstabilen Nägel. In einer Studie von Hessmann et al. konnte gezeigt werden, dass intramedulläre Kraftträger eine höhere Stabilität als die winkelstabilen Platten aufweisen.³⁶ Durch die kompressionslose Fixation der Fragmente sind Nägel besonders gut beim osteoporotischen Knochen anzuwenden, denn dort könnte die Kompression zu Instabilität führen. Unter den verschiedenen Modellen hat ein gerader Nagel den Vorteil, dass er bei der Einbringung an der Kalottenspitze zusätzlich zu Stabilisierung beiträgt. Gebogene Nägel tragen die Gefahr, dass es durch die Insertion an der Grenze zwischen dem Kopffragment und den Tuberkeln zu einer weiteren Frakturierung oder Dislokation der Bruchstücke kommen kann.

Ein solcher Nagel ist der Targon PH, mit dem sich diese Studie beschäftigt.

In der Abteilung für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie der Chirurgischen Universitätsklinik Rostock wurde in dem Zeitraum von Dezember 2000 bis Mai 2002 bei 62 Patienten ein Targon PH implantiert. 47 Patienten davon konnten nachuntersucht werden. Wesentliches Ziel der Studie war die Analyse der funktionellen Behandlungsergebnisse mit besonderem Augenmerk auf Beweglichkeit, Schmerz, Kraft und Komplikationen.

Zur Bewertung wurden dafür der international anerkannte Constant-Murley-Score sowie der UCLA-Score herangezogen.^{7;14;15;41;59}

Die Nachuntersuchungsrate betrug 75,8 % (47 von 62 Patienten). Da die Fraktur besonders eine Verletzung des älteren Patienten ist, kam es durch natürliche Todesfälle zu einem relativ hohen Ausfall von Studienteilnehmern (5 Patienten). Zudem gab es noch 10 weitere drop outs von Patienten. Sieben von ihnen litten

unter einem chronischen Alkoholabusus und wiesen eine sehr schlechte Compliance auf. Sie weigerten sich prinzipiell, an der Studie teilzunehmen, oder waren zu den vereinbarten Terminen nicht erschienen. Ein weiterer Teil der Patienten war aufgrund ihrer Obdachlosigkeit nicht aufzufinden oder unbekannt verzogen. Bei anderen Studien, die sich mit dem Thema proximale Humerusfraktur befassten, waren die Nachuntersuchungsraten in etwa gleich hoch. Sie lagen zwischen 65 und 82 %.^{25;42;49;52;70}

5.1 Scores

Constant-Murley

Der durchschnittliche Score aller Patienten nach einem Jahr erreichte mit 67,7 Punkten (72,6 % der Gegenseite) ein *gutes* Ergebnis. Auffällig gut waren hierbei die 3-Fragment Frakturen, die mit 73,4 Punkten, fast 80 % der Gegenseite, nur knapp unter einem *sehr gut* lagen.^{25;34;49} Dies kann als ein Erfolg des Targon PH bei diesen Frakturtypen gewertet werden.

Deutlich schlechter waren die 4-Fragment-Frakturen, die mit einem Wert von 52,9 Punkten nur 57 % der gesunden Seite erreichten und damit auch gerade noch im Bereich *gut* lagen. Die Werte in einer Studie von Mathews et al. über den Targon PH lagen etwas unter diesen. Dort ergab sich ein durchschnittlicher Constant-Murley-Score von 57 Punkten. Hier zeigten sich weniger gravierende Unterschiede bei den einzelnen Frakturtypen, dafür schnitten die 2 und 3 Fragmentfrakturen schlechter (52 und 58 Punkte) als die 4 Fragmentfrakturen (69 Punkte) ab.⁵²

Diese Werte entsprechen in etwa denen anderer ostothesynthetischer Verfahren.^{23;45} Bei der Frakturversorgung von 3- und 4- Fragmentfrakturen durch winkelstabile Verriegelungsplatten wurden Werte von 62,6 – 76 Punkten beschrieben.^{23;25;34;34;34;42;49;60}

Für die 4-Fragmentfrakturen wird von vielen Autoren besonders bei älteren Patienten die Prothese als primäre Versorgung empfohlen. Dabei werden Constant-

Murley-Score-Werte um die 50 Punkte bei schlechter Funktion aber guter Schmerzfreiheit erreicht.^{4;7;53;81} Es zeigt sich, dass der Targon PH auch für diese Frakturen eine Alternative darstellt. Die Funktion ist in etwa gleich, und 76,3 % der Patienten waren nach einem Jahr beschwerdefrei oder hatten nur gelegentlich noch leichte Schmerzen. Die Vorteile gegenüber einer Prothese liegen in dem deutlich geringeren Weichteilschaden, da es sich um ein weniger invasives Verfahren handelt. Es bedarf einer wesentlich kürzeren Op- und damit Narkosezeit, was insbesondere bei erhöhtem Alter eine geringere Belastung für den gesamten Organismus bedeutet.

Bei den Verläufen ohne Komplikationen ist das fast *sehr gute* Ergebnis (74,1 Punkte) des Nagels im vorderen Bereich der Resultate, verglichen mit denen anderen osteosynthetischen Verfahren, zu finden. Die winkelstabilen Platten erreichten Punkte zwischen 50 und 76.^{6;23;42;49;60} Bei den Studien mit primärem Ersatz durch eine Prothese wurden Ergebnisse zwischen 45 und 64 erzielt.^{4;9;28;53;61} Ein deutlicher Unterschied bestand zu den Heilungsverläufen mit Komplikationen. Hier war der Wert nach 12 Monaten (58,8 Punkte) niedriger als in der Gruppe ohne Komplikationen nach 6 Monaten (59,3 Punkte). Leider wurde in anderen Studien die Unterscheidung des Scores mit und ohne Komplikationen nicht getroffen, so dass ein Vergleich hier nicht möglich war.

Bei dem UCLA-Score hatten die meisten der Patienten (55,3 %) nach 1 Jahr ein *exzellentes* oder *gutes* Ergebnis. Der Durchschnittswert *gut* (26,2 Punkte) aller Patienten nach 12 Monaten liegt im vorderen Bereich der Ergebnissen des UCLA-Score verglichen mit anderen Operationsverfahren zur Versorgung von proximalen Humerusfrakturen. Diese Werte reichen von 21 und 27 Punkten, was einem *zufrieden stellend* bis *gut* entspricht.²⁰

Durch diesen Score zeigt sich eine allgemeine Zufriedenheit der Patienten mit dem implantierten Nagel.^{28;35}

Ein Rückgang der Werte bei den 4-Fragment-Frakturen im Verlauf lässt sich dadurch erklären, dass die Patienten zu Beginn (nach 3 Monaten) noch mit dem Ergebnis der Operation zufrieden waren. Als dann aber im weiteren Verlauf der Fortschritt besonders bei der Beweglichkeit und der Funktion weniger deutlich

wurde, stellte sich gerade bei den jüngeren Patienten eine vermehrte Unzufriedenheit ein.

Der Unterschied des UCLA- zu dem Constant-Murley-Score besteht hauptsächlich darin, dass die subjektive Einschätzung des Patienten deutlich höher gewichtet wird. Die objektivierbaren Dinge wie Bewegungsausmaß oder Kraft ergeben weniger als 1/3 der Punkte (siehe Kapitel 3.3.2). Genau umgekehrt verhält es sich bei dem Constant-Murley-Score, bei dem diese beiden Bereiche 65 % ausmachen (siehe Kapitel 3.3.1). Insofern liefern diese beiden Bewertungsschemata zusammen ein wesentlich genaueres Bild über das Ergebnis einer Behandlung, als dieses ein Score alleine könnte.

Bei der hier durchgeführten Studie korrelierten die Ergebnisse des UCLA-Score mit denen des Constant-Murley-Score. Dies zeigt, dass sowohl das objektivierbare funktionelle Ergebnis als auch die subjektive Einschätzung der Patienten in Einklang stehen. Die auch nach einem Jahr bei den meisten noch bestehenden Bewegungseinschränkungen führten nicht zu einer Unzufriedenheit über das Resultat. Dies ist ein Hinweis darauf, dass die Untersuchten die wiedererlangte Funktion und die Einsatzmöglichkeiten des betroffenen Arms im Alltag als mehr als ausreichend betrachteten.

Nachteile bei der Benutzung von Scores zu Evaluation eines postoperativen Ergebnisses sind die Untersucherabhängigkeit, und dass es sich immer nur um eine Momentaufnahme handelt. Oft werden die Gradzahlen bei den Bewegungsausmaßen nur geschätzt oder sie lassen sich nur relativ ungenau messen, was sehr schnell zu gravierenden Unterschieden im Ergebnis führen kann. Besonders bei dem Beginn einer neuen Stufe wird dies deutlich: Beim Constant-Murley-Score werden für eine Abduktion von 90° vier Punkte vergeben, ab 91° sind es schon sechs (Abb. 10). Hier kann natürlich auch eine Manipulation durch den Untersucher zugunsten eines Ergebnisses nicht ausgeschlossen werden. Ebenso ist die subjektive Einschätzung des Patienten natürlich abhängig von der jeweiligen Situation, Empathie Arzt – Patient, vermehrte Schmerzen durch z.B. Überlastung, Wetterfühligkeit, usw.

5.2 Bewegungsausmaß und Funktion

Der durchschnittliche Bewegungsradius nahm in allen Bereichen im Verlauf eines Jahres zu. Für die Innen- und Außenrotation, Adduktion sowie die Retroversion bestanden von Anfang an nur sehr geringe Defizite im Vergleich zur Gegenseite. Diese waren nach einem Jahr annähernd ausgeglichen.

Die größten Bewegungseinschränkungen nach einer proximalen Humerusfraktur treten bei der Anteversion und Abduktion auf. Auch nach Implantation des Targon PH bestanden hier die größten Schwierigkeiten. Nach der ersten Untersuchung lagen die Werte im Bereich von 50 % der gesunden Gegenseite. Im Verlauf des Jahres konnte dann jedoch ein kontinuierlicher Anstieg verzeichnet werden. Am schlechtesten war dabei die Abduktion, die nur 63,9 % der Gegenseite erreichte. Allerdings wurden deutlich mehr als 90 ° erlangt, was als ausreichendes Ergebnis gewertet wird.⁵⁵ Ebenso ist bei der Anteversion mit 116 ° ein zufrieden stellendes Resultat erreicht. Berichte über den Einsatz von Prothesen weisen in etwa gleiche Grad-Zahlen auf. Hente et al. beschreiben, dass 71% ihrer Patienten eine Abduktion über 90° erreichen.³⁴ Bei Bosch et al. zeigten sich durchschnittliche Werte von 94 ° (Frühimplantation) und 63 ° (Spätimplantation) bei der Anteversion. Die Abduktion ergab 83 ° bzw. 60 ° (Spätimplantation).⁷ Je nach Studie schwanken die Angaben von 70 ° - 130 ° für diese beiden Bewegungsrichtungen nach der Implantation von Prothesen.¹

Für die Bewegungsausmaße bei der Verwendungen von winkelstabilen Platten wurden von den Autoren^{7;9;19;59;81} bisher keine konkreten Gradzahlen veröffentlicht.

Sie geben zumeist nur den Constant-Murley-Score an, welcher nur bedingt Rückschlüsse zulässt.

Fast alle Patienten konnten die Hand des verletzten Armes bis zum Kopf heben. Damit können gerade bei den älteren Patienten die meisten Verrichtungen im täglichen Leben wie vorher ausgeführt werden. Dies wird auch dadurch bestätigt, dass nach einem Jahr 76 % der Patienten subjektiv keine Einschränkung mehr durch die Fraktur verspürten und fast 90 % ungestört schlafen konnten. Durch den

UCLA-Score, der besonders die Funktion und die subjektive Bewertung widerspiegelt, wird diese Einschätzung ebenfalls gestützt.

5.3 Komplikationen

Bei mehr als 40 Prozent aller untersuchten Patienten kam es zu Komplikationen. Besonders betroffen waren die 3- und 4- Fragmentfrakturen. Diese hatten mit 42 bzw. 54 % in ihrer jeweiligen Gruppe die höchsten Komplikationsraten. Verglichen mit alternativen osteosynthetischen Verfahren zeigt sich hier eine ähnliche Rate. Insbesondere bei der Verwendung von winkelstabilen Platten wurden Komplikationen in bis zu 76 % der Fälle beschrieben.^{6;9;34;43;49;60}

Es zeigt sich, dass viele der Komplikationen für den Patienten keine große Beeinträchtigung darstellten. Häufig handelte es sich dabei um Implantat-abhängige Komplikationen, wie das Austreten von Schrauben oder des Nagels selbst aus dem Knochen. Durch die Rigidität der winkelstabilen Konstruktion soll eine bessere Verankerung des Implantats im Knochen mit der Möglichkeit einer schnellen postoperativen Beübung erreicht werden. Eben durch diese Rigidität kann es bei Sinterungsvorgängen im osteoporotischen Knochen zu Schraubenperforationen kommen.^{40;48} Schrauben, die im glenohumeralen Bereich austreten, müssen entfernt werden, da es sonst zu einer Gelenkdestruktion kommen kann. In den hier aufgetretenen Fällen kam es zu keiner funktionellen Beeinträchtigung, was sich an den nahezu identischen Scoreergebnissen zeigt. Auch in der Literatur stellt sich bei den alternativen Verfahren der ungewollte Austritt von Schrauben als ein Hauptproblem dar. Kettler beschreibt nach der Verwendung einer winkelstabilen Platte bei einem großen Patientenkollektiv eine glenohumerale Schraubenperforation in 11 % der Fälle.^{42;43} Deutlich häufiger trat die Perforation bei einer Studie von Frankhauser auf. Er berichtete ebenfalls nach Versorgung mit winkelstabiler Platte über eine Perforationsrate von 22 %.²³ Die Häufigkeit dieses unerwünschten Ereignisses liegt bei anderen Autoren zwischen 4 und 17 %.
^{6;23;23;34;43;49;49}

Beim craniellen Austritt des Nagels aus dem Humerus kann es zum Auftreten eines Impingementsyndroms kommen, was dann eine komplette Implantatentfernung nötig macht. Während der Studie war dies bei 2 Patienten der Fall. Auch hier waren die Werte nach 12 Monaten ähnlich wie bei Patienten ohne

Komplikationen. Das Ergebnis bei der Schraubenperforation (72,7 Punkte) lag nur 1,4 Punkte unter den zuvor genannten 74,1 Punkten, das der Nagelperforation mit 75,0 Punkten sogar darüber.

Dies zeigt, dass die Perforationen zu keiner relevanten Beeinträchtigung führten. Zudem kann das Problem, wenn es die Patienten belastet, durch Entfernung des Materials behoben werden. Es bleibt die Frage, warum es zu den häufigen Perforationen kam. Eine Ursache könnten primär zu lang gewählte Schrauben sein. Durch gezielte Subtraktion einiger Millimeter von der gemessenen Länge könnte diese Komplikation reduziert werden. Ebenso sollte vermieden werden, die Gegenkortikalis im glenohumeralen Bereich zu durchbohren, wodurch eine Schwachstelle geschaffen werden kann.

Humeruskopfnekrosen traten bei 8 Patienten (17,4 %) auf, 7 davon waren partiell, eine komplett. Verglichen mit den Angaben in der Literatur sind diese 17,4 % eine durchschnittliche Rate.^{18;46;81} Besonders hoch war sie bei den schweren Frakturen vom Typ Neer IV/4, bei denen sie in 38 % (5 von 13) der Fälle auftrat. Lässt man diesen Frakturtyp außer Acht, sinkt die Rate auf 12 % (3 von 25). Bei den Patienten mit einer Humeruskopfnekrose lagen auch die Ergebnisse der beiden Scores deutlich unter denen der restlichen Patienten. Der Constant-Murley-Score betrug nach 12 Monaten mit 45,9 Punkten nur 49,5 % der Gegenseite. Damit lag er fast 13 Punkte unter dem durchschnittlichen Wert der anderen Patienten mit Komplikationen. Beim UCLA-Score war der Unterschied nicht so deutlich, doch auch hier ist der Wert (21,4 Punkte) geringer als bei den anderen Komplikationen (24,5 Punkte). Beide liegen im Bereich zufrieden stellend. Bei der Verwendung von winkelstabilen Platten findet man Nekroseraten zwischen 4 und 17%.^{6;23;34;49;60}

Es bleibt zu berücksichtigen, dass es sich dabei um eine biologische Komplikation handelt, die sich nicht auf den Nagel als ursächlichen Faktor zurückführen lässt. Die Vitalität des Kopfes hängt von der vaskulären Versorgung ab, die maßgeblich von der Anzahl der Fragmente und dem Verlauf der Frakturlinien bestimmt wird.⁷⁸ Die Nekrosen des Humeruskopfes in dieser Studie erreichten im Constant-Murley-Score ein Ergebnis von knapp 46 Punkten, im UCLA-Score ein *Zufrieden stellend*.

Ein weiteres Problem stellt die Tatsache dar, dass durch die Nekrosen ein cut out des Implantats wahrscheinlicher wird und folglich wieder ein Impingement oder eine Gelenkdestruktion möglich sind. Die schwerste Komplikation ist die komplette Humeruskopfnekrose, die eine Revision und Implantation einer Prothese nötig macht. Diese sekundäre Implantation führt aber zu deutlich schlechteren funktionellen Ergebnissen und sollte, wenn möglich, vermieden werden.^{7;8;75} Bei dem hier vorliegenden Patientengut kam es in einem Fall (2 %) zu einer kompletten Nekrose, und der Nagel musste durch eine Prothese ersetzt werden. Die Entfernung des Osteosynthesematerials ist jedoch bei der Versorgung mit einer winkelstabilen Platte deutlich häufiger nötig. Kettler et al. mussten dies bei 5% bzw. 7,5 % der Fälle durchführen.^{42;43}

Eine weitere Komplikation stellt die schwere Schultersteife dar. Darunter versteht man eine schmerzhafte Versteifung des Schultergelenks, auch frozen shoulder genannt, wobei die Beweglichkeit in allen drei Ebenen eingeschränkt ist. Sie entsteht oft durch eine Kapselretraktion als Folge einer Kapsulitis nach langdauernder (2 - 3 Wochen) Immobilisation.⁶⁷ Besonders ältere Patienten weisen hierfür eine Prädisposition auf.³²

In unserem Patientengut hatten 7 Personen (15 %) nach 6 Monaten eine therapierefraktäre Einsteifung der Schulter. Bei 3 Patienten wurde das Implantat entfernt und eine Arthrolyse durchgeführt. Die restlichen waren nicht bereit, sich weiteren Operationen zu unterziehen. Ihnen wurden weitere konservative Maßnahmen, wie Physiotherapie, zur Verbesserung der Schulterbeweglichkeit empfohlen. Aus dieser Komplikation wird die Notwendigkeit der schnellen, regelmäßigen, postoperativen Beübung zur Vermeidung einer frozen shoulder ersichtlich. Nur wenn Arzt und Patient sich konsequent daran halten, kann dieses Problem vermieden werden. In der Literatur über andere Osteosyntheseverfahren wird die frozen shoulder nicht gesondert berücksichtigt, weshalb hier kein Vergleich möglich ist.

Bei 6 Patienten (13 %) wurde im Verlauf der Untersuchungen radiologisch ein disloziertes Tuberculum majus diagnostiziert. Dieses dient den Mm. supraspinatus, infraspinatus und den teres minor als Ansatzpunkt und ist es eine sehr wichtige

Struktur für die Abduktion und Außenrotation.⁶⁴ Im Falle einer Dislokation können diese Funktionen vermindert oder sogar aufgehoben sein.

Die Tuberkel waren nach 12 Monaten zwischen 0,5 und 2 cm verschoben, was in dieser Gruppe bei den Bewegungen zu deutlichen Einschränkungen führte. Die Abduktion lag nach 1 Jahr bei 84,0 ° (50 – 110 °) und damit knapp über der Hälfte der gesunden Seite (161,7 °). Das ist mehr als 20 Grad schlechter als der gesamte Durchschnitt (104,4 °). Besser verhielt es sich bei der Anteversion: 104,0 ° (50 – 150 °) im Vergleich zu 116,5 ° aller Patienten. Die 24,0 ° (10 – 30 °) Außenrotation entsprechen 62,3 % der Gegenseite (38,3 °).

Der Constant-Murley-Score betrug nach 12 Monaten 45,6 Punkte und liegt damit auch im Bereich der Komplikationen Nekrose und Schultersteife. Das trifft genauso für den UCLA-Score mit 22,2 Punkten zu.

Bei keinem dieser Patienten wurde eine operative Revision durchgeführt.

Bei dem Einsatz von winkelstabilen Platten tritt eine Dislokation des Tuberculum majus nicht so häufig auf. Verschiedene Autoren berichten über ein Vorkommen zwischen 6 % und 9 % der Fälle.^{34;42;43;49}

Bei allen Patienten, die eine sofortige, zusätzliche Stabilisierung des Tuberculum majus mittels Zuggurtung erhalten hatten, trat keine Dislokation auf. Somit macht es Sinn, über eine routinemäßige Zuggurtung nachzudenken, um eine deutliche bessere postoperative Funktion zu erlangen.

Die Irritation des N. radialis, die zum Zeitpunkt der Untersuchung nach 3 Monaten bestand, trat nur in einem einzigen Fall auf und war nach 1 Jahr komplett regredient. Sie ist auch nicht als spezielle Komplikation dieses Verfahrens zu sehen sondern als ein allgemeines Lagerungsproblem. Hier kann durch eine sorgfältige Vorbereitung und Lagerung das Risiko minimiert werden.

Eine Patientin erlitt im postoperativen Verlauf eine nagelassoziierte Infektion, woraufhin ihr eine Humeruskopfprothese implantiert wurde. Das entspricht einer Rate von 2 %. In der Literatur finden sich für die alternativen Verfahren ähnliche

Infektionsraten. Für die winkelstabilen Platten werden Raten von 1 bis 6 % beschrieben.^{23;42;60} In einer zusammenfassenden Studie von Mirsa et al. wurden verschiedene Verfahren (konservativ, interne Fixation und Prothese) ausgewertet. Dort traten Infektionen in 10 bis 13 Prozent auf.⁵⁵ Für Marknägel liegt die Infektionsrate in den bisher veröffentlichten Studien zwischen 0 und 5 %.^{5;52}

Bei der Gewichtung der Komplikationen muss beachtet werden, dass es sich um eine neues Verfahren handelt. Ohne Zweifel findet sich auch hierbei eine Lernkurve. Sie besagt, dass jedes neue Verfahren bzw. die Op-Technik erst erlernt werden muss. Je häufiger sie praktiziert wird, umso weniger Probleme / Komplikationen treten im Laufe der Zeit auf. Es ist somit anzunehmen, dass sich die Komplikationsrate noch weiter reduzieren wird.^{23;25;34;49}

6 Zusammenfassung

Die Versorgung der proximalen Humerusfrakturen stellt auch heute noch ein Problem dar. Sowohl bei den operativen als auch den konservativen Therapieverfahren werden häufig nur unzufriedenstellende Ergebnisse erzielt. Ein neues Konzept für die osteosynthetische Versorgung dieser Bruchformen ist die Marknagelung. Einer dieser neu entwickelten Marknägel ist der Targon PH. Die Frage dabei ist, ob durch das Prinzip der Winkelstabilität bei gleichzeitigem geringerem Operationstrauma ein Vorteil entsteht.

Im Rahmen einer prospektiven Studie wurde der Einsatz des Targon PH bei einer großen Bandbreite an Frakturen hinsichtlich der funktionellen und radiologischen Ergebnisse evaluiert.

Es zeigte sich, dass der Targon PH als eine gute Alternative zu bestehenden Verfahren bei Frakturen des proximalen Humerus zu sehen ist. Durch diesen antegraden Nagel können die einzelnen Fragmente winkel- und rotationsstabil fixiert werden. Hierdurch kann eine frühe physiotherapeutische Mobilisierung bei Übungsstabilität durchgeführt werden.

Erreicht wurden nicht nur gute Ergebnisse in Funktionalität und Bewegungsausmaß sondern auch eine große Zufriedenheit der Patienten. Gerade im Vergleich mit der häufig angewandten Plattenosteosynthese oder der Implantation einer Prothese zeichnete sich der Nagel durch den Vorteil aus, in einem minimalinvasiven Verfahren eingebracht werden zu können. Die ansonsten nötige, große Weichteilschädigung wurde hierbei limitiert.

Bei der prospektiven Studie wurden alle Frakturtypen eingeschlossen. Über den Verlauf von einem Jahr hat sich dabei eine stetige Verbesserung der Funktion bis zu einem guten Ergebnis bei den Typen Neer III und IV/3 gezeigt. Lediglich bei den 4-Fragmentfrakturen ist ein nur bedingt zufrieden stellendes Ergebnis erreicht worden. Die Funktion, Beweglichkeit und Zufriedenheit liegen deutlich hinter denen der restlichen Frakturtypen zurück. Dennoch kann der Targon PH auch hier eine Möglichkeit sein, die ansonsten empfohlene Prothese zu vermeiden. Der

entscheidende Vorteil ist die deutlich kürzere Operationszeit, wovon gerade ältere Patienten und diejenigen mit schwerer Komorbidität profitieren.

Problematisch war das Auftreten von Komplikationen wie die Perforationen von Osteosynthesematerial. Diese lassen sich schnell und unkompliziert beheben, jedoch bedeutet dies einen erneuten Eingriff mit den üblichen Risiken. Durch eine noch sorgfältigere Planung, insbesondere die Verwendung von kürzeren Schrauben, und eine vorsichtigeren Operationstechnik kann hier eine Reduktion erzielt werden. Des weitern traten Humerkopfnekrosen, therapierefraktäre Einsteifungen der Schulter, Dislokationen des Tuberculum majus und Infektionen in ähnlichen Häufigkeiten wie bei anderen Verfahren auf.

Als weitere Empfehlung sollte aufgrund der Studie die routinemäßige Zuggurtung des Tuberculum majus durchgeführt werden. Diese ergibt eine höhere Stabilität und kann das Auftreten einer weiteren Komplikation, der Dislokation, mit nachfolgender Reduktion der Beweglichkeit verringern.

Insgesamt ergab sich für den Targon PH ein zufrieden stellendes Ergebnis. Überlegen jedoch ist er den anderen Standardverfahren, insbesondere der winkelstabilen Platte nicht. Sein Vorteil dagegen bleibt die Tatsache, dass es sich bei der Operation um ein minimalinvasives Verfahren handelt.

7 Literaturverzeichnis

1. Adams JE, Sperling JW, Schleck CD, Harmsen WS, and Cofield RH. Outcomes of shoulder arthroplasty in Olmsted County, Minnesota: a population-based study. *Clin Orthop Relat Res.* 2007;455:176-82.
2. AO Publishing. Müller AO Classification of Fractures, Long Bones. 2006.
Ref Type: Slide
3. Bächli H, Tingart M, Bouillon B, and Tiling T. Surgical treatment of proximal humeral fractures. Is the T-plate still adequate osteosynthesis procedure? *Zentralbl Chir.* 2001;126:211-6.
4. Becker R, Pap G, Machner A, and Neumann WH. Strength and motion after hemiarthroplasty in displaced four-fragment fracture of the proximal humerus: 27 patients followed for 1-6 years. *Acta Orthop Scand* 2002;73:44-9.
5. Beickert R., Trapp O.M., and Bühren V. Versorgung instabiler proximaler Humerusfrakturen. *Trauma und Berufskrankheit* 2007; 9:S54-S60.
6. Björkenheim JM, Pajarinen J, and Savolainen V. Internal fixation of proximal humeral fractures with a locking compression plate: a retrospective evaluation of 72 patients followed for a minimum of 1 year. *Acta Orthop Scand* 2004;75:741-5.
7. Bosch U, Fremerey RW, Skutek M, Lobenhoffer P, and Tschernke H. Die Hemiarthroplastik - Primär- oder Sekundärmaßnahmen für 3- und 4-Fragmentfrakturen des proximalen Humerus beim älteren Menschen? *Unfallchirurg* 1996;99:656-64.

8. Bosch U, Skutek M, Fremerey RW, and Tscherne H. Outcome after primary and secondary hemiarthroplasty in elderly patients with fractures of the proximal humerus. *J Shoulder Elbow Surg.* 1998;7:479-84.
9. Cazeneuve JF and Cristofari DJ. Grammont reversed prosthesis for acute complex fracture of the proximal humerus in an elderly population with 5 to 12 years follow-up. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.* 2006;92:543-8.
10. Chudik SC, Weinhold P, and Dahners LE. Fixed-angle plate fixation in simulated fractures of the proximal humerus: a biomechanical study of a new device. *J Shoulder Elbow Surg.* 2003;12:578-88.
11. Classen M, Diehl V, Kochsiek K. *Innere Medizin.* 4 ed. 1998:118-118.
12. Codman EA. Rupture of the supraspinatus tendon. *Clin Orthop.* 1990;254:3-26.
13. Cofield RH. Comminuted fractures of the proximal humerus. *Clin Orthop.* 1988;230:49-57.
14. Constant CR. Assessment of shoulder function. *Orthopäde* 1991;20:289-94.
15. Constant CR and Murley AH. A clinical method of functional assessment of the shoulder. *Clin Orthop Relat Res* 1987;214:160-4.
16. Cornell CN, Levine D, and Pagnani MJ. Internal fixation of proximal humerus fractures using the screw-tension band technique. *J Orthop Trauma.* 1994;8:23-7.
17. Damanakis K, Schaal O, Mann J, and Müller KH. Ein modifiziertes Behandlungskonzept bei Humeruskopffrakturen des älteren Menschen. *Unfallchirurg* 1996;99:561-8.
18. Darder A, Darder A Jr, Sanchis V, Gastaldi E, and Gomar F. Four-part displaced proximal humeral fractures: operative treatment using Kirschner wires and a tension band. *J Orthop Trauma.* 1993;7:497-505.

19. Dimakopoulos P, Potamitis N, and Lambiris E. Hemiarthroplasty in the treatment of comminuted intraarticular fractures of the proximal humerus. *Clin Orthop*. 1997;341:7-11.
20. Dines JS, Fealy S, Strauss EJ, Allen A, Craig EV, Warren RF, and Dines DM. Outcomes analysis of revision total shoulder replacement. *J Bone Joint Surg Am* 88(7), 1494-1500. 2006.
Ref Type: Magazine Article
21. Ellmann H, Hanker G, and Bayer M. Repair of the rotator cuff. Endresult study of factors influencing reconstruction. *J Bone Joint Surg*. 1986;68A:1135-44.
22. Esser RD. Open reduction and internal fixation of three- and four-part fractures of the proximal humerus. *Clin Orthop*. 1994;229:244-51.
23. Fankhauser F, Boldin C, Schippinger G, Haunschmid C, and Szyszkowitz R. A new locking plate for unstable fractures of the proximal humerus. *Clin Orthop Relat Res*. 2005;430:176-81.
24. Fleischmann W and Kinzl L. Philosophy of osteosynthesis in shoulder fractures. *Orthopedics* 1993;16:59-63.
25. Fuchs M, Losch A, and Sturmer KM. The cannulated blade plate 90 degrees for displaced proximal humeral fractures in elderly patients. *Zentralbl Chir*. 2003;128:22-7.
26. Gautier E, Slongo T, and Jakob RP. Die Behandlung der supkapitlen Humerusfraktur mit dem Prévot-Nagel. *Z Unfallchir Versicherungs.med*. 1992;85:1445-155.
27. Gerber C, Hersche O, and Berberat C. The clinical relevance of posttraumatic avascular necrosis of the humeral head. *J Shoulder Elbow Surg*. 1998;7:586-90.
28. Gierer P, Simon C, Gradl G, Ewert A, Vasarhelyi A, Beck M, and Mittlmeier T. Complex proximal humerus fractures--management with a humeral head prosthesis? Clinical and radiological results of a prospective study. *Orthopade* 35(8), 834-840. 2006.

29. Gristina AG, Romano RL, Kammire GC, and Webb LX. Total shoulder replacement. *Orthop Clin North Am.* 1987;18:445-53.
30. Habermeyer P. Die Humeruskopffraktur. *Unfallchirurg* 1997;100:820-37.
31. Habermeyer P, Brunner U. Humeruskopffraktur. *Schulterchirurgie.* 3 ed. Urban & Fischer, 2002:403-36.
32. Habermeyer P, Magosch P. Frozen Shoulder. *Schulterchirurgie.* 3 ed. Urban & Fischer, 2002:155-7.
33. Habermeyer P and Schweiberer L. Oberarmkopffraktur. Konservative und operative Differentialtherapie. *Unfallchirurg* 1991;94:438-46.
34. Hente R, Kampshoff J, Kinner B, Fuchtmeier B, and Nerlich M. Die Versorgung dislozierter 3- und 4-Fragmentfrakturen des proximalen Humerus mit einem winkelstabilen Plattenfixateur. *Unfallchirurg* 2004;107:769-82.
35. Hessmann MH, Gotzen L, Gehling H, Baumgaertel F, and Klingelhoefter I. Operative treatment of displaced proximal humeral fractures: two-year results in 99 cases. *Acta Chir Belg.* 1998;98:212-9.
36. Hessmann MH, Hansen WS, Krummenauer F, Pol TF, and Rommens M. Locked plate fixation and intramedullary nailing for proximal humerus fractures: a biomechanical evaluation. *J Trauma* 2005;58:1194-201.
37. Hessmann MH, Sternstein W, Blum J., Krummenauer F, and Rommens PM. Die winkelstabile Plattenosteosynthese am proximalen Humerus. *Akt. Traumatol* 2003;33:2-6.
38. Hoellen IP, Bauer G, and Holbein O. Der prothetische Humeruskopfersatz bei dislozierten Humerusmehrfragmentfrakturen des alten Menschen - Eine Alternative zur Minimalosteosynthese? *Zentralbl Chir.* 1997;122:994-1001.

39. Hoffmann R, Khodadadyan C, Raschke M, Melcher I, and Maitino PD. Retrograde intramedullary nailing in proximal fracture of the humerus in the elderly patient. Results of a minimally invasive management concept. *Zentralbl Chir.* 1998;123:1232-8.
40. Hoffmeyer P. The operative management of displaced fractures of the proximal humerus. *J Bone Joint Surg Br* 2002;84:469-80.
41. Kasperczyk WJ, Engel M, and Tscherne H. Die 4-Fragment-fraktur des proximalen Oberarmes. *Unfallchirurg* 1993;96:422-6.
42. Kettler M, Biberthaler P, Braunstein V, Zeiler C, Kroetz M, and Mutschler W. Die winkelstabile Osteosynthese am proximalen Humerus mit der PHILOS-Platte: Darstellung von 225 dislozierten Frakturen. *Unfallchirurg* 2006;109:1032-40.
43. Kettler M, Braunstein V, Biberthaler P, Krammer M, and Mutschler W. Komplikationen winkelstabiler Plattenosteosynthesen am Humeruskopf. *Trauma Berufskrankh* 2007;9:48-53.
44. Ko JY and Yamamoto R. Surgical treatment of complex fracture of the proximal humerus. *Clin Orthop.* 1996;327:225-37.
45. Kollig E, Kutscha-Lissberg F, Roetman B, Dielenschneider D, and Muhr G. Komplexe Brüche des Oberarmkopfes: welche Langzeitergebnisse sind zu erwarten? *Zentralbl Chir.* 2003;128:111-8.
46. Kuner EH and Siebler G. Luxationsfrakturen des proximalen Humerus - Ergebnisse nach operativer Behandlung. Eine AO-Studie über 167 Fälle. *Unfallchirurg* 1987;13:64-71.
47. Lill H, Bewer A, Korner J et al. Konservative Therapie dislozierter proximaler Humerusfrakturen. *Zentralbl Chir.* 2001;126:205-10.
48. Lill H, Hepp P, Korner J et al. Proximal humeral fractures: how stiff should an implant be? A comparative mechanical study with new implants in human specimens. *Arch Orthop Trauma Surg* 2003;123:74-81.

49. Lill H, Hepp P, Rose T, König K, and Josten C. The angle stable locking-proximal-humerus-plate (LPHP) for proximal humeral fractures using a small anterior-lateral-deltoid-splitting-approach - technique and first results. *Zentralbl Chir.* 2004;129:43-8.
50. Lill H and Josten C. Proximal and distal humerus fractures in advanced age. *Orthopäde* 2000;29:327-41.
51. Lin J, Hou SM, and Hang YS. Locked nailing for displaced surgical neck fractures of the humerus. *J Trauma* 1998;45:1051-7.
52. Mathews J and Lobenhoffer P. Ergebnisse der Versorgung instabiler Oberarmkopffrakturen bei geriatrischen Patienten mit einem neuen winkelstabilen antegraden Marknagel. *Unfallchirurg* 2004;107:372-80.
53. Mehlhorn AT, Schmal H, and Sudkamp NP. Clinical evaluation of a new custom offset shoulder prosthesis for treatment of complex fractures of the proximal humerus. *Acta Orthop Belg.* 2006;72:387-94.
54. Mills HJ and Horne G. Fractures of the proximal humerus in adults. *J Trauma* 1985;25:801-5.
55. Misra A, Kapur R, and Maffulli N. Complex proximal humeral fractures in adults--a systematic review of management. *Injury* 2001;32:363-72.
56. Neer CS. Four-segment classification of proximal humeral fractures: purpose and reliable use. *J Shoulder Elbow Surg.* 2002;11:389-400.
57. Neer CS 2nd. Displaced proximal humeral fractures. I. Classification and evaluation. *J Bone Joint Surg Am* 1970;52-A:1077-89.
58. Neer CS 2nd. Displaced proximal humeral fractures. II. Treatment of three-part and four-part displacement. *J Bone Joint Surg Am* 1970;52-A:1090-103.
59. Neumann K, Muhr G, and Breitfuss H. Primärer Koppersatz der dislozierten Oberarmkopffraktur. Indikation, Technik, Ergebnisse. *Orthopäde* 1992;21:140-7.

60. Plecko M and Kraus A. Internal fixation of proximal humerus fractures using the locking proximal humerus plate. *Oper Orthop Traumatol.* 17(1), 25-50. 2005.
Ref Type: Magazine Article
61. Robinson CM, Page RS, Hill RM, Sanders DL, Court-Brown CM, and Wakefield AE. Primary hemiarthroplasty for treatment of proximal humeral fractures. *J Bone Joint Surg Am* 2006;85-A:1215-23.
62. Sarkar MR, Hoellen IP, and Kinzl L. Frakturen der oberen Extremität beim alten Menschen. *Z Orthop* 1999;137:486-91.
63. Schai P, Imhoff A, and Preiss S. Comminuted humeral head fractures: a multicenter analysis. *J Shoulder Elbow Surg.* 1995;4:319-30.
64. Schiebler T, Schmidt W, Zilles K. *Schultergürtel und obere Extremität. Anatomie.* 7 ed. Springer - Verlag, 1997:263-318.
65. Siebenrock KA and Gerber C. Frakturklassifikation und Problematik bei proximalen Humerusfrakturen. *Orthopäde* 1992;21:98-105.
66. Siebler G and Kuner EH. Spätergebnisse nach operativer Behandlung proximaler Humerusfrakturen bei Erwachsenen. *Unfallchirurg* 1985;11:119-27.
67. Siewert R. *Verletzungen der Schulter. Chirurgie.* 7 ed. Springer - Verlag, 2001:831-9.
68. Skutek M, Fremerey RW, and Bosch U. Level of physical activity in elderly patients after hemiarthroplasty for three- and four-part fractures of the proximal humerus. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2006;117:252-5.
69. Sonderegger J and Simmen HP. Epidemiologie, Behandlung und Ergebnisse von proximalen Humerusfrakturen. Erfahrungen eines Regionalspitals in einer Sport- und Tourismusregion. *Zentralbl Chir.* 2003;128:119-24.

70. Stedtfeld HW, Attmanspacher W, Thaler K, and Frosch B. Fixation von Humeruskopffrakturen mit anterograder Marknagelung. *Zentralbl Chir.* 2003;128:6-11.
71. Szyszkowitz R and Schippinger G. Fractures of the proximal humerus. *Unfallchirurg* 1999;102:422-8.
72. Szyszkowitz R, Seggl W, Schleifer P, and Cundy PJ. Proximal humeral fractures. Management techniques and expected results. *Clin Orthop.* 1993;292:13-25.
73. Tanner MW and Cofield RH. Prosthetic arthroplasty for fractures and fracture-dislocations of the proximal humerus. *Clin Orthop.* 1983;179:116-28.
74. Tingart M, Balthis H, Bouillon B, and Tiling T. The displaced proximal humeral fracture: is there evidence for therapeutic concepts? *Chirurg* 2001;72:1284-91.
75. Trupka A., Wiedemann E, Ruchholtz S., Brunner U., Habermeyer P, and Schweiberer L. Dislozierte Mehrfragmentfrakturen des Humeruskopfes. Bedeutet die Luxation des Kopffragments eine Prognoseverschlechterung? *Unfallchirurg* 1997;100:105-10.
76. Weber E and Matter P. Operative Behandlung proximaler Humerusfrakturen - Internationale Multizenterstudie. *Swiss Surg.* 1998;4:95-100.
77. Wiedemann E and Schweiberer L. Die geschlossene Behandlung bei Humeruskopffrakturen. Indikation, Technik, Grenzen. *Orthopäde* 1992;21:105-14.
78. Wiedmann E. Verletzungen der Schulter. In: Wirth CJ, Mutschler W, eds. *Praxis der Orthopädie und Unfallchirurgie.* 1 ed. 2007:817-32.
79. Williams GR Jr and Wong KL. Two-part and three-part fractures: open reduction and internal fixation versus closed reduction and percutaneous pinning. *Orthop Clin North Am.* 2000;31:1-21.
80. Zifko B, Poigenfurst J, and Pezzei C. Intramedullary nailing of unstable proximal humeral fractures. *Orthopäde* 1992;21:115-20.

81. Zyto K, Ahrengart L, Sperber A, and Tornkvist H. Treatment of displaced proximal humeral fractures in elderly patients. *J Bone Joint Surg Br.* 1997;79:412-7.

Danksagung

Für die Überlassung des Themas gilt Herrn Professor Dr. med. T. Mittelmeier mein Dank.

Herrn PD Dr. med. Gradl gilt mein ganz besonderer Dank für seine Hilfe und Unterstützung bei der Durchführung der Arbeit.

Meinen Eltern Monika und Lothar möchte ich meinen aufrichtigen Dank für die Ermöglichung des Studiums aussprechen. Ebenso danke ich ihnen für die unermüdliche Hilfe während der Anfertigung dieser Arbeit und die zahlreichen Korrekturen.

Lebenslauf

Persönliche Informationen

Name: Tillmann Börsch
Geburtstag und –ort: 11.03.1976, Lindenberg im Allgäu
Familienstand: ledig
Nationalität: deutsch

Schulbildung:

09/1982 – 07/1986 Grundschule Scheidegg
09/1986 – 02/1993 Gymnasium Lindenberg
02/1993 – 07/1996 Gymnasium Hohenschwangau
06/1996 Abitur

Zivildienst

09/1996 – 09/1997 Sozialstation Lindenberg

Arbeit als Zimmermannsgehilfe zur Überbrückung der Wartezeit auf einen Studienplatz

09/1997 – 09/1998

Studium

09/1998 - 11/2004 Universität Rostock

Beruf

Seit 03/2005 Assistenzarzt in der Chirurgie im Kreiskrankenhaus Lörrach

Selbständigkeitserklärung

Ich erkläre, dass ich die eingereichte Dissertation selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und die den benutzten Werken wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.