

**Aus der Abteilung für Unfall-
und Wiederherstellungschirurgie
Direktor: Prof. Dr. med. Thomas Mittlmeier**

**Die Langzeitergebnisse nach konservativer
Therapie
proximaler Humerusfrakturen im Vergleich
mit den Ergebnissen nach Implantation eines
winkelstabilen proximalen Humerusnagel
„Targon PH“**

Inauguraldissertation

zur

Erlangung des akademischen Grades

Doktor der Medizin

der Medizinischen Fakultät

der Universität Rostock

vorgelegt von

Daniel Brandt

aus Neukloster in Mecklenburg

Rostock, 2011

Dekan: Prof. Dr. med. Emil Reisinger

1. Gutachter: Prof. Dr. med. Georg Gradl
Chirurgische Universitätsklinik Rostock
Abteilung für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie
Schillingallee 35
18057 Rostock

2. Gutachter: Prof. Dr. med. Tobias Vogel
St. Josef-Hospital
Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie
Gudrunstraße 56
44781 Bochum

3. Gutachter: Prof. Dr. med. Johannes Rueger
Universitätsklinik Hamburg Eppendorf
Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie
Martinstraße 52
20246 Hamburg

Datum der Einreichung: 18.01.2012

Datum der öffentlichen Verteidigung: 17.12.2012

Ich möchte diese Arbeit meiner lieben Ehefrau Silke und unseren beiden Kindern Helena und Hugo widmen.

Sie mussten bedingt durch Studium, Beruf und darüber hinaus noch der Arbeit an dieser Dissertation über Jahre ungezählte Stunden auf Ehemann und Vater verzichten.

Durch ihre Geduld und ihr wohlwollendes Verständnis haben alle drei einen maßgeblichen Anteil am Erfolg der vorliegenden Studie.

1. Thesen	1
2. Einleitung	3
2.1 Epidemiologie	3
2.2 Frakturmechanismus, Begleitverletzungen und Komplikationen	4
2.3 Diagnostik	8
2.4 Klassifikationen	10
2.4.1 Erste Klassifikationen	10
2.4.2 Codman-Klassifikation	11
2.4.3 Neer-Klassifikation	11
2.4.4 AO-Klassifikation	12
2.5 Therapie	14
2.5.1 Konservative Verfahren	14
2.5.1.1 Oberarmhängegips nach Poelchen	14
2.5.1.2 Desaultverband und Gilchristverband	15
2.5.2 Operative Verfahren	17
2.5.2.1 Andere operative Verfahren	17
2.5.2.2 Proximaler Humerusnagel „Targon PH“ der Firma Aesculap	18
3. Fragestellung	24
4. Material und Methoden	26
4.1 Konservative Therapie	26
4.2 Operative Therapie winkelstabiler Humerusverriegelungsnagel „Targon PH“	27
4.3 Patientenrekrutierung	27
4.4 Funktionelle Untersuchungen	28
4.4.1 Beurteilung der Schulterfunktion anhand des Score nach Constant und Murley (Constant Score, CS)	28
4.4.2 Weitere Untersuchungen zur Beurteilung der Schulterfunktion	29
4.5 Radiologische Untersuchung	30
4.6 Datenanalyse	30
5. Ergebnisse	32
5.1 Konservativ versorgte Patienten	32
5.2 Operativ mit proximalem Humerusnagel „Targon PH“ versorgte Patienten	33
5.3 Einzelergebnisse der Therapieformen in der Gruppe der konservativen Therapie	33
5.4 Matched-pair-Analyse der funktionellen Ergebnisse der konservativen Therapie vs. „Targon PH“	34
5.5 Vergleichende Statistik der funktionellen Ergebnisse	41
5.6 Röntgenanatomie nach Frakturheilung	42
5.7 Funktionelle Ergebnisse in Korrelation zur Röntgenanatomie nach Frakturheilung	43
5.8 Komplikationen	48

5.9 Zusätzliche Parameter in der Gruppe der konservativen Therapie	49
6. Diskussion	51
6.1 Epidemiologie	51
6.2 Konservative Therapie	52
6.3 Vergleichende Statistik der funktionellen Ergebnisse	54
6.4 Komplikationen und Röntgenanatomie nach Frakturheilung	58
7. Schlussfolgerung	61
8. Literaturverzeichnis	63
9. Anhang	68
9.1 Die Parameter des Score nach Constant und Murley	68
9.1.1 Schmerzen	68
9.1.2 Kraft	68
9.1.3 Alltagstauglichkeit / Aktivität im täglichen Leben	69
9.1.4 Bewegungsumfang	70
Danksagung	72
Lebenslauf	73
Selbstständigkeitserklärung	74

1. Thesen

1. Die Frakturen am proximalen Ende des Humerus zählen zu den häufigsten Extremitätenfrakturen des Menschen und haben neben der gesundheitsökonomischen Bedeutung vor allem eine große Bedeutung für die Lebensqualität des Betroffenen.
2. Bis vor wenigen Jahren war die proximale Humerusfraktur in erster Linie eine Domäne der konservativen chirurgischen Therapie.
3. Für das funktionelle Ergebnis der Frakturheilung ist die Komplexität der Fraktur von wesentlicher Bedeutung.
4. Die Funktion des Schultergelenkes lässt sich mit Hilfe des Scores nach Constant und Murley beschreiben.
5. Die konservativen Therapieverfahren bei Frakturen des proximalen Humerus führen in einem hohen Prozentsatz zu einer Frakturheilung in anatomisch nicht korrekter Stellung. Es führen Dislokationen des Tub. majus und Valgusdislokationen.
6. Seit einigen Jahren werden in der operativen Therapie von Frakturen am proximalen Ende des Humerus vorwiegend winkelstabile extra- oder intramedulläre Kraftträger verwandt.
7. Ein häufig verwandter, den Anforderungen an metaphysäre Frakturen angepasster, proximaler Humerusnagel ist der „Targon PH“ der Firma „Aesculap“.
8. Durch das Einbringen eines proximalen Humerusnagels werden meist anatomisch gerechte Fragmentstellungen erreicht.
9. Die Implantation proximaler Humerusnägels bedingt einen zusätzlichen Weichteilschaden, da die Rotatorenmanschette als Zugangsweg gespalten werden muss.
10. Wenn der Humeruskopf, frakturbedingt oder akzidentell im Rahmen der Reposition und der Fixation, ganz oder teilweise von der Blutversorgung abgeschnitten wird, drohen partielle oder totale Humeruskopfnekrosen.
11. Nach Stabilisierung am proximalen Humerus, zum Beispiel mittels „Targon PH“, ist bei einem großen Anteil von Patienten, aufgrund von Komplikationen wie Schraubenperforationen, ein operativer Zweiteingriff erforderlich.

12. Ein Nachteil der konservativen Behandlungsformen ist, dass temporär die Extremität immobilisiert ist.
13. Die Nachbehandlung von proximalen Humerusfrakturen mittels frühfunktioneller Physiotherapie hat einen positiven Einfluss auf die spätere Funktion der frakturierten Schulter.
14. Die frühfunktionelle Therapie ohne operative Stabilisierung ist für den Patienten aufwändig und sehr schmerzhaft.
15. Trotz anatomisch nicht korrekter Stellung der Fragmente nach konservativer Therapie proximaler Humerusfrakturen, sind die funktionellen Ergebnisse dieser Therapieform vergleichbar mit denen nach proximaler Humerusnagelung.
16. Die konservative Therapie der proximalen Humerusfraktur ist komplikationsarm, führt meist zu knöcherner Konsolidierung in Fehlstellung und ist funktionell dem operativen Verfahren mit Marknagel ebenbürtig.

2. Einleitung

2.1 Epidemiologie

Die proximale Humerusfraktur ist nach der Schenkelhalsfraktur und der distalen Radiusfraktur die dritthäufigste Extremitätenfraktur des adulten Menschen.

(1. Damanakis et al., 1996)

Die Inzidenz der Frakturen am proximalen Ende des Humerus wurde in unabhängigen Studien mit etwa 104 und 105 pro 100 000 Einwohner angegeben.

(5. Horak & Nielsson, 1975) (6. Rose et al., 1982)

Lind, Kroner und Jensen fanden heraus, dass ca. 75 % aller Patienten mit proximaler Humerusfraktur älter als 60 Jahre und ebenfalls etwa 75 % Frauen sind. Außerdem werde die Inzidenz der proximalen Humerusfraktur aufgrund der steigenden Lebenserwartung noch stetig zunehmen. (7. Lind et al., 1989)

Zwar gibt es im Vergleich zur Schenkelhalsfraktur weniger statistische Daten zu den Frakturen der oberen Extremität im Alter, jedoch ist unbestritten, dass sich auch auf diesem Gebiet die steigende Lebenserwartung auswirkt. So fanden auch Sarker et al. heraus, dass eine absolute Zunahme proximaler Humerusfrakturen mit der Anzahl an Lebensjahren korreliert. Begünstigt werden sie durch eine nachlassende Sehfähigkeit, eine zunehmende Gangunsicherheit durch geminderte Nervenfunktion, Kreislaufregulationsstörungen und Osteoporose. Polytraumata und Rasantraumata stellen bei älteren Menschen die Ausnahme dar, es führen sturzbedingte

geschlossene metaphysäre Frakturen. Stürze auf den ausgestreckten Arm oder direkt auf die laterale Schulterregion. Besonders vorbestehende Defizite wie Arthrose und neurologische Probleme, Degeneration der Rotatorenmanschette sowie Bewegungsmangel erschweren dann eine optimale Heilung. (23. Sarkar et al., 1999)

Die Dominanz des weiblichen Geschlechtes ist auch laut Rees et al. durch die in dieser Gruppe höhere Rate an Osteoporose bedingt. Sie fanden ein Verhältnis Frauen zu Männer von 2 zu 1. (8. Rees et al., 1998)

Nach dem 50. Lebensjahr kommt es zu einem deutlichen Anstieg der Häufigkeit von proximalen Humerusfrakturen. Betrachtet man nur diesen Altersabschnitt, sind sogar 80 % der Betroffenen Frauen.

(9. Kutschka-Lissberg et al., 2000) (10. Lee et al., 2002)

2.2 Frakturmechanismus, Begleitverletzungen und Komplikationen

Bei den proximalen Humerusfrakturen kann man hinsichtlich der sie verursachten Krafteinwirkung in Kompressionsbrüche, Scheerbrüche und Biegungsbrüche unterscheiden. (11. Habermeyer & Schweiberer, 1991)

Kompressionsbrüche entstehen als direktes Trauma gegen den Oberarmkopf bei fixierter Scapula. Abrissfrakturen des Tuberculum majus und minus, als Begleitverletzung bei der vorderen bzw. hinteren Luxation, stellen typische Scheerbrüche dar. Der Zug der Innenrotatoren (Mm. pectoralis major, latissimus dorsi und teres major) beim Fall auf den ausgestreckten Arm führt zu einem Biegungsbruch im chirurgischen Hals.

Während bei einem alten Menschen ein einfacher Sturz bereits eine Fraktur auszulösen vermag, sind beim jungen Menschen erheblichere Traumata notwendig. (12. Habermeyer, 1997)

Eine mögliche Komplikation ist die Einklemmung der langen Bicepssehne im Frakturspalt, wo sie eine geschlossene Reposition verhindert.

Proximale Humerusfrakturen können zu einer Beeinträchtigung der Blutversorgung führen. Das proximale Humerusende wird über 5, durch Anastomosen verbundene arterielle Gefäße versorgt, die aus den beiden Aa. circumflexae humeri entspringen. Gefäßschäden sind nicht selten. So zum Beispiel arterielle Ausrisse oder Intimaläsionen der A. axillaris oder auch der Abgänge der Aa. circumflexae humeri anterior und posterior. (12. Habermeyer, 1997)

Das Caput humeri wird in 4 Gefäßversorgungsbezirke aufgeteilt: Kopfkalotte, Tuberculum majus, Tuberculum minus und mediales Collumsegment. Die besonders gefährdete Versorgung der Kopfkalotte wird durch 2 Gefäße gewährleistet. Der anterolaterale Ast der A. circumflexa humeri anterior in Form der A. arcuata und periostale Gefäßzuflüsse aus der A. circumflexa anterior und posterior, die am anatomischen Hals medio-dorsal in die Knochenkanälchen eintreten. Bei den häufigeren Frakturen des chirurgischen Halses sind die letzteren nicht gefährdet, im Gegensatz zu den Frakturen des anatomischen Halses. Wenn auch noch das Periost und die Kapselverbindungen am anatomischen Hals durch Lateralisation der Kalotte abgerissen sind, ist diese letzte Versorgungsmöglichkeit der Kopfkalotte unterbrochen und es kann nur noch die A. arcuata den Kopf perfundieren. Die A. arcuata ist besonders gefährdet durch unsachgemäße Weichteildurchtrennung im Bereich des Sulcus intertubercularis und bei Frakturen des anatomischen Halses, weil sie dort in den Kopf eintritt, insbesondere wenn dabei auch noch das Tuberculum minus mit abgerissen ist.

Aus Störungen in der Perfusion kann eine Humeruskopfnekrose resultieren.

Weitere Begleitverletzungen sind Schäden des N. axillaris, N. suprascapularis und seltener des N. musculocutaneus.

Selten sind Knorpelschäden, da das Schultergelenk keinen statischen Belastungen ausgesetzt ist. (12. Habermeyer, 1997)

Zwischen 15 und 40 % der Frakturen sind disloziert. (3. Trupka et al., 1997)

Bestimmte Frakturtypen bzw. der Abriss bestimmter Fragmente führen oftmals zu ganz typischen Dislokationen. Ursächlich dafür ist der Muskelzug an den einzelnen Fragmenten. Bei der dislozierten Collum-chirurgicum-Fraktur verschiebt sich der Humerusschaft durch den Zug des M. pectoralis major nach ventromedial. Das Kopffragment verbleibt aufgrund der unversehrten Tubercula und der damit intakten Rotatorenmanschette in einer neutralen Stellung ohne Rotationsfehlstellung.

Reißt das Tuberculum majus aus (Abbildung 1b), disloziert es durch den Zug der Mm. supraspinatus, infraspinatus und teres minor nach cranial unter das Acromion und im Sinne der Außenrotation auch nach dorsal. Oft besteht die Fehlstellung weiter nach dorsal als nach cranial. Es besteht klinisch eine Abduktions- und Außenrotationsblockade. Zwangsläufig reißt dabei die Rotatorenmanschette im so genannten Rotatorenintervall zwischen M. supraspinatus und M. subscapularis ein. Eine Sonderform ist die knöcherne Ausrissverletzung der Supraspinatussehne mit nur geringer Fragmentbildung. Hierbei reicht schon eine geringe Dislokation von 5 mm aus, damit es zu einer Pseudarthrosenbildung des Knochenrestes kommt, welcher über dem Knorpelüberzug der Kalotte zu liegen kommt. Resultat ist dann ein Funktionsverlust der Supraspinatussehne.

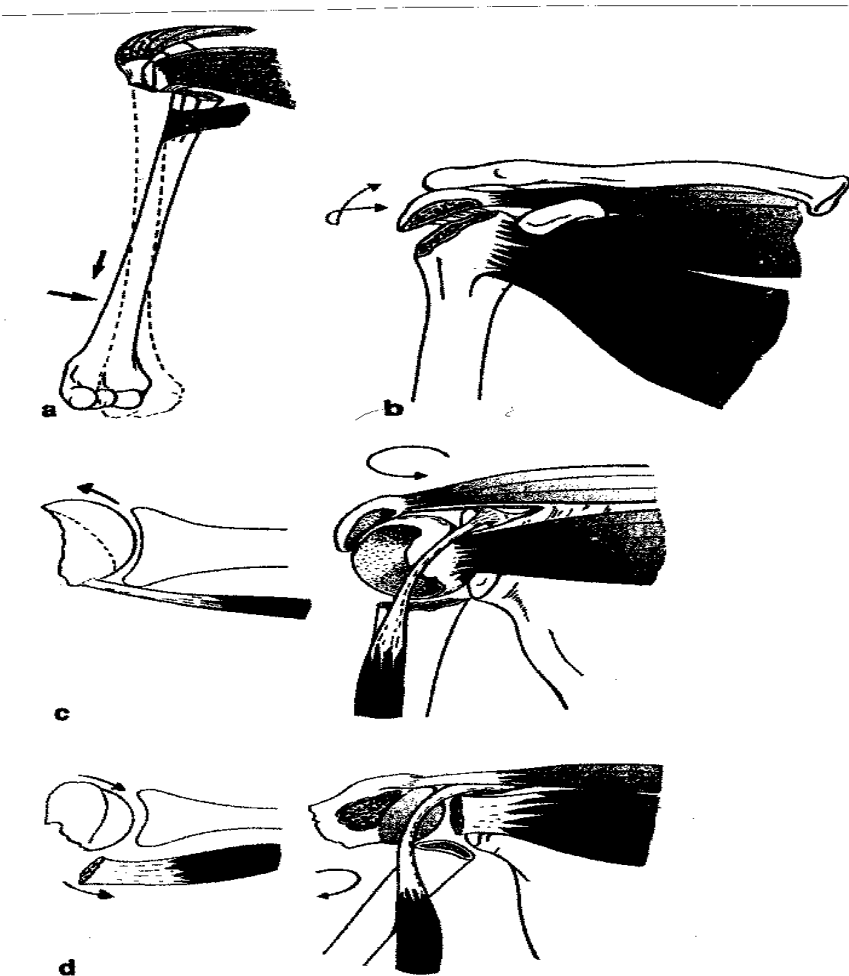
Das Tuberculum minus disloziert nach Ausriss durch den Zug des M. subscapularis nach ventromedial. Diese Frakturform ist selten. Klinisch imponiert eine Innenrotationshemmung. Meist ist diese Fraktur kombiniert mit einer hinteren Luxationsfraktur. Beteiligt sein kann auch die lange Bicepssehne, welche in den Frakturspalt subluxiert und dort verklemmt. Werden dislozierte Tuberculum-minus-frakturen nicht behandelt, münden sie meist in einer Pseudarthrose und führen

funktionell zu einem vorderen coracoidalen Impingement mit schmerzhafter Behinderung der Innenrotation.

Durch die erhaltenen Rotatoren am jeweils nicht abgerissenen Tuberculum bei dislozierten 3-Fragment-Frakturen resultiert in jedem Fall eine erhebliche Rotationsfehlstellung des Kopfsegmentes. Frakturen mit Abriss des Tuberculum majus sind um ein Vielfaches häufiger als solche mit Abriss des Tuberculum minus. Bei einem Bruch im chirurgischen Hals mit Abriss des Tuberculum majus dreht die intakte Sehne des M. subscapularis den Humeruskopf am Tuberculum minus mit der Gelenkfläche nach hinten (Abbildung 1c). Umgekehrt führt der Bruch im chirurgischen Hals zusammen mit einer Tuberculum-minus-Fraktur zur Rotation der Gelenkfläche des Humeruskopfes nach ventral, da die Außenrotatoren Mm. Infraspinatus und teres minor am nicht beeinträchtigten Tuberculum majus ziehen (Abbildung 1d).

Bei der dislozierten 4-Fragment-Fraktur gibt es viele Möglichkeiten. Die Gelenkfläche des Kopfsegments kann nach lateral, ventral, dorsal oder caudal weisen. Es ist möglich, dass die Gelenkflächen keinen Kontakt mehr zueinander haben. Die Tubercula werden durch den divergierenden Zug der einzelnen Muskeln der Rotatorenmanschette nach vorne, bzw. hinten und oben gezogen. Der Zug des M. pectoralis major führt stets zu einer Adduktionsfehlstellung des Schaftfragments.

(12. Habermeyer, 1997) (13. Wiedemann & Schweiberer, 1992)



Schematische Darstellung der typischen Dislokationsrichtung bei verschiedenen Formen der Humeruskopffraktur. **a** Fraktur im chirurgischen Hals; **b** Fraktur des Tuberculum majus; **c** 3-Fragment-Fraktur unter Beteiligung des Tuberculum majus; **d** 3-Fragment-Fraktur unter Beteiligung des Tuberculum minus. Die Pfeile geben Hinweise auf die Dislokation der Fragmente (**c, d**)

Abb. 1 dislozierte proximale Humerusfrakturen (13. Wiedemann & Schweiberer, 1992)

2.3 Diagnostik

Anamnestisch geben die meisten Patienten ein adäquates Trauma an, typischer Weise einen Sturz auf die betroffene Schulter oder den betroffenen Arm. Die Klinik wird bestimmt durch Schmerzen, eine sich rasch einstellende Schwellung, das Frakturhämatom und die Funktionseinschränkung bzw. den Funktionsverlust der entsprechenden Extremität.

Auffällig ist auch eine Schonhaltung des Armes. Als sichere Frakturzeichen können deutliche Fehlhaltungen und eine hör- bzw. spürbare Crepitatio vorkommen.

Zur Primär- und Verlaufsdiagnostik gehören entsprechende Röntgenaufnahmen in mindestens 2 Ebenen. Bewährt haben sich dabei die Aufnahmen „true-a.p.“ und „Y-view“. Bei der „true-a.p.“ Aufnahme (Abbildung 2) wird der Humeruskopf überlagerungsfrei dargestellt. Ein freier Durchblick durch das Gelenk und in den Subacromialraum ist möglich. Bei der „Y-view“ Aufnahme (Abbildung 3) stellt sich die Scapula Y-förmig ohne Rippenüberlagerung dar. Die kurzen Schenkel dieser Y-Figur entsprechen dem Processus coracoideus und dem Acromion, der lange Schenkel ist die tangential getroffene Scapula. Im Schnittpunkt der 3 Schenkel kommt die Gelenkpfanne in Aufsicht zur Darstellung. Auf die Pfanne projiziert sich der Humeruskopf.



Abb. 2 „true-a.p.“ Aufnahme

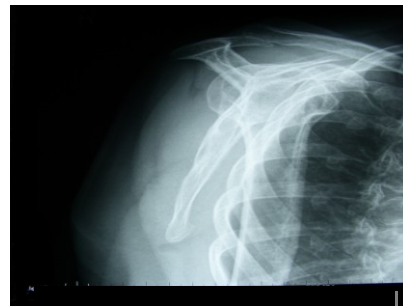


Abb. 3 „Y-view“ Aufnahme

Bei speziellen Fragen nach Beteiligung der Weichteile, z.B. der Bicepssehne, der Rotatorenmanschette oder von Bursen ist die Sonographie von Vorteil.

Nicht selten ist es notwendig, z.B. bei sehr komplexen Frakturen (head-split) und V. a. 4-part-Fraktur im Röntgenbild, zur Prüfung der Indikation zum prothetischen Gelenkersatz, computertomographische Schnittbilder oder 3-D Rekonstruktionen anzufertigen (Abbildung 4 und 5).

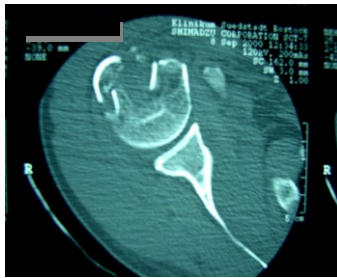


Abb. 4 Schnittbild mittels Computertomographie

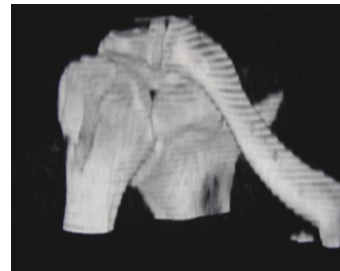


Abb. 5 dreidimensionale Rekonstruktion

2.4 Klassifikationen

2.4.1 Erste Klassifikationen

Bereits 1855 unterschied Malgaigne intra- von extraartikulären Frakturen des proximalen Humerus. Ebenfalls noch vor Einführung der Röntgendiagnostik, übertrug Kocher 1896 anhand von klinischen und pathologisch-anatomischen Beobachtungen, die Einteilung der Frakturen des proximalen Femur auf die des proximalen Humerus. Er unterschied je nach dem Verlauf der Frakturlinie in Frakturen durch das Collum anatomicum, durch das Collum chirurgicum oder durch beide Tubercula (Abbildung 6). Den größten Anteil hatten dabei die pertuberculären Frakturen. (15. Kocher, 1896)

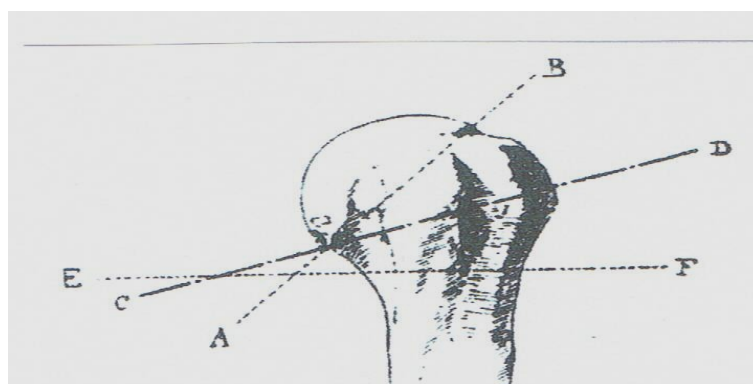


Abb. 6 Frakturklassifikation nach Kocher (15. Kocher, 1896)

Nach Einführung der diagnostischen Radiologie war es Böhler, der diese Einteilung 1929 um Abrissfrakturen des Tuberculum majus und minus, sowie die epiphysären Frakturen erweiterte. (16. Böhler, 1977)

2.4.2 Codman-Klassifikation

Codman unterschied 1934 die Frakturformen prinzipiell nach Bruchlinienverlauf zwischen 4 Segmenten: ein Kopffragment, Tuberculum majus, Tuberculum minus und ein Schaftfragment (Abbildung 7). Bis auf die subcapitalen Frakturen und einen Facettenabriss des Tuberculum majus, betrachtete Codman sämtliche Frakturen als intrakapsulär. (17. Codman, 1934)

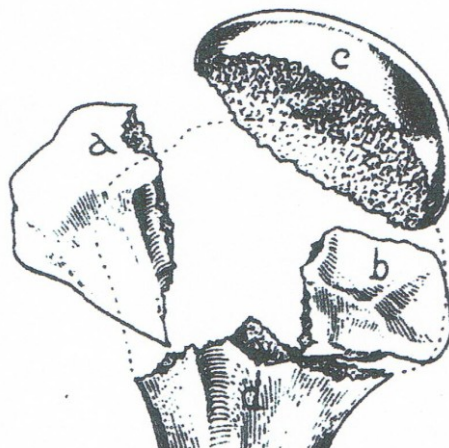


Abb. 7 Frakturklassifikation nach Codman (17. Codman, 1934)

2.4.3 Neer-Klassifikation

Auf dem System von Codman baute Neer 1979 seine Klassifikation auf, indem er noch die Varianten „disloziert“ und „nicht disloziert“ unterschied. 1975 vereinfachte er sie noch einmal. Es verblieben 4 Gruppen mit zusätzlicher Angabe über eine Luxation. Als disloziert gilt ein Fragment, wenn es mehr als 1 cm verschoben ist oder eine Angulation von mehr als 45 ° vorliegt (Abbildung 8). (18. Neer, 1970)














Gruppen	Fragment 2	Fragment 3	Fragment 4
II Collum anatomicum			
III Collum chirurgicum			
IV Tuberculum majus			
V Tuberculum minus			
VI Luxations-frakturen			
			

Abb. 8 Frakturklassifikation nach Neer (18 Neer, 1970)

2.4.4 AO-Klassifikation

Eine weitere Klassifikationsmöglichkeit ist die nach der AO (Arbeitsgemeinschaft Osteosynthese) aus dem Jahr 1984. Dabei wird in 3 Frakturtypen unterschieden. Der Typ A wird als extrakapsulär oder Fraktur mit 2 Segmenten, der Typ B als bifokal teils intra-, teils extrakapsuläre Fraktur und der Typ C als intrakapsuläre Gelenkfraktur definiert. Die Typen A, B und C werden jeweils noch einmal in 3 weitere Gruppen aufsteigenden Schweregrades je nach Ausmaß der Dislokation und Luxation aufgegliedert. Diese Gruppen wiederum teilt man noch einmal in 3 Subgruppen auf,

je nach Art der Fehlstellung, z.B. varus/valgus. Alle Möglichkeiten zusammengenommen, ergeben sich 27 verschiedene Frakturtypen (Abbildung 9).

(19. Müller et al. 1990)

Inzwischen hat sich die Einteilung nach Neer im klinischen Alltag durchgesetzt. Die AO Klassifikation wurde weitgehend verlassen, da sie keine prognostischen Aussagen ermöglichte. (20. Müller et al., 1992)

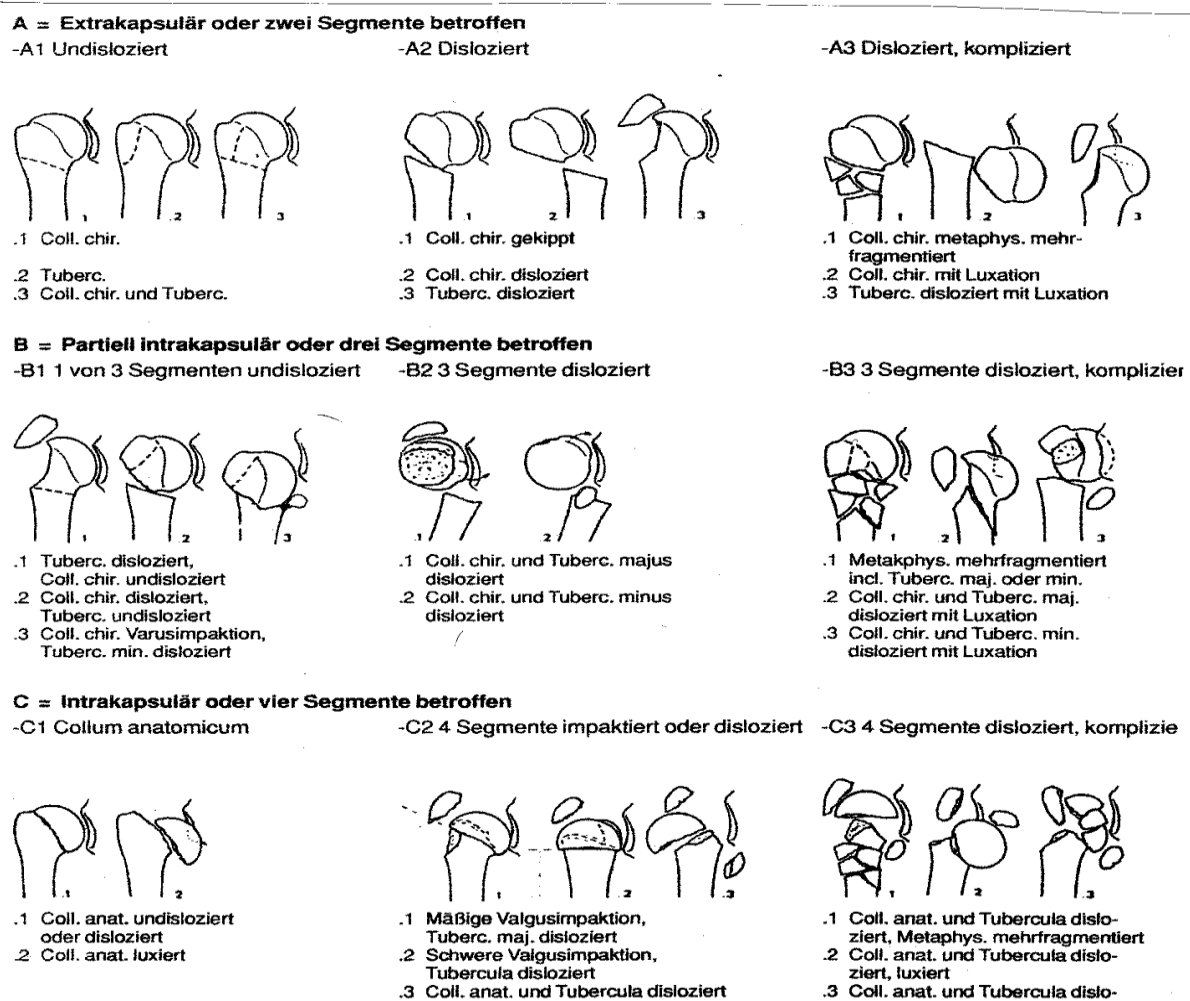


Abb. 9 Frakturklassifikation der AO (19. Müller et al., 1990)

2.5 Therapie

2.5.1 Konservative Verfahren

2.5.1.1 Oberarmhängegips nach Poelchen

Dieser Gipsverband übt über die reine Fixierung hinaus auch einen axialen Längszug auf die Fraktarenden aus, arbeitet also nach dem Prinzip der Extension. Damit ist er in der Lage, eine Verbesserung der Stellung der Hauptfragmente zueinander zu erreichen. Seine Indikation ist die proximale Humerusfraktur mit primärer Dislokation. Der Oberarm liegt innenrotiert der seitlichen Thoraxwand an.



Abb. 10 Oberarmhängegips nach Poelchen (Verfasser)

Der Unterarm befindet sich in einer 90° Flexion zum Oberarm und liegt der vorderen Thorax- bzw. Bauchwand an. Der Arm befindet sich in einer Verbandkombination aus Schlauchbinde, Wattebinden, Krepppapier und Gipsbinden von der Schulter bis über das Handgelenk. Mit eingearbeitet wird eine Oberarmgipslongette, von der Schulter bis zum Ellenbogengelenk, die einen Großteil der Stabilität gibt und einen Teil zur Extension beiträgt. In Ausnahmefällen ist auch ein semizirkulärer Gips möglich.

Über dem radialseitigen Handgelenk wird in die Gipsbinden eine Metallöse eingearbeitet. Durch diese wird eine Schlaufe geführt, welche um den Hals des Patienten läuft, das Gewicht des Gipses tragen hilft und ihn in seiner Position hält.

Eine zweite Metallöse wird im Ellenbogenbereich in Verlängerung des Humerusschaftes angebracht. In sie wird je nach Statur des Patienten ein Gewicht eingehängt, meist 500 g. Dadurch wird letztlich der Längszug ausgeübt der die Stellung der Hauptfragmente zueinander verbessern soll.



Abb. 11 Extensionsgewicht (Verfasser)

Der Oberarmhängegips nach Poelchen stellt ein Rotations- und Abduktionshindernis dar, zwei Bewegungen, die in den ersten Tagen nach Fraktur vermieden werden sollten (Abbildung 10 und 11).

2.5.1.2 Desaultverband und Gilchristverband

Basis des Desaultverbandes ist eine Schlauchmullbinde von drei bis vier Armlängen. Er fixiert den innenrotierten Oberarm und den um 90° flektierten Unterarm am Körper des Patienten und verhindert so eine Bewegung in der Schulter, in den Ellenbogengelenken und den Handgelenken. Auf diese Weise vermag er proximale Humerusfrakturen zu stabilisieren (Abbildung 12).

Die Anlage folgt einer Abfolge von Heftpflasterungen, Raffungen, Zurrungen und Verknotungen der über den Arm gezogenen Schlauchmullbinde, die sich an anatomischen Strukturen orientieren. Ausgenutzt werden dabei Spannungen und Hebeeffekte.



Abb. 12 Dessaultverband (30. Rommens & Heyvaert, 1993)

Der Gilchristverband entspricht einer industriell hergestellten, vereinfachten Version des Desaultverbandes. Auch der Gilchristverband stabilisiert Schulter, Ellenbogengelenk und Handgelenk. Er hat wegen seiner einfachen Handhabung den Desaultverband weitestgehend abgelöst (Abbildung 13).



Abb. 13 Gilchristverband (Verfasser)

2.5.2 Operative Verfahren

2.5.2.1 Andere operative Verfahren

Als extramedulläre Kraftträger kamen zunächst nicht winkelstabile Plattenosteosynthesen zum Einsatz. Diese führten oft zu einer ungenügenden Stabilität bis zur knöchernen Überbrückung des Frakturspaltes und damit vermehrt zu Dislokationen, vor allem Varusdislokationen. (31 Hessmann et al., 2003), (32 Bathis et al., 2001)

Die nachfolgend entwickelten winkelstabilen Plattenosteosynthesen konnten aufgrund spezieller Schrauben eine rigide Verbindung zwischen den beiden Komponenten Schrauben und Platte und damit auch eine Lastenverteilung gewährleisten. Ein Abkippen der Schrauben in Varus- oder Valgusrichtung war damit größtenteils verhindert. (31 Hessmann et al., 2003)

Problematisch bei winkelstabilen Plattenfixierungen war vor allem die glenohumerale Penetration der Kopfschrauben. (33 Maurer & Rüter, 2003)

Eine Art, die Fraktur von der Markhöhle her zu stabilisieren (intramedullärer Kraftträger) war der retrograd eingebrachte Zifko-Nagel. Dabei handelte es sich eigentlich um 3-5 einzelne Nägel mit einem Durchmesser von 2 mm, welche am proximalen und distalen Ende leicht abgekippt waren und somit zu einer multiplen Fixierung führten. Eingebracht wurden die Zifko-Nägel retrograd etwa 3 cm proximal der Olecranongrube. Nach Implantation war die Fraktur übungsstabil fixiert. Ein Vorteil der retrograden Marknagelung war die Schonung der Rotatorenmanschette die im Gegensatz zur antegraden Marknagelung nicht eröffnet werden musste. (33 Maurer & Rüter, 2003)

Die ersten Humeruskopfprothesen wurden versuchsweise bereits Ende des 19. Jahrhunderts implantiert. Sie bestanden aus Hartgummi und Platin. Regelmäßig

implantiert wurden sie aber ab den 50-er Jahren des 20. Jahrhunderts. Die Indikation zum primären prothetischen Gelenkersatz ist die sogenannte „head-splitting-fracture“, eine Humerkuskopftrümmerfraktur mit Zerstörung von mehr als 50 % der Gelenkfläche und Unmöglichkeit der anatomischen Wiederherstellung. (34 Lill w& Josten, 2000)

2.5.2.2 Proximaler Humerusnagel „Targon PH“ der Firma Aesculap

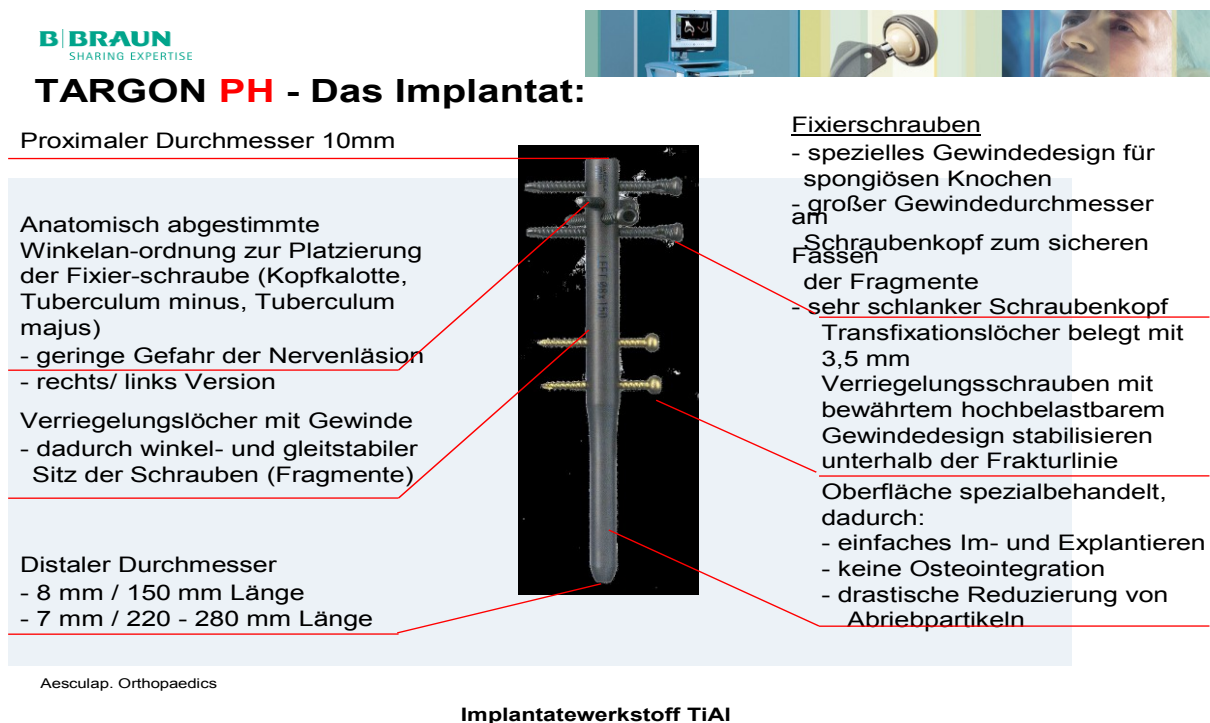


Abb. 14 Proximaler Humerusnagel „Targon PH“ (Firma Aesculap)

Der „Targon PH“ ist ein intramedullärer Nagel, der von proximal eingebracht wird (Abbildung 14).

Dazu werden der anästhesierte Patient in eine Liegestuhlposition und der Arm auf einer standardisierten Armlehne gelagert (Abbildung 15).



Abb. 15 Lagerung des Patienten (Prof. Dr. med. G. Gradl)

Nach Hautdesinfektion wird ein, den M. deltoideus spaltender, Zugang am anterolateralen Rand des Acromions gewählt. Dessen Länge variiert je nach Frakturtyp und kann im günstigsten Fall bei 2-part Frakturen auf 2-3 cm begrenzt bleiben. Danach spaltet man longitudinal die Fascia clavipectoralis und die Bursa subacromialis und erreicht das Kopffragment (Abbildung16).

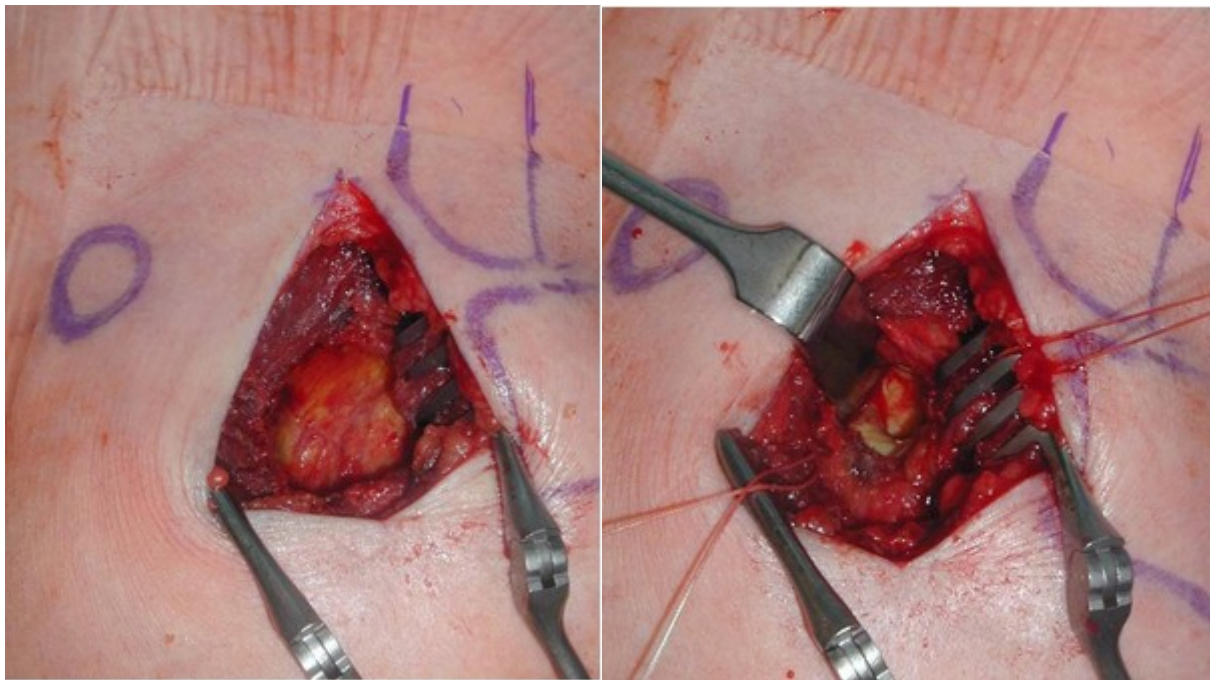


Abb. 16 Zugang zum Humeruskopf (Prof. Dr. med. G.Gradl)

Dieses wird mittels 2,5 mm Kirschner Drähten, einem Steinmann Pin oder einem gebogenen Elevator in der sog. „Joystick Technik“ gefasst und fixiert.

Nachdem der Verlauf der langen Bicepssehne durch Palpation lokalisiert worden ist, wird die Sehne des M. supraspinatus entlang ihres Faserverlaufs gespalten und Haltenähte an beiden Enden angebracht. Ein Führungspin wird an der Spitze des Humeruskopfes etwa 8 mm medial der Knorpel-Knochen Grenze zwischen Humeruskopf und Tuberculum majus eingebracht und dessen korrekte Lage in der medial-lateralen und anterior-posterioren Ebene überprüft. Dies geschieht mit digitaler Palpation, visueller Kontrolle im Vergleich zum Verlauf der langen Bicepssehne und mittels Bildwandlertechnik (Abbildung 17).

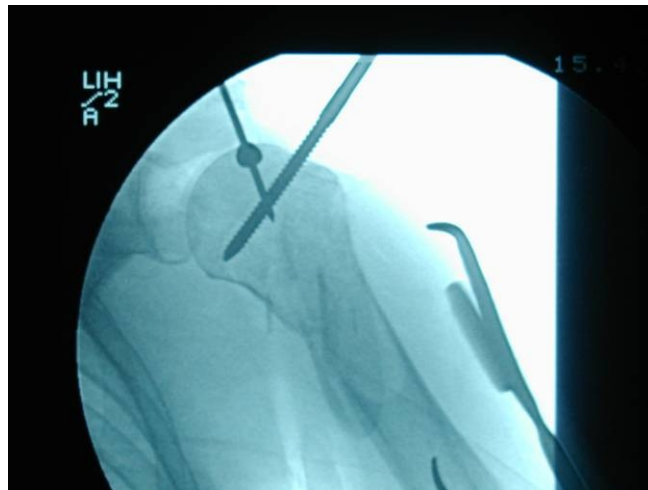


Abb. 17 Einbringen des Führungspin (Prof. Dr. med. G. Gradl)

Über den Führungspin wird die Kopfkalotte durchbohrt und die Markhöhle eröffnet in die dann der Humerusnagel vorgeschoben wird. Zuvor wird der Nagel am proximalen Ende noch mit einem Zielgerätgrundkörper für das spätere Einbringen der Schrauben versehen (Abbildung 18).



Abb. 18 Proximaler Humerusnagel und Zielgerätgrundkörper (Prof. Dr. med. G. Gradl)

Der „Targon PH“ verfügt als Verriegelungsnagel im oberen Teil über die typischen Löcher für die Verriegelungsschrauben. Insgesamt sind es 4 Löcher, für Schrauben

welche die 4 typischerweise möglichen Hauptfragmente des Humeruskopfes durchbohren, am Nagel befestigen und so für eine dreidimensionale Fixierung sorgen sollen. Das heißt, dass die Löcher eine genaue Position im Nagel haben und, dass der Nagel genauso positioniert werden muss, dass jedes Loch auch dem entsprechenden Fragment gegenüber steht.

Im Einzelnen sind die typischen Fragmente, für die von cranial nach caudal Löcher angeordnet sind:

- I obere laterale Portion des Tuberculum majus
- II dorsolaterale Portion des Tuberculum majus
- III Tuberculum minus
- IV untere laterale Portion des Tuberculum majus

Das 5. Hauptfragment der proximalen Humerusfraktur ist das Schafftfragment.

Durch die Anordnung entsprechend der Anatomie benötigt man auch Nägel für die linke und die rechte Seite. Der Nagel darf nicht über die Kalotte hinausragen um subacromiale Strukturen nicht zu gefährden. Liegt der Nagel richtig, so wird am Zielgerätgrundkörper der Zielbügel aufgesetzt, der die Führungslöcher für die Verriegelungsschrauben enthält. Um mechanische Irritationen durch Schraubenköpfe zu vermeiden, verfügen auch die Köpfe der Fixierschrauben über ein Gewinde. Diese können so bis auf das Niveau der umgebenden Corticalis versenkt werden. Auch die Löcher im Nagel haben ein Gewinde damit die Schrauben und mit ihnen die Fragmente winkel- und gleitstabil sitzen (Abbildung 19).



Abb. 19 Einbringen der Schrauben (Prof. Dr. med. G. Gradl)

Wenn die Tubercula noch einmal in mehr Fragmente zerfallen sind, wird das „rope over bitt“ Prinzip angewandt. Dazu wird zusätzlich der Sehnenanteil der Rotatorenmanschette mit einer Naht an den Schraubenköpfen verankert, so dass sich die Rotatorenmanschette über die Fragmente legt und einen Druck ausübt.

3. Fragestellung

In Rostock wurden proximale Humerusfrakturen bis 2000 ausschließlich konservativ behandelt. Danach wurde ein differenziertes Therapieregime eingeführt mit dem Fokus auf operative Stabilisierung bei dislozierten Frakturen. Die oben genannten konservativen Verfahren kamen nur noch bei einfachen, nicht dislozierten Frakturen vom Typ Neer I (sog. „one part fracture“) oder bei allgemeiner Inoperabilität zum Einsatz.

Somit liegt in Rostock ein historisches Kollektiv konservativ behandelter Patienten vor. Dieses wurde nachuntersucht und retrospektiv einem Kollektiv von Patienten gegenübergestellt, dass die operative Therapie dislozierter Frakturen mit einem winkelstabilen Marknagel vorsah und prospektiv erfasst worden ist. Im Einzelnen wurden folgende Fragen formuliert:

Führt die operative Behandlung von Humerusfrakturen zu

- besseren funktionellen Ergebnissen
- weniger Schmerz
- schnellerer Restitution
- schnellerer und stabilerer Knochenheilung
- besseren anatomischen Resultaten

gegenüber der konservativen Therapie. Insbesondere galt es herauszufinden, ob die Komplikationsrate der operativen Therapie nicht weiterhin eine konservative Behandlung dieser Fraktur rechtfertigt. Es wurden im Speziellen die Fragen erörtert:

- wie hoch ist die Rate operationsbedingter Komplikationen nach antegrader Marknagelung
- wie oft kommt es zum Implantatversagen

- kommt es postoperativ häufiger zu einer retraktiven Kapsulitis als nach konservativer Therapie und resultiert daraus eine relevante Abduktionsbehinderung
- wie hoch ist die Rate der Humeruskopfnekrose im Vergleich konservative versus operative Therapie

Die konservative Frakturbehandlung ist vor allem unter der Annahme verlassen worden, dass die posttraumatische Ruhigstellung der Schulter zu retraktiver Kapsulitis führt, welche durch eine sofortige Übungsbehandlung nach operativer Therapie suffizient verhindert wird. Im Rahmen der Studie sollte untersucht werden ob es nach konservativer Behandlung zu funktionellen Einschränkungen, zu einer verzögerten Frakturheilung und zu einer Heilung in nicht anatomischer Stellung kommt.

Letztlich soll analysiert werden, ob eine Frakturheilung in nicht anatomischer Stellung einen maßgeblichen Einfluss auf die Schulterfunktion hat.

4. Material und Methoden

4.1 Konservative Therapie

Mit dem Oberarmhängegips nach Poelchen sollten die Patienten sich tagsüber aufrecht bewegen. Zur Nacht wurde am Fußende des Bettes eine Umlenkrolle mit Seilzug zum Gips angebracht. Am Ende des Seilzuges hing dann das 500 g Gewicht. Nach einer Woche wurde der Gipsverband entfernt und die Beweglichkeit in der Horizontalebene und die Abduktion wieder freigegeben. Der Arm wurde auf ein Oberarmabduktionskissen („Dudelsack“) in etwa 60° Abduktion gelagert. Diese Maßnahme sollte einer Schrumpfung des Labrum glenoidale vorbeugen.

Nach Entfernung des Gipses, begann die frühfunktionelle Übungsbehandlung nach Poelchen. Anfangs erfolgte eine Kryo- oder Elektrotherapie zur Anhebung der Schmerzschwelle. Danach begannen Pendelübungen vor und neben dem Rumpf, anfangs mit einem Gewicht, später ohne Gewicht, dann bis maximal 90°. Die aktive Abduktion konnte nach 3-4 Wochen bis 120° ausgeführt werden, während die aktive Anteversion schmerzabhängig jeder Zeit selbst durchzuführen war. Die Rotationsübungen erfolgten erst in späteren Therapiezyklen. Insgesamt galt diese Therapieform nach 5 bis 8 Wochen als komplett abgeschlossen, wobei die Physiotherapie den Großteil ausmachte.

Der Desaultverband und der Gilchristverband wurden für 1 Woche am Patienten belassen. Zum Teil wurde danach noch das Oberarmabduktionskissen angewandt. Anschließend begann die frühfunktionelle Physiotherapie nach Poelchen genau in der Form wie nach der Behandlung mit dem Hängegips nach Poelchen.

4.2 Operative Therapie winkelstabiler Humerusverriegelungsnagel „Targon PH“

Nach der Implantation des Targon PH wurde den Patienten ein Gilchristverband angelegt. Ab dem 2. postoperativen Tag schlossen sich physiotherapeutische Übungen aus dem Gilchristverband heraus an. Zunächst passiv, ab der 3. postoperativen Woche aktiv-assistiv bis 90° Abduktion. Das Erreichen der vollen Bewegung und der Beginn mit Belastung wurden in der 7. postoperativen Woche angestrebt. (4. Mittlmeier et al., 2003)

Nach operativer wie konservativer Therapie sollten die Patienten im Alltag ihren Arm stets so weit benutzen, wie es die Schmerzschwelle zuließ. Die Übungen der Physiotherapie sollten zu Hause eigenständig wiederholt werden. Hauptsächliches Ziel der Physiotherapie war die Vermeidung einer Inaktivitätsatrophie der Schultermuskulatur und des Labrum glenoidale.

4.3 Patientenrekrutierung

Um die eingangs genannten Fragen beantworten zu können, wurde eine klinische Studie initiiert. Diese bestand aus einer prospektiven Erhebung, welche alle Patienten der Rostocker Universitätsklinik erfasste, die zwischen 2000 und 2004 eine proximale Humerusfraktur erlitten und operativ mit einem „Targon PH“ versorgt wurden. Ausschlusskriterien waren allgemeine Inoperabilität, starke Demenz und head-split-Frakturen des proximalen Humerus die eine prothetische Versorgung nach sich zogen. Die Patienten wurden nach 12 Monaten entsprechend dem Constant Score reevaluiert.

Die konservativ behandelten Patienten rekrutierten sich aus allen Patienten, die sich in den Jahren von 1990 bis 2003 mit proximaler Humerusfraktur in der Chirurgischen Universitätsklinik und in den Jahren 1999 und 2000 in der Chirurgischen Abteilung

des Rostocker Klinikum Süd vorstellten und aufgrund der damaligen Indikationsstellung unabhängig von der Schwere der Fraktur nicht operiert worden sind.

4.4 Funktionelle Untersuchungen

Die funktionelle Nachuntersuchung der konservativ behandelten Patienten aus dem historischen Patientengut entsprach in Inhalt und Umfang der Nachuntersuchung der operierten Patienten. Wesentlicher Bestandteil war die Bestimmung des Scores nach Constant und Murley.

4.4.1 Beurteilung der Schulterfunktion anhand des Score nach Constant und Murley (Constant Score, CS)

Die aufgrund von Objektivität, Validität und Reproduzierbarkeit seit langer Zeit am weitesten verbreitete Methode zur Beurteilung der Schulterfunktion ist der Score nach Constant und Murley, kurz der Constant Score, CS, der 1987 veröffentlicht wurde (22. Constant & Murley, 1987). Die Ausmaße zu bestimmender oder zu erfragender Parameter werden numerisch mit einem Punktwert beschrieben. Die Summe all dieser Punkte beschreibt dann die Schulterfunktion.

Dabei gibt es einen Maximalwert pro Parameter, also auch einen maximalen Gesamtwert, beim Constant Score sind es 100 Punkte. Verschiedenen Parametern wird je nach Wichtigkeit eine unterschiedlich hohe Punktzahl zugesprochen.

Die Anatomie im Röntgenbild fließt nicht ein. Der Constant Score beinhaltet folgende Parameter:

- Schmerz	max. 15 Punkte
- Alltagstauglichkeit	max. 20 Punkte
- Bewegungsumfang	max. 40 Punkte
- Kraft	max. 25 Punkte
- Gesamt	= 100 Punkte

Während der subjektive Schmerz nur 15 % ausmacht, sind es beim objektiv messbaren Bewegungsumfang 40 %. Das Verhältnis subjektiv (Schmerz und Alltagsaktivität) zu objektiv (Bewegungsumfang und Kraft) beträgt beim Constant Score 35 % zu 65 %.

Die einzelnen Parameter und deren Punktbewertung sind im Anhang aufgeführt. Constant und Murley legten für ihren Score keine wörtliche Einteilung im Sinne von „sehr gut“ bis „schlecht“ fest.

4.4.2 Weitere Untersuchungen zur Beurteilung der Schulterfunktion

Das subjektive Schmerzausmaß der Patienten wurde mittels der Visuellen Analogskala (VAS) mit Werten von 0 (keine Schmerzen) bis 10 (maximales Schmerzerleben) quantifiziert.

Neben der Messung von Abduktion, Adduktion, Außenrotation, Innenrotation, Anteversion und Retroversion mit dem Goniometer in Winkelgraden wurde auch die Anzahl der physiotherapeutischen Behandlungen und eigenständiges Üben erfragt. Die Patienten sollten Auskunft über die genauen Umstände der Fraktur geben. Zur

Rekonstruktion des stationären Verlaufes wurden die Krankenakten und Epikrisen eingesehen. Am Ende der Untersuchung wurden die Patienten aufgefordert, frei ihre Gedanken zu ihrer Fraktur und Behandlung zu assoziieren.

Alle verfügbaren Röntgenaufnahmen die während oder nach der Frakturheilung gemacht worden sind wurden beurteilt.

4.5 Radiologische Untersuchung

Die Patienten des prospektiven Studienteils sind zur Primärdiagnostik standardmäßig in den Aufnahmetechniken „true-a.p.“ und „y-view“ geröntgt worden. Anhand dieser Aufnahmen konnte dann die Frakturklassifikation erfolgen. Intraoperativ wurde unter Bildwandlersicht die korrekte Position des Nagels und der Fragmente überprüft. Zum Nachuntersuchungszeitpunkt nach 12 Monaten wurden die Röntgenaufnahmen „true-a.p.“ und „y-view“ wiederholt um zu kontrollieren, ob die ehemaligen Fragmente wieder anatomisch korrekt zueinander stehen oder ob Fehlstellungen verblieben.

Da es sich bei den konservativ behandelten Patienten um ein historisches Patientengut handelte welches sich aus einem langen Zeitraum rekrutierte, gab es keine einheitlichen Röntgenaufnahmen der Fraktur, verschiedene Aufnahmetechniken zur Abbildung der Schulter kamen zur Anwendung anhand derer klassifiziert wurde.

4.6 Datenanalyse

Den erhobenen Daten aller konservativ behandelten Patienten die in die Studie eingeschlossen werden konnten, wurden die Daten der Partner aus der Gruppe der operierten Patienten (12-Monats Nachuntersuchung) gegenüber gestellt, denen sie in den Parametern Geschlecht, Alter und Frakturform weitestgehend identisch waren

(matched pair). Kamen aus der Gruppe der operierten Patienten mehrere in Frage, so entschied das Los über die Aufnahme in die Studie.

Die möglichen konservativen Therapieformen wurden, da es sich um eine geringe Patientenzahl handelte und die Therapieformen sehr ähnlich waren, als „konservatives Therapieregime“ zusammengefasst, ohne beim Vergleich mit dem „Targon PH“ noch weitere Gruppen für den Hängegips nach Poelchen, den Desaultverband oder die Gilchristbandage zu bilden.

Im Anschluss an die Datengewinnung wurden diese mit Hilfe des Wilcoxon-Tests für abhängige Stichproben statistisch ausgewertet. Der Wilcoxon-Test ist ein geeignetes statistisches Verfahren zur Prüfung der Signifikanz des Unterschiedes eines Parameters innerhalb zweier Stichproben wenn diese Stichproben nur klein sind.

Verglichen wurden die erreichten Werte des seitenadaptierten Constant Scores und der Einzelparameter Schmerz, Alltagstauglichkeit, Bewegungsumfang und Kraft zwischen der konservativen und der operativen Therapie, nochmals unterteilt in die 2-part, 3-part und 4-part Frakturen. Entsprechend den Vorgaben des Wilcoxon-Tests wurden zunächst Ränge entsprechend der Ausprägung der erreichten Werte der Parameter vergeben. Diese Ränge wurden zu einer Rangsumme addiert. Mit Hilfe dieser Rangsumme wurde eine Prüfgröße U konstruiert die mittels einer Formel in eine standardnormalverteilte Prüfgröße Z umgerechnet wurde die dann direkte Aussagen zur Signifikanz ermöglichte.

Die statistische Analyse wurde durch das Institut für Biostatistik und Informatik in Medizin und Altersforschung der Universität Rostock angeleitet.

5. Ergebnisse

5.1 Konservativ versorgte Patienten

Aus der Aufnahmedokumentation von 1990 bis 2003 der Rostocker Universitätsklinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie, sowie der Jahre 1999 und 2000 des Klinikum Süd der Hansestadt Rostock konnten die Daten von 167 Patienten ermittelt werden, die mit proximaler Humerusfraktur konservativ behandelt worden sind. 20 Patienten (12%) waren zwischenzeitlich verstorben. 14 Patienten (8,4%) weigerten sich, an der Untersuchung teilzunehmen. 75 Patienten (44,9%) waren nicht erreichbar. 7 Patienten (4,2%) konnten aus sonstigen Gründen wie starker Demenz oder Bettlägrigkeit nicht einbezogen werden. Von 12 Patienten (7,2%) war weder in der Klinik, noch bei ambulanten Chirurgen oder im Besitz des Patienten ein Röntgenbild aufzufinden, so dass eine Zuordnung in eine Frakturgruppe nach Neer nicht möglich war. In die Studie eingeschlossen werden konnten 39 Patienten (23,4%), wobei 2 Patienten (Nr. 7 und Nr. 15) den rechten und den linken Arm frakturiert hatten. Nr. 15 zeitgleich und Nr. 7 um 57 Monate versetzt. Demnach konnten bei 39 Patienten insgesamt 41 konservativ therapierte proximale Humerusfrakturen nachuntersucht werden. Im Falle der beiden Patienten (Nr. 7 und Nr. 15) konnte der seitenadaptierte Constant Score nicht verwertet werden, da keine Seite unbeeinflusst war.

Das durchschnittliche Alter der 39 Studienteilnehmer (33 weiblich, 6 männlich) betrug zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung 68,9 Jahre (Targon PH = 69,1 Jahre). Der durchschnittliche Nachuntersuchungszeitraum betrug bei den konservativen

Patienten in der Gruppe der 2-part Frakturen und der 3-part Frakturen jeweils 53 Monate und in der Gruppe der 4-part Frakturen 56 Monate (Targon PH jeweils 12 Monate).

Nach der klinischen Untersuchung und Befragung erfolgte anhand der Röntgenbilder die Einteilung in die 3 Gruppen nach der Neer-Klassifikation.

- Typ 2-part: 7 humeri

- Typ 3-part: 20 humeri

- Typ 4-part: 14 humeri

5.2 Operativ mit proximalem Humerusnagel „Targon PH“ versorgte Patienten

In die prospektive Studie konnten insgesamt 143 Patienten eingeschlossen werden. Im Nachuntersuchungszeitraum sind 8 Patienten (5,6%) verstorben, 15 Patienten (10,5%) waren nicht mehr auffindbar und 2 Patienten (1,4%) weigerten sich, an der Studie teilzunehmen. Zur 12 Monats-Nachuntersuchung konnten noch 118 Patienten (82,5%) erreicht werden. Dabei war noch eine Patientin, die beide Schultern frakturiert hatte, so dass auch dort der seitenadaptierte Constant Score nicht verwertbar war und sie nicht weiter einbezogen worden ist. Es stand also ein Pool von insgesamt 117 Patienten (81,8%) mit proximaler Humerusfraktur, welche mit dem Targon PH behandelt worden sind für die matched pair Analyse mit den 41 konservativ therapierten Humerusfrakturen zur Verfügung.

Das durchschnittliche Alter der 41 Patienten (35 weiblich, 6 männlich) betrug zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung 69,1 Jahre (konservative Therapie = 68,9 Jahre).

5.3 Einzelergebnisse der Therapieformen in der Gruppe der konservativen Therapie

Von den insgesamt 41 konservativ therapierten Humerusfrakturen konnten 22 (54%)

ambulant versorgt werden. In 8 Fällen wurde bei der Retention ein Verfahrenswechsel vorgenommen (4 mal Desault zu Gilchrist, 1 mal Gilchrist zu Desault, 3 mal Desault zu Poelchengips). In 7 Fällen kam im Anschluss an die Retention noch das Oberarmabduktionskissen zum Einsatz. Bei einem Patienten (Nr. 40) wurde auf eine Retention ganz verzichtet und der Arm am liegenden Patienten lediglich auf einem Kissen neben dem Körper gelagert.

Im Einzelnen kamen folgende Retentionsformen vor:

- Gilchristbandage: 21 mal
- Desaultverband: 21 mal
- Hängegips nach Poelchen: 6 mal

Bei einer Patientin (Nr. 32) wurde unter dem Gilchristverband noch eine 2/3 Oberarmgipsschiene angelegt, diese Patientin hatte zeitgleich noch eine Olecranonfraktur.

Die durchschnittliche Dauer der Retention betrug 15,5 Tage (2-part=8,7; 3-part=15,4; 4-part=19,1).

5.4 Matched-pair-Analyse der funktionellen Ergebnisse der konservativen Therapie vs. „Targon PH“

Das durchschnittliche Alter der Patienten betrug zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung in der Gruppe der konservativen Therapie 68,9 Jahre und in der Gruppe der operativen Therapie 69,1 Jahre.

Die erhobenen Daten der jeweils 41, nach oben genannten Kriterien gematchten, Patienten wurden entsprechend den Untergruppen für die 2-part, 3-part und 4-part Fraktur zusammengefasst (Abbildung 20).

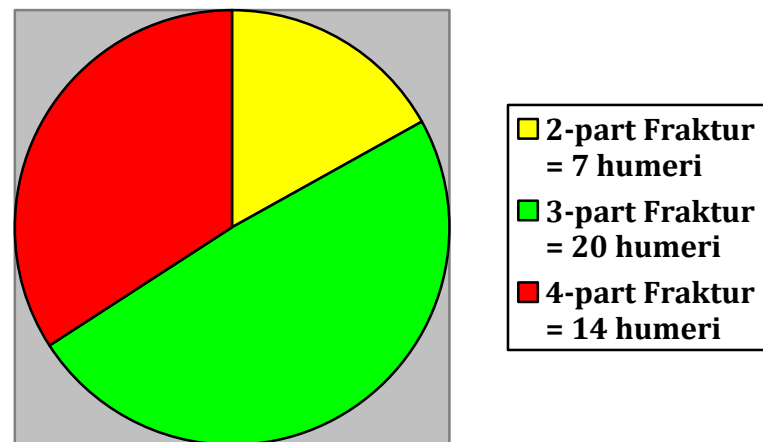


Abb. 20 Anteil der Patienten nach Frakturtyp

Vergleicht man die Schulterfunktion in Form des Constant Scores der frakturierten Seite zwischen beiden Therapieformen und unterteilt noch einmal in die drei Frakturtypen nach Neer, so fällt auf, dass die Ergebnisse der beiden Therapieformen nah beieinander liegen. Die höchste Punktzahl wird bei den 3-part Frakturen erreicht (Abbildung21).

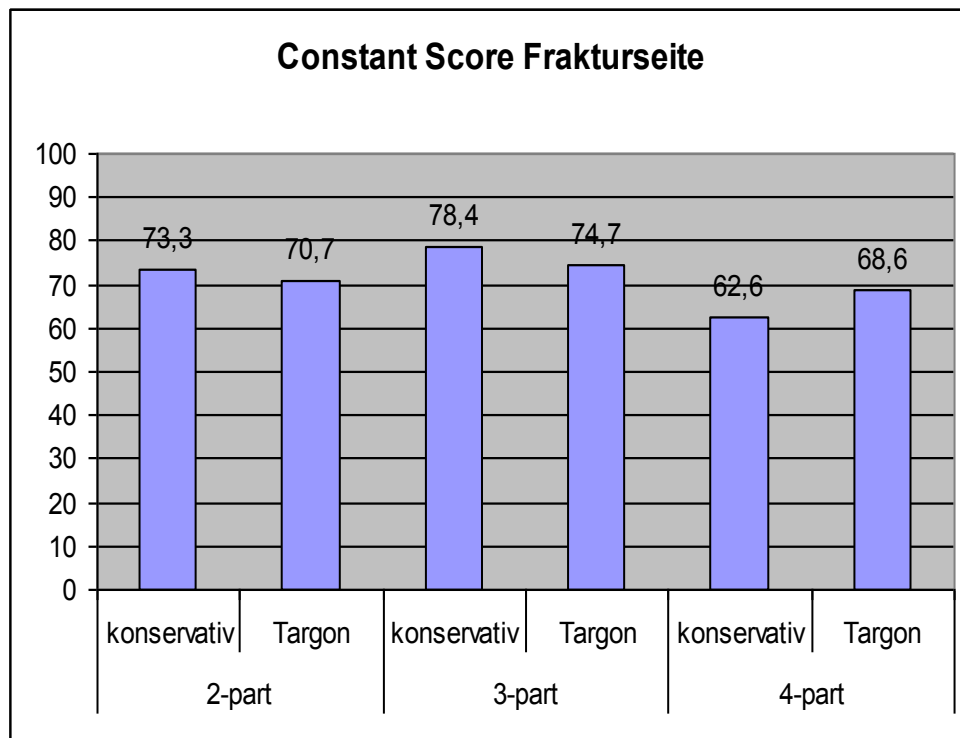


Abb. 21 Constant Score Frakturseite

Der seitenadaptierte Constant Score berücksichtigt auch die Funktion des nicht frakturierten Armes, für den ebenfalls die Parameter Schmerz, Alltagstauglichkeit, Bewegungsumfang und Kraft bestimmt werden. Es werden jeweils ein Constant Score für beide Seiten gebildet und diese ins Verhältnis zueinander gesetzt.

Die besten funktionellen Ergebnisse haben bei dieser Betrachtung die konservativ behandelten 2- und 3-part Frakturen die einen seitenadaptierten Constant Score von 89,1 bzw. 90,2 von 100 erreichten. Die Schulterfunktion der operierten Patienten nach 2- und 3-part Frakturen war jeweils eingeschränkter als nach konservativer Therapie. Nach 2-part Frakturen wurde durchschnittlich ein Score von 75,5, nach 3-part Frakturen ein Score von 83 von 100. Patienten die eine 4-part Fraktur erlitten hatten, wiesen nach beiden Therapieformen eine reduzierte Funktion ihrer Schulter auf. Es gab keinen Unterschied im Vergleich des seitenadaptierten Constant Scores beider Gruppen. Beide erreichten 75,5 von 100 (Abbildung 22).

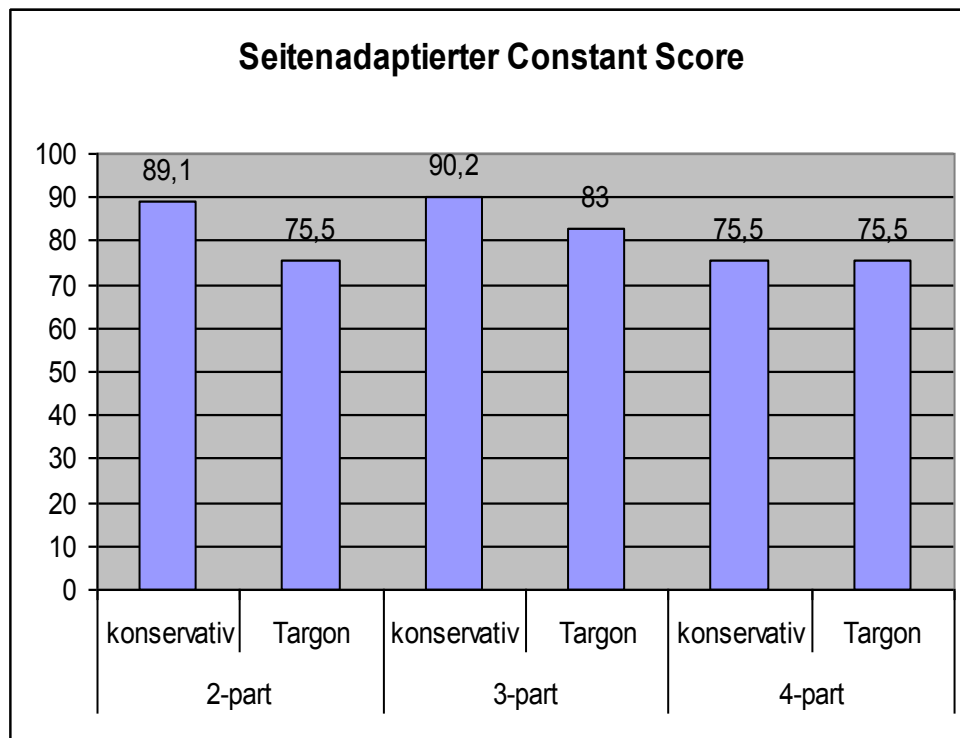


Abb. 22 Seitenadaptierter Constant Score

Die verbliebenen Schmerzen wurden durch die Patienten in beiden Therapiegruppen je Frakturtyp sehr homogen angegeben. Je komplexer die Fraktur war, desto häufiger verblieben Schmerzen. Während die Patienten der 2-part Frakturen 12,9 von 15 Punkten erreichten, war das Schmerzausmaß bei den Patienten nach 4-part Fraktur mit 11,4 (konservativ) bzw. 11,8 (Targon PH) im Durchschnitt stärker ausgeprägt (Abbildung 23).

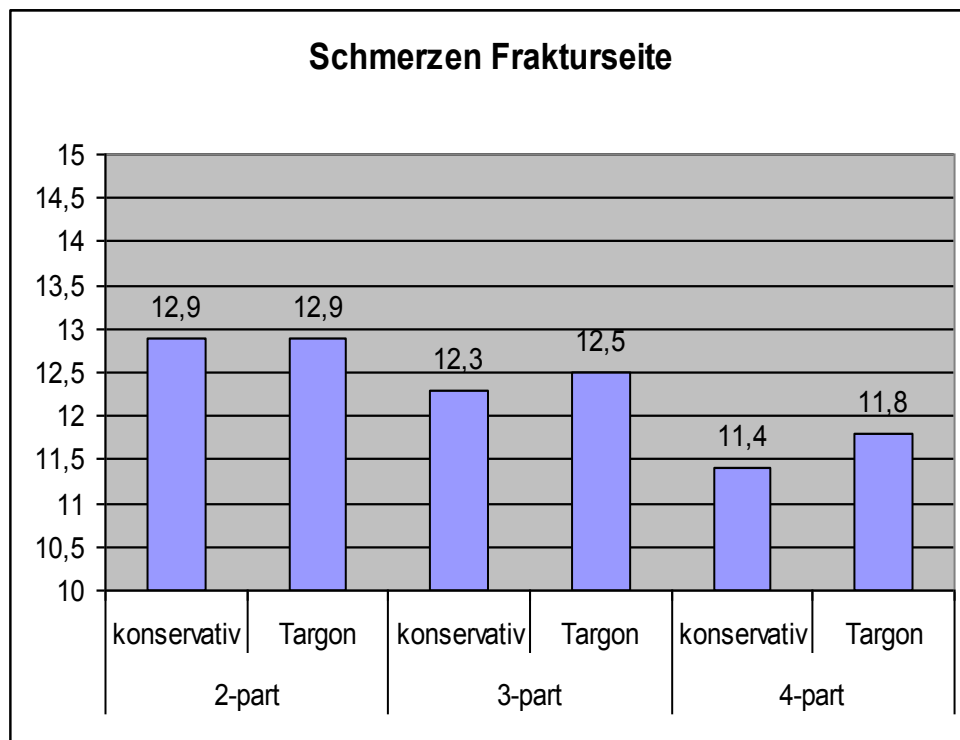


Abb. 23 Schmerzen Frakturseite

Die Alltagstauglichkeit wird dadurch bestimmt ob die Patienten arbeitsfähig sind, sie nachts ohne Schmerzen schlafen können und dadurch, wie weit der Bewegungsradius der Hand ist. Die operierten Patienten waren häufiger arbeitsfähig und konnten mit ihrer Handfläche öfter die Stirn erreichen als die konservativ behandelten Patienten. Am meisten beeinträchtigt waren die konservativ behandelten Patienten nach 4-part Fraktur die nur 13,4 von 20 Punkten erreichten während die mittels „Targon PH“ behandelten Patienten der 4-part Frakturen 16,6 Punkte erreichten (Abbildung 24).

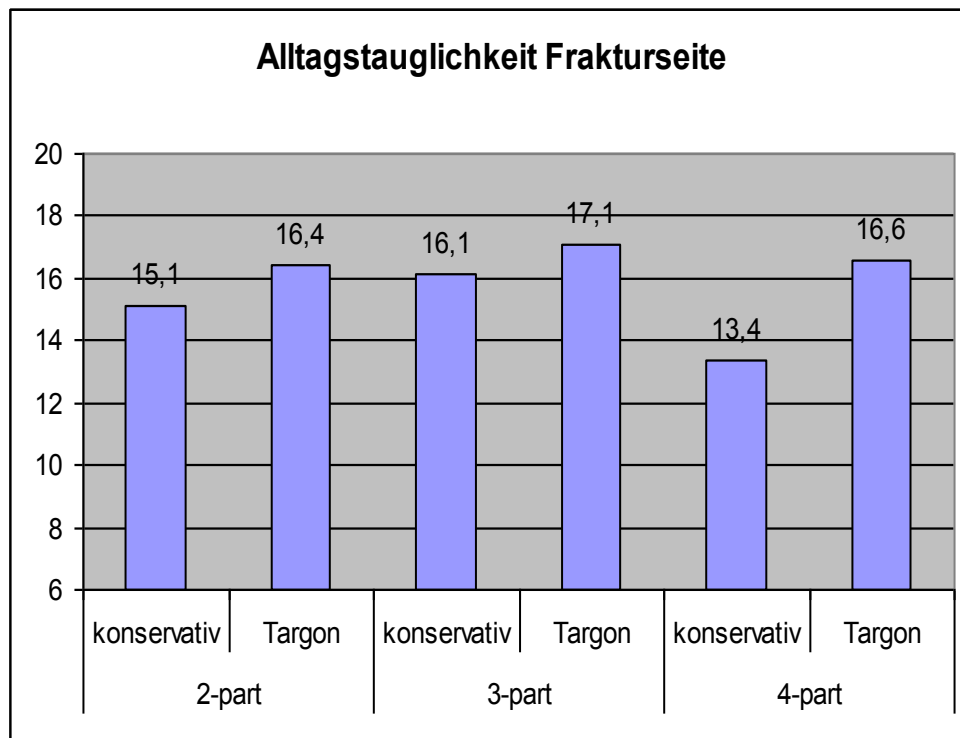


Abb. 24 Alltagstauglichkeit Frakturseite

Der Bewegungsumfang der mit einem Goniometer für die Frakturseite bestimmt wurde, ist nach komplexeren Frakturen unabhängig von der Therapieform geringer als nach einfacheren Frakturen. Bei den 2-part und 3-part Frakturen ist der Bewegungsumfang nach konservativer Therapie größer (31,7 und 33,4 von 40 Punkten) als nach Therapie mit dem „Targon PH“ (29,1 und 28,4 von 40 Punkten) (Abbildung25).

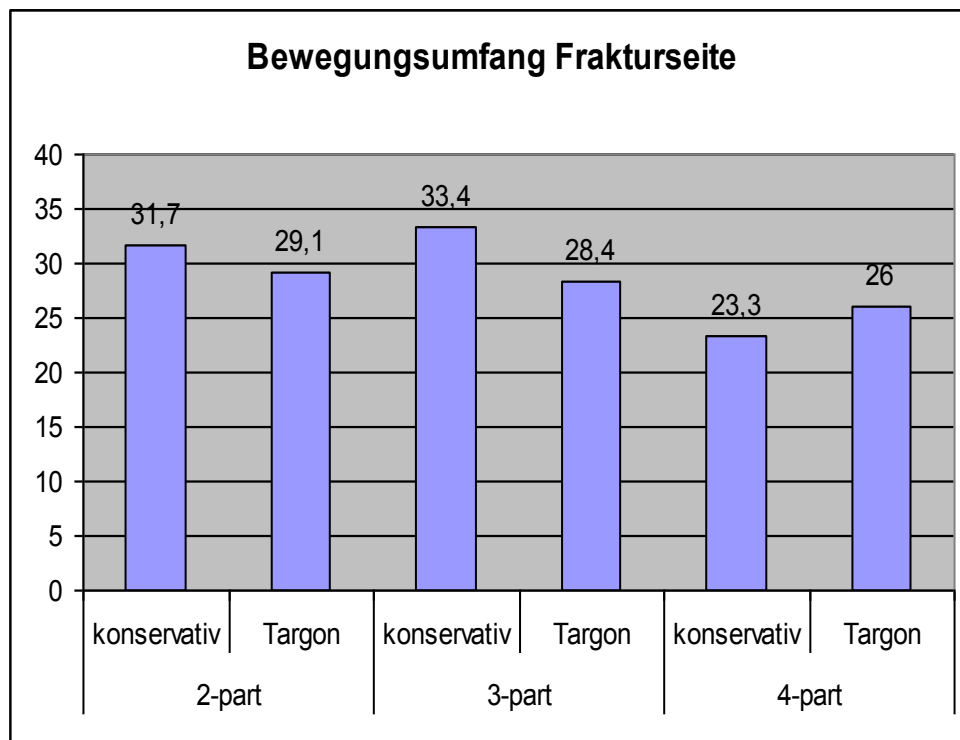


Abb. 25 Bewegungsumfang Frakturseite

Auch beim Ausmaß der maximal erreichten Kraft mit dem ehemals frakturierten Arm gibt es zwischen beiden Therapieformen nur geringe Unterschiede. Die meiste Kraft konnten die Patienten der 2-part Frakturgruppe aufbringen wo bei mehreren Patienten die maximale Zugkraft von 12,5 kg, entsprechend 25 Punkten erreicht worden ist (Abbildung 26).

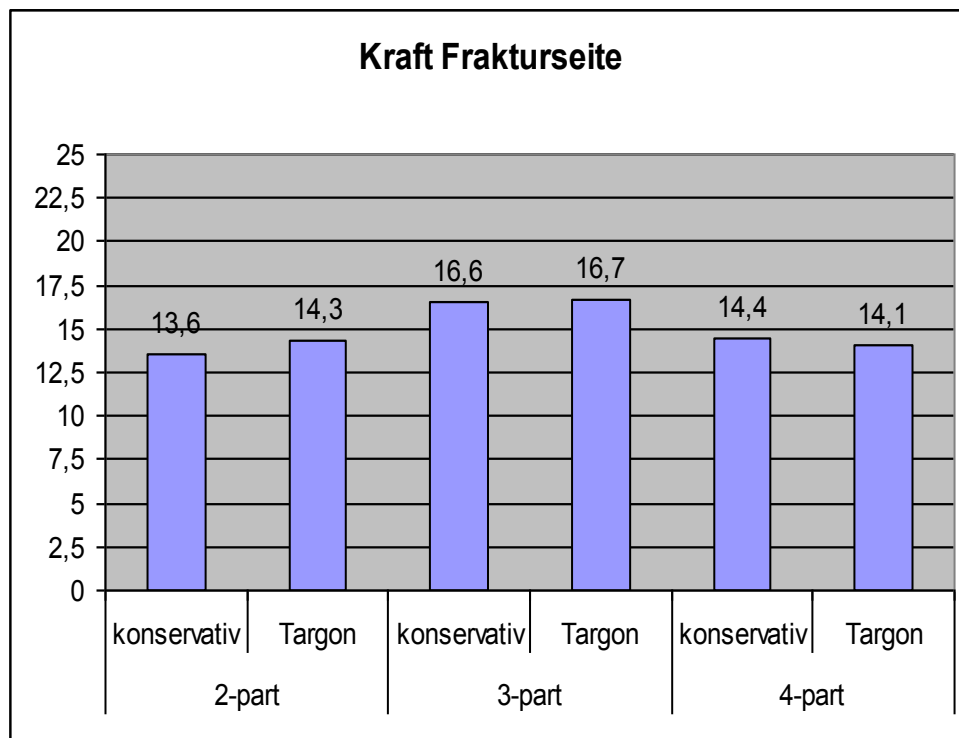


Abb. 26 Kraft Frakturseite

5.5 Vergleichende Statistik der funktionellen Ergebnisse

Die Unterschiede der im Durchschnitt erreichten Punktwerte des Constant Score, des seitenadaptierten Constant Score, sowie der einzelnen Parameter Schmerz, Alltagstauglichkeit, Bewegungsumfang und Kraft aus der Gruppe der konservativen Therapie und der operierten Patienten wurden mit Hilfe des Wilcoxon-Test für abhängige Stichproben hinsichtlich ihrer Signifikanz verglichen. Nur beim Vergleich des Bewegungsumfanges in der Gruppe der 3-part Frakturen konnte ein statistisch signifikanter Unterschied zugunsten der konservativen Therapie festgestellt werden ($p=0,047$). Ein Trend zugunsten der Patienten mit dem „Targon PH“ zeichnet sich beim Parameter Alltagstauglichkeit in der Gruppe der 4-part Frakturen ab ($p=0,053$). Bei allen anderen, mittels Wilcoxon-Test verglichenen Parametern besteht kein

signifikanter Unterschied ($p > 0,05$) und es zeichnet sich auch kein Trend ab. Zum Teil sind die Ergebnisse beider Therapieformen identisch oder fast identisch (Schmerz 2-part, Kraft 3-part) (Tabelle 1).

Typ		n	CS FS	n	seitenad.CS	n	Schmerz	Alltag	Bew.	Kraft
2-part	konserv.Th.	7	73,3	6	89,1	7	12,9	15,1	31,7	13,6
	Targon PH	7	70,7	6	75,5	7	12,9	16,4	29,1	14,3
	Signifikanz		0,612		0,5		1	0,733	0,551	0,752
			n.s.		n.s.		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
3-part	konserv.Th.	20	78,4	18	90,2	20	12,3	16,1	33,4	16,6
	Targon PH	20	74,7	18	83	20	12,5	17,1	28,4	16,7
	Signifikanz		0,481		0,42		0,763	0,494	0,047	0,962
			n.s.		n.s.		n.s.	n.s.	s.	n.s.
4-part	konserv.Th.	14	62,6	13	75,5	14	11,4	13,4	23,3	14,4
	Targon PH	14	68,6	13	75,5	14	11,8	16,6	26	14,1
	Signifikanz		0,551		0,6		0,885	0,053	0,53	0,888
			n.s.		n.s.		n.s.	Trend	n.s.	n.s.

(CS=Constant-Score, FS=Frakturseite, seitenad. CS=seitenadaptierter CS, Schm.=Schmerzen, Bew.=Bewegung, n.s.=nicht signifikant, s=signifikant)

Tab. 1 Vergleichende Statistik

5.6 Röntgenanatomie nach Frakturheilung

Von den 41 Patienten der „Targon PH“-Gruppe zeigte sich bei 6 Patienten (14,6%) mindestens eine verbliebene Dislokation. (Valgusdislokation: 2 x 20°, 2 x 30°; Varusdislokation: 1 x 30°; Dislokation des Tub. majus: 1 x 0,5 cm, 3 x 1 cm). In der konservativ behandelten Gruppe existierten von 41 humeri 26 Röntgenverlaufskontrollen. Von diesen 26 Frakturen verheilten 13 mit mindestens

einer Dislokation (50%). (Valgusdislokation: 6 x 20°; Varusdislokation: 1 x 10°, 2 x 30°; Dorsaldislokation: 2 x 20° 1 x 30°, 1 x 40°; Dislokation des Tub. majus: 5 x 1 cm und 1 x 2 cm) (Abbildung 27 und 28).

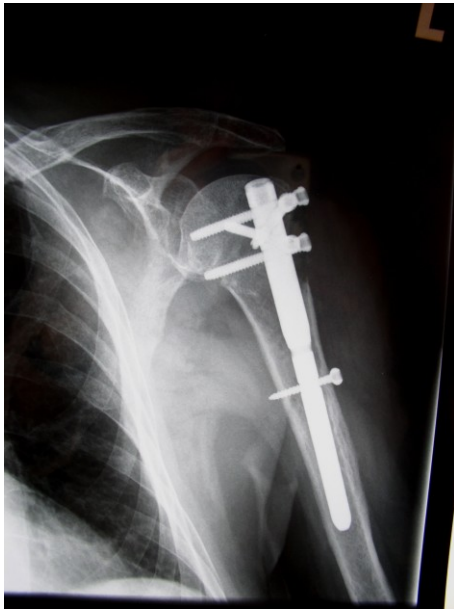


Abb. 27 Dislokation Targon PH Pat. 33



Abb. 28 Dislokation konservative Therapie Pat. 17

(beide Verfasser)

5.7 Funktionelle Ergebnisse in Korrelation zur Röntgenanatomie nach Frakturheilung

Häufigste Dislokationen nach konservativer Therapie waren die Valgusdislokation und die Verschiebung des Tuberculum majus.

Von den Pat. deren Fraktur nach konservativer Therapie in Dislokation verheilte, erreicht Pat. 18 das niedrigste Ergebnis im seitenadaptierten Constant Score (45,78) bei einer Dislokation des Tuberculum majus von 1 cm. Pat. 17 erreicht trotz Dorsaldislokation von 20° und Verschiebung des Tuberculum majus von 1 cm einen seitenadaptierten Constant Score von 91,4 (Abbildung 28 und 29).



Abb. 29 Konservative Therapie Pat. 17 3-part-Fraktur links Dislokation: 20° dorsal Tub. majus 1 cm
seitenad. CS 91,4 Röntgenbild siehe Abb. 28 (Verfasser)

Pat. 40 (konservative Therapie) weist eine Frakturheilung in deutlicher Fehlstellung auf (30° Varusdislokation, 40° Dislokation nach dorsal und Abweichung des Tuberculum majus um 2 cm), trotzdem hat er noch 78,57 Punkte im seitenadaptierten Constant Score (Abbildung 30).



Abb. 30 Pat. 40 konservative Therapie 4 Wochen nach Fraktur (Verfasser)

Vergleicht man die funktionellen Ergebnisse der Patienten mit Dislokation nach konservativer Therapie mit den Ergebnissen der Patienten ohne verbliebene Dislokation, so wird von den Patienten mit anatomisch korrekter Stellung der Fragmente im Durchschnitt ein besseres funktionelles Ergebnis erreicht. (89,61 vs. 76,83). Pat. 5 hat trotz bildmorphologischer Heilung ohne Dislokation nur einen seitenadaptierten Constant Score von 58,49 (Tabelle 2).

Pat. Nr. mit Dislokation	Valgus	Varus	Dorsal	Tub. majus	Seitenad. Const. Score	Pat. Nr. ohne Dislokation	Seitenad. Const. Score
11		10°			77,22	4	80,52
13	20°				100	5	58,49
14	20°			1 cm	81,16	9	95,88
17			20°	1 cm	91,4	12	95,51
18				1 cm	45,78	16	77,42
28	20°				50,79	19	107,25
29	20°			1 cm	56,14	20	97,85
32	20°				95,06	22	89,86
36	20°				90,22	23	89,61
39		30°		1 cm	78,79	25	94,9
40		30°	40°	2 cm	78,57	26	100
						37	88,04
Durchschnitt seitenad. CS					76,83		89,61

Tab. 2 Funktionelle Ergebnisse und Dislokation konservative Therapie

Häufigste Dislokationen nach Therapie mit dem „Targon PH“ waren, wie auch nach konservativer Therapie, die Valgusdislokation und die Verschiebung des Tuberculum majus. Pat. 23 hat eine Valgusdislokation von 30° und eine Verschiebung des Tub. majus um 1 cm (Abbildung 31).



Abb. 31 Pat. 23 Targon PH (Verfasser)

Auch beim Vergleich der funktionellen Ergebnisse nach operativer Therapie in Abhängigkeit von der Dislokation ist ein statistischer Vergleich wegen der geringen Fallzahl nicht möglich. Im Gesamtdurchschnitt gab es keinen Unterschied zwischen den Patienten mit und ohne Dislokation (78,7 vs. 79,0). In der Gruppe ohne Fehlstellung reicht der seitenadaptierte Constant Score von 32,97 (Pat. 39) bis 100 (Pat. 12) (Abbildung 32).

Bei den Patienten mit Dislokationen von 33,33 (Pat. 32) bis 100 (Pat. 7) (Tabelle 3).



Abb. 32 Targon PH Pat. 1 2-part-Fraktur links keine Dislokation seitenadaptierter CS 61 (Verfasser)

Pat. mit Dislokation Nr.	Valgus	Varus	Dorsal	Tub. majus	Seitenad. Con. Score	Pat. ohne Dislokation seitenad. Con. Score
7	30°				100	
8		30°		1 cm	89,66	
23	30°			1 cm	86,46	
32				0,5 cm	33,33	
33	20°			1 cm	63,74	
37	20°				98,99	
Durchschnitt seitenad. CS					78,7	79,0

Tab. 3 Funktionelle Ergebnisse und Dislokation Targon PH

5.8 Komplikationen

In der Dokumentation der 41 Patienten der „Targon PH“ Gruppe fand sich bei 15 Patienten (37%) mindestens 1 Komplikation die im Zusammenhang mit dem Implantat oder der Implantation stand (Tabelle 4).

Pat. Nr.	Komplikation	Therapie	Seitenad. CS
2-part			
1	intraop. Verl. d. Bicepssehne	Sehnennaht	61
3	Implantatirritation	Teil Metallentfernung	61,33
3-part			
8	Nagelperf. Schraubenperf. part. Kopfnekrose	Teil Metallentfernung	89,66
9	Implantatirritation	Teil Metallentfernung	53,68
16	Implantatirritation, part. Kopfnekr.	Metallentfernung	86,17
17	Implantatirritation	Teil Metallentfernung	97,7
19	Implantatirritation	Metallentfernung	68,24
23	Schraubenperforation	Teil Metallentfernung	86,46
24	Implantatirritation	Teil ME, später Arthroskopie, Adhäsiolyse	48,35
26	Atrophie d. M. deltoideus	Metallentfernung	78,79
27	Schraubenperforation part. Kopfnekrose	Metallentfernung	69,39
4-part			
29	Dislokation d. prox. Schrauben, Adhäsionen	Arthroskopie, Entfernung 2 prox. Schrauben, Adhäsiolyse	65,82
33	Nagelperforation	Keine	63,74
39	Schraubenperf. frozen shoulder, partielle Kopfnekrose	Arthroskopie, Entfernung der Schraube, Acromioplastik	32,97
41	frozen shoulder	Metallentfernung	75
		Durchschnitt:	69,22

Tab. 4 Komplikationen Targon PH

Meist handelte es sich um eine Irritation durch das Implantat.

Auch Perforationen durch die Schrauben, eine intraoperative Verletzung der langen Bicepssehne und partielle Humeruskopfnekrosen kamen vor (Abbildung 33). Bei 13

Patienten (32%) zogen diese Komplikationen einen Zweiteingriff wie Metallentfernungen und Adhaesiolyse nach sich.

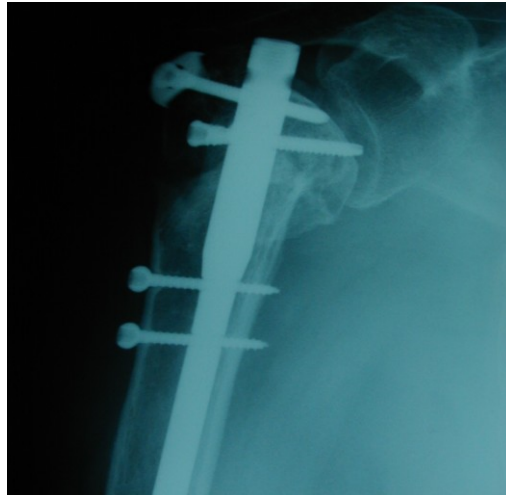


Abb. 33 partielle Humeruskopfnekrose (Verfasser)

5.9 Zusätzliche Parameter aus der Gruppe der konservativen Therapie

Von den Patienten der retrospektiv untersuchten Gruppe der konservativen Therapie wurden noch zusätzliche Daten erhoben: Bei den 3-part Frakturen konnten 10 Patienten ambulant behandelt werden (50%) bei den 2-part Frakturen 2 von 7 (29%) und bei den 4-part Frakturen 2 von 14 Patienten (14%). Der durchschnittliche stationäre Aufenthalt aller Patienten zusammen (ambulant und stationär) dauerte mit 6,7 Tagen nach 3-part Fraktur am längsten. Patienten mit 2-part Fraktur konnten nach durchschnittlich 2,7 Tagen das Krankenhaus verlassen.

Die Dauer der Retention nimmt mit der Anzahl der Fragmente zu (8,7 Tage 2-part, 15,4 Tage 3-part, 19 Tage 4-part).

Die meisten Studienteilnehmer sind mit der Art der Behandlung und dem funktionellen Ergebnis zufrieden oder sehr zufrieden. In der Gruppe der 2-part- und

der 4-part Frakturen gibt es jeweils 2 Patienten die mit dem gesamten Ergebnis und der Art der Therapie nicht zufrieden sind.

Das durchschnittliche verbliebene Schmerzerleben welches mit der visuellen Analogskala von 0 bis 10 quantifiziert wurde, liegt zwischen 1,8 (3-part) und 2,6 (4-part) (Tabelle 5).

	2-part nach Neer	3-part nach Neer	4-part nach Neer
	(n=7)	(n=20)	(n=14)
stat. Aufenth./Tage	4,6	2,7	6,7
Retentionsdauer/Tage	8,7	15,4	19
Visuelle Analogskala	1,9	1,8	2,6
Zufriedenheit			
sehr zufrieden	4	7	3
zufrieden	1	12	8
nicht zufrieden	2	1	2
keine Angaben			1

Tab. 5 Weitere Daten konservative Therapie

Von den 39 in die Studie einbezogenen konservativ behandelten Patienten äußerten 5 Patienten (12,8%), dass sie die Retention als unangenehm empfanden.

6. Diskussion

6.1 Epidemiologie

Die proximale Humerusfraktur ist eine der häufigsten Frakturformen. Die Inzidenz wurde in zwei unabhängigen Studien mit 104 bzw. 105 pro 100 000 Einwohner angegeben. (5. Horak & Nielsson, 1975) (6. Rose et al., 1982)

Sarkar et al. gehen in Ihrer Studie über die Frakturen der oberen Extremität beim alten Menschen von einer Inzidenz der proximalen Humerusfraktur von etwa 90 000 pro Jahr in Deutschland aus. (23. Sarkar et al., 1999)

Auch an der Rostocker Universitätsklinik stellen Patienten mit proximaler Humerusfraktur einen hohen Anteil am Patientengut dar. Lind, Kroner und Jensen fanden heraus, dass ca. 75 % aller Patienten mit proximaler Humerusfraktur älter als 60 Jahre und ebenfalls etwa 75 % Frauen sind. (7. Lind et al., 1989)

In einer Untersuchung zu den Behandlungsformen von dislozierten proximalen Humerusfrakturen wurden alle Patienten mit dislozierten proximalen Humerusfrakturen vom Typ 3-part und 4-part nach Neer eingeschlossen, die sich von April 1990 bis Februar 1993 im Stockholmer Universitätsklinikum vorstellten. Das mittlere Alter dieser 40 Patienten (35 weiblich (88%), 5 männlich (12 %)) betrug 74 Jahre. (24. Zyto et al. 1997)

In der vorliegenden Arbeit dominieren ebenfalls ältere Patienten und unter ihnen das weibliche Geschlecht. Das durchschnittliche Alter aller Patienten aus der Gruppe der operativen Therapie betrug zum Zeitpunkt der Fraktur 69,1 Jahr (37-83 Jahre). Von den 41 Patienten waren 35 weiblich (85 %) und 6 männlich (15 %). Die allgemein bekannte Alters- und Geschlechtsverteilung scheint also bestätigt zu sein.

In der Gruppe der operativ versorgten Patienten war es von Vorteil, dass die Patienten gleich zu Beginn der Behandlung über die Aufnahme in die prospektive Studie aufgeklärt worden sind, was die Compliance deutlich erhöhte. Außerdem verstarben während des kurzen Nachuntersuchungszeitraumes von 12 Monaten nur sehr wenige Patienten. Es konnte ein ausreichend großer Pool von Patienten für die spätere matched pair Analyse gebildet werden.

6.2 Konservative Therapie

Dass konservative Verfahren bei proximalen Humerusfrakturen zu guten Ergebnissen führen, wurde bereits 1997 durch Koval et al. bestätigt. (2. Koval et al., 1997)

Trotz Schwierigkeiten wegen mangelnder Patientencompliance, lückenhafter Dokumentation und vielfältiger Probleme, die sich aus dem zum Teil langen Nachuntersuchungszeitraum ergaben (2-part und 3-part durchschnittlich 53 Monate, 4-part durchschnittlich 56 Monate), konnten Patienten mit insgesamt 41 proximalen Humerusfrakturen untersucht und die Daten für die matched pair Analyse genutzt werden.

Es fiel auf, dass das Therapieregime bezüglich der Retention heterogen war und öfter Verfahrenswechsel zwischen Poelchengips, Desaultverband und Gilchristbandage vorgenommen worden sind. Aufgrund der geringen Fallzahl konnte nicht weiter zwischen den einzelnen Therapieformen unterschieden werden, sondern wurden die Verfahren als konservatives Therapieregime zusammengefasst. Mit zunehmender Komplexität der Fraktur stieg im Durchschnitt auch die Dauer der Retention (2-part=8,7; 3-part=15; 4-part=19 Tage). Bei der Dauer des stationären

Aufenthaltes stellte sich heraus, dass die Patienten mit 3-part Fraktur besonders häufig ambulant verbleiben konnten. Im Durchschnitt aller konservativ behandelten Patienten, also inklusive der ambulanten, ergab sich eine Krankenhausverweildauer von nur 2,7 Tagen bei den 3-part Frakturen (2-part=4,6; 4-part=6,7 Tage).

Ein direkter Vergleich der Dauer des stationären Aufenthaltes nach konservativer Therapie und der Versorgung mit dem „Targon PH“ ist nicht möglich, da beide Patientengruppen zu unterschiedlichen Zeiten behandelt worden sind und die gesundheitspolitischen Rahmenbedingungen (z.B. Fallpauschalen, Bettenzahl) jeweils andere waren.

Es scheint eine Beziehung zwischen den verbliebenen Schmerzen und der Zufriedenheit mit der Art und dem Ergebnis der Behandlung zu bestehen. Die Patienten mit konservativ behandelter proximaler Humerusfraktur wurden aufgefordert sich festzulegen, ob sie mit der Art, wie sie therapiert worden sind und dem Ergebnis zufrieden, nicht zufrieden oder sehr zufrieden sind. Später sollten die Patienten dann anhand der visuellen Analogskala ihre verbliebenen Schmerzen darstellen. Insgesamt äußerten 14 Patienten, dass sie sehr zufrieden sind, diese Patienten gaben einen durchschnittlichen VAS von 0,5 an. 21 Patienten waren mit Art und Ergebnis der Therapie zufrieden und hatten einen durchschnittlichen VAS von 2,3, während 5 Patienten nicht zufrieden waren und einen VAS von durchschnittlich 6 angaben. Es scheint hier die allgemeine Zufriedenheit mit der Intensität der verbliebenen Schmerzen zu korrelieren.

6.3 Vergleichende Statistik der funktionellen Ergebnisse

Durch die matched pair Analyse konnten für alle drei Frakturtypen homogene Gruppen gebildet werden, die sich hauptsächlich in der angewandten Therapie unterschieden und deshalb gut vergleichbar waren.

Die Ergebnisse der operativen und der konservativen Therapie drücken sich in der Summe am besten im seitenadaptierten Constant Score aus. Konservative Therapie und „Targon PH“ unterscheiden sich darin nur unwesentlich und nicht signifikant (siehe Tab. 1). Das untersuchte Patientenkollektiv ist jedoch sehr gering.

In der Gruppe der 4-part Frakturen ist der durchschnittlich erreichte seitenadaptierte Constant Score bei beiden Therapieformen gleich. Bei den 2-part Frakturen haben die konservativ behandelten Patienten ein besseres Ergebnis (89,1 vs. 75,5), ebenso bei den 3-part Frakturen (90,2 vs. 83,0). Da aber keine Signifikanz besteht, kann daraus nicht geschlossen werden, dass die konservative Therapie wirklich häufiger zu besseren Ergebnissen führt als der proximale Humerusnagel.

Ein einziger signifikanter Unterschied konnte festgestellt werden in der Gruppe der 3-part Frakturen beim Parameter Bewegungsumfang (kons.=33,4; Targon PH=28,4; Signifikanz $s=0,047$). Hier könnte die konservative Therapie dem proximalen Humerusnagel überlegen sein.

Ein Trend zeigt sich in der Gruppe der 4-part Frakturen beim Parameter Alltagstauglichkeit (kons.=13,4; Targon PH=16,6; Signifikanz $s=0,053$).

In Ihrer Studie über Langzeitergebnisse nach komplexen Frakturen des Oberarmkopfes untersuchten Kollig et al. 9 Patienten mit 4-part Fraktur und konservativer Therapie nach einem durchschnittlichen Zeitraum von 72 Monaten und fanden einen mittleren Constant Score für die verletzte Seite von 82 (eigenes Patientengut der 4-part Gruppe CS=62,6) (14. Kollig et al., 2003)

Auch Lill et al. untersuchten insgesamt 37 Patienten (Altersdurchschnitt 75 Jahre) mit dislozierter proximaler Humerusfraktur nach durchschnittlich 20 Monaten (3 bis 93), die konservativ behandelt worden sind. Lill et al. bestimmten nur den Constant Score der verletzten Seite und nicht den seitenadaptierten Constant Score. Bei den 19 Patienten mit 2-part Fraktur errechneten Lill et al. einen Constant Score von 72 (eigenes Patientengut=73,3), bei den 12 Patienten mit 3-part Fraktur einen Constant Score von 78 (eigenes Patientengut=78,4) und bei 6 Patienten mit 4-part Fraktur einen Constant Score von 61 (eigenes Patientengut=62,6).

Es findet sich hier eine deutliche Übereinstimmung der Ergebnisse des Constant Score der Frakturseite im eigenen mit den Ergebnissen im untersuchten Patientengut bei Lill et al. Die Autoren der Studie schlussfolgerten daraus, dass die konservative Therapie für 2- und 3-part Frakturen eine mögliche Behandlungsform mit überwiegend guten Ergebnissen darstellt. Die 4-part Frakturen sollten laut den Autoren aufgrund der zu erwartenden schlechten Ergebnisse operiert werden, ohne dass ein Operationsverfahren vorgeschlagen wurde. (25. Lill et al., 2001)

Zum „Targon PH“ fand sich in der Literatur eine Erhebung welche die Ergebnisse bei geriatrischen Patienten (Altersdurchschnitt 81 Jahre (62 bis 102)) mit instabilen proximalen Humeruskopffrakturen nach Implantation eines „Targon PH“ prüfte.

Insgesamt konnten über einen Nachuntersuchungszeitraum von 13 Monaten 36 Schultern von 35 Patienten nachverfolgt werden. Ursprünglich wurden 16 2-part-, 22 3-part und 3 4-part Frakturen eingeschlossen. Alle Frakturen verheilten. Ein Patient erlitt wegen erneutem Sturz eine Refraktur mit Implantatausriss. Die Aktivitäten des täglichen Lebens waren in allen Fällen wieder möglich. Die Patienten erreichten im Mittel einen Constant Score von 57 (45 bis 69). Die Patienten in der vorliegenden Studie erreichten im Durchschnitt aller drei Frakturtypen nach Implantation eines „Targon PH“ einen Constant Score der Frakturseite von 72 (31 bis

98). Mathews und Lobenhoffer schlussfolgern, dass der „Targon PH“ bei instabilen proximalen Humerusfrakturen zu einer guten Übungsstabilität und letztlich zu guten funktionellen Ergebnissen führt. (26. Mathews & Lobenhoffer, 2004)

Einschränkend muss erwähnt werden, dass die Autoren nicht angegeben haben, wie sich die untersuchten Frakturen auf die einzelnen Typen nach Neer verteilten. Das mittlere Alter der Patienten bei Mathews unterscheidet sich mit 81 Jahren (62 bis 102) auch deutlich vom eigenen Patientengut mit 69 Jahren (37 bis 83).

Ebenfalls mit dem damals noch neuen „Targon PH“ wurden im Zeitraum von Februar 2000 bis August 2001 im Klinikum Nürnberg 95 Patienten versorgt. Stedtfeldt et al. konnten nach 12 Monaten noch insgesamt 14 Patienten untersuchen, diese hatten einen Constant Score der Frakturseite von 85,7 (Eigenes Patientengut=72) und dabei einen seitenadaptierten Constant Score von 91,3 (Eigenes Patientengut=79,2).

Die Autoren unterteilten nicht nach der Neer-Klassifikation und machten keine Angaben zum Alter der Patienten. Sie schlussfolgerten, dass der „Targon PH“ die Humeruskopffragmente winkel-, gleit- und rotationsstabil fixieren kann und so einen hohen Grad an Primärstabilität für früh einsetzende Übungsaktivität ermöglicht. Auch osteoporotische Humerusköpfe ließen sich rekonstruieren. (27. Stedtfeldt et al., 2003)

In einer Studie der Unfallchirurgischen Abteilungen aus Nürnberg und Rostock wurde bei 221 Patienten mit Frakturen vom Typ Neer II bis Neer VI jeweils 3, 6 und 12 Monate nach Implantation eines „Targon PH“ der Constant Score der betroffenen Extremität bestimmt. Nach 12 Monaten konnten noch 64 Patienten nachuntersucht werden. Diese erreichten durchschnittlich 74,5 von maximal möglichen 100 Punkten (eigenes Patientengut = 72) (4. Mittlmeier et al., 2003)

In der neueren Literatur fand sich die Arbeit von van den Broek et al. welche 24 Patienten (mittleres Alter=64,6Jahre) mit einem anterograden Humerusnagel

versorgten („ACE-nail“), prospektiv verfolgten und nach im Mittel 15,8 Monaten erneut untersuchten. Außerdem untersuchten sie ein historisches Patientengut, welches mittels konservativer Therapieverfahren versorgt worden ist aus der Zeit, bevor der Nagel sich etabliert hatte. Es konnten 16 Patienten (mittleres Alter=69,4Jahre) nach einem mittleren Nachuntersuchungszeitraum von 68,8 Monaten untersucht werden (Tabelle 6).

	ACE-nail			konservative Th. van den Broek		
	3-part	4-part	total	3-part	4-part	Total
	n=7	n=16	n=23	n=8	n=8	n=16
seitenad. CS	73,6	64,3	67,1	82,1	80,6	81,4
	Targon PH			konservative Ther. eigene Patienten		
	3-part	4-part	total (3+4-p.)	3-part	4-part	total (3+4-p.)
	n=18	n=13	n=31	n=18	N=13	n=31
seitanad. CS	83	75,5	78	90,2	75,5	84

Tab.6 seitanad. CS van den Broek vs. eigene Pat.

Die Pat. welche einen „Targon PH“ implantiert bekamen, erreichten im Durchschnitt ein besseres Ergebnis als nach Implantation eines ACE-Nagels (78 vs. 67,1), während die Pat. mit konservativer Therapie bei van den Broek und im eigenen Patientengut auf ähnlich gute Ergebnisse im Constant Score kommen (81,4 vs. 84). Es wurden auch bei van den Broek Ergebnisse einer prospektiven mit denen einer retrospektiven Studie verglichen. Es wurden keine 2-part Frakturen eingeschlossen und keine matched-pair Analyse konstruiert, so dass sich die Patienten der beiden Behandlungsgruppen neben der Anzahl auch noch in anderen Eigenschaften unterscheiden können, als nur in der Art, wie sie therapiert worden sind. In 42 % der Fälle kam es in der Gruppe der operierten Patienten zu Komplikationen wie

sekundären Dislokationen oder subacromialem Impingement. Die Autoren der Studie sagen, dass dislozierte 3- und 4-part Frakturen mit einem anterograden Humerusnagel behandelt werden können. Die meisten Komplikationen nach Operation seien vermeidbar und das outcome hinge wesentlich von der Technik des Operierens und der Erfahrung des Operateurs ab. (28. van den Broek et al., 2007)

6.4 Komplikationen und Röntgenanatomie nach Frakturheilung

Von den 41 in die Studie aufgenommenen Patienten die einen Targonnagel erhielten, wiesen 15 (37 %) mindestens eine Komplikation auf und bei 13 Patienten (32 %) wurde eine zweite Operation, zum Beispiel Metallentfernung und Adhäsiolyse, mit erneutem allgemeinen Operationsrisiko und Klinikaufenthalt erforderlich. Hauptsächlich zeigten sich Implantatirritationen und Schraubenperforationen aber auch eine intraoperative Verletzung der langen Bicepssehne und partielle Humeruskopfnekrosen kamen vor.

Die 15 Patienten mit post- oder intraoperativen Komplikationen erreichten einen durchschnittlichen seitenadaptierten Constant Score von 69,22 während die 26 Patienten ohne Komplikation im Score 84,56 Punkte erreichten (Tabelle 4).

Implantat- oder operationsassoziierte Komplikationen scheinen einen Einfluss auf das funktionelle Ergebnis zu haben. In der Gruppe der konservativen Therapie konnten keine Komplikationen nachgewiesen werden und es wurde keine Operation notwendig. Obwohl sich die Ergebnisse beider Therapien nicht wesentlich unterscheiden, gibt es Unterschiede bei den Dislokationen nach erfolgter Therapie. Durch die Fixierung der Fragmente an den dafür vorgesehenen Stellen des Implantats scheint es häufiger möglich, eine anatomisch korrekte Stellung zu erreichen und diese auch stabil zu halten, als bei der konservativen Therapie und der

dabei vorgenommenen geschlossenen Reposition. Eine Verschiebung der Fragmente ist bei den konservativen Retentionsformen möglich.

In der Gruppe der 41 Targonpatienten fand sich ein Jahr nach Therapie in den Röntgenaufnahmen bei 6 von ihnen eine Dislokation (14,6 %), während es von den 26 mittels Röntgenaufnahme nachuntersuchten konservativen Patienten 13 betrifft (50 %).

Es scheint beim muskelgeführten Schultergelenk nicht vorrangig auf die anatomisch korrekte Stellung der Fragmente anzukommen. Möglicher Weise ist die Intaktheit des Weichteilmantels für das funktionelle Ergebnis von größerer Bedeutung. Während bei der konservativen Therapie die Rotatorenmanschette üblicher Weise nicht beeinträchtigt wird, muss sie bei der Operation als Zugangsweg gespalten werden. Bei einem Patienten der Targongruppe wurde intraoperativ akzidentell die lange Bicepssehne durchtrennt.

In unterschiedlichen Studien kommen die Autoren je nach Therapieform auf Raten der AVN (Avasculäre Nekrose des Kopfes) zwischen 1 bis 18,2 % (partielle Nekrosen) und 3,1 bis 20,9 % (totale Kopfnekrose) (14. Kollig et al. 2003) Über das Nekroserisiko entscheidet das Ausmaß der Fraktur (Zahl der Fragmente und deren Dislokationsgrad).

Das Vorbringen des Targonagels und der Schrauben durch den Humeruskopf birgt die Gefahr von Durchblutungsstörungen und damit einer Kopfnekrose. Von den 19 operierten Patienten die eine Röntgenverlaufskontrolle erhielten entwickelten 4 Patienten (21 %) eine partielle Kopfnekrose.

Bei den konservativ behandelten Patienten konnte eine Humeruskopfnekrose nicht nachgewiesen werden. Die geschlossene Reposition mit Retention scheint schonender für die Gefäße des Humeruskopfes zu sein als das Vorbringen des Nagels und der Schrauben. Lill et al fanden bei 8 (22%) von 37 konservativ

behandelten proximalen Humerusfrakturen eine Humeruskopfnekrose, wobei die Auftretenswahrscheinlichkeit mit dem Frakturgrad zunahm. (25. Lill et al, 2001)

Die Arbeitsgruppe von Gerber et al untersuchte anhand eines Kollektives von 25 Patienten mit partieller oder totaler avasculärer Humeruskopfnekrose, deren klinische Relevanz. Durchschnittlich 7,5 Jahre nach der Fraktur erreichten diese Patienten im Mittel einen Constant-Score von 46 Punkten. (29. Gerber et al, 1998)

7. Schlussfolgerung

Die proximale Humerusfraktur ist eine der häufigsten Frakturformen, deren Inzidenz wegen der steigenden Lebenserwartung noch zunehmen wird. Ein gutes Ergebnis der Therapie dieser Fraktur hinsichtlich Schmerz, Bewegungsumfang, Alltagstauglichkeit und Kraft, ist für die Lebensqualität des Betroffenen von entscheidender Bedeutung. Auch der ältere Mensch ist in der heutigen Zeit noch sehr aktiv und stellt hohe Ansprüche an die Funktion des Oberarmes.

In dieser Studie gelang es nicht, signifikante Unterschiede im Ergebnis der Therapie mittels „Targon PH“, Dessaultverband, Gilchristbandage und Oberarmhängegips nach Poelchen nachzuweisen.

Die Versorgung mit dem „Targon PH“ ermöglicht intraoperativ eine nahezu anatomisch korrekte Reposition und anschließend eine sofortige Belastung.

Es werden, außer einer guten Röntgenanatomie, gute funktionelle Ergebnisse hinsichtlich des Bewegungsumfanges, der Alltagstauglichkeit und der Kraft erreicht. Die Patienten haben wenig verbleibende Schmerzen. Andererseits liefert auch die konservative Therapie trotz zum Teil deutlich disloziert verheilten Fragmente sehr akzeptable Ergebnisse ebenfalls in den Bereichen Bewegungsumfang, Alltagstauglichkeit, Kraft und verbliebene Schmerzen.

Die konservativen Therapieformen verursachen bei sachgerechter geschlossener Reposition im Gegensatz zur operativen Therapie keinen zusätzlichen Weichteilschaden, der das funktionelle Ergebnis negativ beeinflussen kann, gerade weil es sich um ein muskelgeführtes Gelenk handelt. Konservative Therapieverfahren stehen auch Patienten zur Verfügung, die aufgrund von Begleiterkrankungen nicht

operationsfähig sind. Aber auch alle anderen Patienten gehen ein entsprechendes allgemeines Operations- und Narkoserisiko ein. Die Implantation des „Targon PH“ erfolgt in Intubationsnarkose. Einige Patienten müssen sich wegen Komplikationen auch noch einem Zweiteingriff unterziehen. Im untersuchten Patientengut waren es 13 von 41 (32 %).

Die Retentionsformen Dessaultverband, Gilchristbandage und vor allem der Oberarmhängegips nach Poelchen, werden von den Patienten nur in wenigen Fällen als unangenehm empfunden. Wundinfektionen wurden bei den Targonpatienten nicht beobachtet, sind aber, wie nach jeder Operation, möglich. Auch wenn es nicht gelungen ist, einen Vorteil einer bestimmten Therapieform zu belegen, so sollte die konservative Therapie nicht ausschließlich inoperablen Patienten vorbehalten bleiben. Vielmehr sollte sie allen Patienten mit proximaler Humerusfraktur als Alternative zur Operation angeboten werden, zumindest jedoch denen mit stabil eingestauchter Fraktur. Wichtig scheint dabei jedoch auch, dass es ein einheitliches Vorgehen beim konservativen Therapieregime und der anschließenden frühfunktionellen Belastung gibt. Auch sollten standardisierte Therapieverlaufskontrollen wie Röntgenaufnahmen und Constant Score Erhebungen selbstverständlich sein. Wenn unter diesen Bedingungen in Zukunft Patienten einer konservativen Therapie zugeführt würden, sollte es möglich sein, ein größeres Patientenkollektiv für eine prospektive Studie über die Ergebnisse der konservativen Therapie bei proximaler Humerusfraktur zu gewinnen. Auf diese Weise könnte dann eventuell der genaue Stellenwert der konservativen Therapie im Vergleich mit den modernen Therapieverfahren wie der Implantation des „Targon PH“ ermittelt werden.

8. Literaturverzeichnis

1. O, Mann J, Damanakis K, Schaal Müller KH. Ein modifiziertes Behandlungskonzept bei Humeruskopffrakturen des älteren Menschen. Unfallchirurg 1996; 99: 561-568
2. Koval KJ, Gallagher MA, Marsicano JG, Cuomo F, McShinavy, Zuckerman JD. Functional outcome after minimal displaced fractures of the proximal part of the humerus. J Bone Joint Surg 1997; Am 79: 203-207
3. Trupka A, Wiedemann E, Ruchholtz S, Brunner U, Habermeyer P, Schweiberer L. Dislozierte Mehrfragmentfrakturen des Humeruskopfes. Unfallchirurg 1997; 100: 105-110
4. Mittlmeier T, Ewert A, Gradl G, Beck M, Frosch B, Stedtfeld HW. Stabilization of Humeral Head Fractures With an Angular and Sliding Stable Antegrade Locking Nail (Targon PH). J Bone Joint Surg 2003; 136-146
5. Horak J, Nielsson BE. Epidemiology of fractures of the upper end of the humerus. Clin Orthop 1975; 250-253
6. Rose SH, Melton LJ, Morrey BF, Ilstrup DM, Riggs BL. Epidemiologic features of humeral fractures. Clin Orthop 1982; 24-30

7. Lind T, Kroner K, Jensen J. The epidemiology of fractures of the proximal humerus. Arch Orthop Trauma Surg 1989; 285-287
8. Rees J, Hicks J, Ribbans W. Assessment and management of three-and four-part proximal humeral fractures. Clin Orthop 1998; 353: 18-29
9. Kutschka-Lissberg F, Kollig E, Keller M, Muhr G. Frakturbehandlung im hohen Alter. Orthopäde 2000; 74-280
10. Lee SH, Dargent-Molina P, Breart G. Risk factors for fractures of the proximal humerus : results from the EPIDOS prospective study. J Bone Miner Res 2002; 17-825
11. Habermeyer P, Schweiberer L. Oberarmkopffrakturen. Konservative und operative Differentialtherapie. Unfallchirurg 1991; 94: 438-446
12. Habermeyer P. Die Humeruskopffraktur. Der Unfallchirurg 1997; 100: 820-837
13. Wiedemann E, Schweiberer L. Die geschlossene Behandlung bei Humeruskopffrakturen. Orthopäde 1992; 21: 106-114
14. Kollig E, Kutschka-Lissberg F, Roetman B, Dielenschneider B, Muhr G. Komplexe Brüche des Oberarmkopfes: welche Langzeitresultate sind zu erwarten? Zentralbl Chir 2003; 128: 111-118

15. Kocher T. Die Fracturen am oberen Humerusende. Beiträge zur Kenntniss einiger praktisch wichtiger Frakturformen 1896; 7-7
16. Böhler L. Oberarmbrüche. Die Technik der Knochenbruchbehandlung 1977; 644-644
17. Codman EA. Fractures in relation to the subacromial bursa. The shoulder-rupture of supraspinatus tendon and other lesions in or about the subacromial bursa 1934; 313-113
18. Neer CS. Displaced proximal humerus fractures part I. Classification and evaluation. J. Bone Joint Surg 1970; 52: 1077-1089
19. Müller ME, Nazarian S, Koch P, Schatzker J. The comprehensive classification of fractures of long bones. 1990 Springer-Verlag; 54-54
20. Müller ME, Allgöwer M, Schneider R, Willenegger H. Manual der Osteosynthese. Springer-Verlag 1992
21. Schumpelick V, Bleese N, Mommsen U. Chirurgie. Enke-Verlag 1998; p. 475 ff
22. Constant CR, Murley AHG. A clinical method of functional assessment of the shoulder. Clin Orthop; 1987; 214: 160-164
23. Sarkar MR, Hoellen IP, Kinzl L. Frakturen der oberen Extremität beim alten Menschen. Z. Orthop. 1999; 137: 486-491

24. Zyto K, Ahrengart L, Sperber A, Törnkvist H. Treatment of displaced proximal humeral fractures in elderly patients. J Bone Joint Surg. 1997; 79-B: 412-7
25. Lill H, Bewer A, Korner J, Verheyden P, Hepp P, Krautheim I, Josten C. Konservative Therapie dislozierter proximaler Humerusfrakturen. Zentralbl. Chir. 2001; 126: 205-210
26. Mathews J, Lobenhoffer P. Ergebnisse der Versorgung instabiler Oberarmkopffrakturen bei geriatrischen Patienten mit einem neuen winkelstabilen antegraden Marknagelsystem. Unfallchirurg 2004; 107: 372-380
27. Stedtfeld HW, Attmanspacher W, Thaler K, Frosch B. Fixation von Humeruskopffrakturen mit anterograder Marknagelung. Zentralbl. Chir. 2003; 128: 6-11
28. van den Broek CM, van den Besselaar M, Coenen JMF, Vegt PA. Displaced proximal humeral fractures: intramedullary nailing versus conservative treatment. Arch. Orthop. Surg. 2007; 127: 459-463
29. Gerber C, Hersche O, Berberat C, The clinical relevance of posttraumatic avascular necrosis of the humeral head. J Shoulder Elbow Surg. 1998; 586-590
30. Rommens PM, Heyvaert G, Die konservative Behandlung subcapitaler Humerusfrakturen. Unfallchirurgie 1993; 2: 114-118

31. Hessmann MH, Sternstein W, Blum J, Krummenauer F, Rommens PM. Die winkelstabile Platte am proximalen Humerus. Aktuelle Traumatologie 2003; 33: 2-6

32. Bathis H, Tingart M, Bouillon B, Tilling T. Die operative Therapie der proximalen Humerusfraktur. Ist die T-Platte noch ein zeitgemäßes Osteosyntheseverfahren? Zentralblatt Chirurgie 2001; 211-216

33. Maurer J, Rüter AE. Winkelstabile Platte am proximalen Humerus. Trauma und Berufskrankheit 2004; 6: 247-250

34. Lill H, Josten C. Proximale und distale Humerusfrakturen im hohen Alter. Orthopäde 2000; 29: 327-341

9. Anhang

9.1 Die Parameter des Score nach Constant und Murley

9.1.1 Schmerzen

-ständig starke Schmerzen, ständiger Schmerzmittelbedarf	(0)
-ständig Schmerzen, nur gelegentlicher Schmerzmittelbedarf	(0)
-Schmerzen nur bei Bewegung	(5)
-Schmerzen nur bei starker Belastung	(10)
-Schmerzen nur gelegentlich und leicht	(10)
-keine Schmerzen	(15)

9.1.2 Kraft

Die Kraft wird mit einem handelsüblichen geeichten Federkraftmesser am Ansatz des M. deltoideus bei aktiver Abduktion gemessen und, physikalisch nicht ganz korrekt, in kg statt in Newton angegeben, da der Einfachheit halber auf die Multiplikation mit der Fallbeschleunigung von 9,81 m pro Quadratsekunde verzichtet wurde.

Die Anzahl der gemessenen kg wird verdoppelt und ergibt den Wert für den Score. Konnten z.B. 8 kg vom Patienten gezogen werden, ergibt sich für den Score ein Wert von 16. Als maximal möglicher Wert sind 25 entsprechend einer Kraft von 12,5 gezogenen kg festgelegt worden.

min. (0) = 0 kg

max. (25) = 12,5 kg

9.1.3 Alltagstauglichkeit / Aktivität im täglichen Leben

Im ersten Teil dieses Parameters muss man sich auf subjektive Angaben des Patienten verlassen. Gefragt wird nach:

- volle Arbeitsfähigkeit (4)
(sollte der Pat. nicht mehr im Arbeitsprozess stehen, so fragt man nach voller Hausarbeitsfähigkeit)
- unbeeinflusste Freizeitgestaltung / Sport (4)
- unbeeinträchtigter Schlaf (2)

Hierbei sind Mehrfachantworten möglich und die Punkte werden addiert, so dass maximal 10 Punkte erreicht werden können.

Im zweiten Teil des Parameters Aktivität im täglichen Leben geht es um den Bewegungsspielraum des Armes vor und über dem Körper, weil sich in diesem Bereich fast die gesamte tägliche Aktivität dieser Gliedmaße abspielt. (Nahrungsaufnahme, Ankleiden, Schreibarbeiten, Handwerk usw.)

Beurteilt wird die Möglichkeit die Handfläche an verschiedene Positionen des Körpers zu bringen:

- zur Taille / Gürtellinie (2)
- zum Processus xiphoideus (4)
- bis zum Halsbereich (6)
- bis zur Stirn (8)
- Hebung über den Kopf hinaus möglich (10)

Hier ist nur eine Einfachnennung möglich, maximal können in dieser Kategorie 20 Punkte erreicht werden.

9.1.4 Bewegungsumfang

Der Bewegungsumfang beider Arme des Patienten wird mit einem Goniometer gemessen (Anteversion und Abduktion).

Anteversion:

- 0 bis 30°	(0)
- 31 bis 60°	(2)
- 61 bis 90°	(4)
- 91 bis 120°	(6)
- 121 bis 150°	(8)
- 151 bis 180°	(10)

Abduktion:

- 0 bis 30°	(0)
- 31 bis 60°	(2)
- 61 bis 90°	(4)
- 91 bis 120°	(6)
- 121 bis 150°	(8)
- 150 bis 180°	(10)

Das Ausmaß der Außenrotationsfähigkeit wird durch bestimmte Manöver definiert, die der Patient auszuführen hat:

- Hand hinter den Kopf dabei Ellenbogen nach vorne (2)
- Hand hinter den Kopf dabei Ellenbogen nach hinten (2)
- Hand auf den Kopf dabei Ellenbogen nach vorne (2)
- Hand auf den Kopf dabei Ellenbogen nach hinten (2)
- volles Elevationsvermögen über den Kopf hinaus (2)

Es sind Mehrfachangaben und eine Maximalpunktzahl von 10 möglich.

Das Ausmaß der Innenrotationsfähigkeit wird über bestimmte Positionen am Körper des Patienten definiert, die dieser mit seinem Handrücken erreichen kann.

- Handrücken an die Außenseite des Oberschenkels (0)
- Handrücken an den Gesäßbereich (2)
- Handrücken an den lumbosacralen Übergang (4)
- Handrücken an die Gürtellinie etwa Höhe LWK 3 (6)
- Handrücken bis zum BWK 12 (8)
- Handrücken zwischen die Schulterblätter (10)

Die Summe aller Punkte der 4 Untergruppen des Parameters „Bewegungsumfang“ ergibt die oben erwähnten maximalen 40 Punkte.

Constant und Murley legten für ihren Score keine wörtliche Einteilung im Sinne von „sehr gut“ bis „schlecht“ fest.

Danksagung

Hiermit möchte ich mich ganz herzlich bei Herrn Prof. Dr. med. T. Mittlmeier, Direktor der Chirurgischen Universitätsklinik Rostock, für die Überlassung des Themas bedanken.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. med. G. Gradl, leitender Oberarzt der Abt. für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie der Chirurgischen Universitätsklinik Rostock, für die fachliche Betreuung bei der Erstellung dieser Arbeit.

Darüber hinaus bedanke ich mich bei Frau Dr. med. D. Arndt ehem.

wissenschaftliche Mitarbeiterin der Abt. für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie der Chirurgischen Universitätsklinik Rostock, Herrn Dr. med. W. Schimanke Oberarzt der Klinik für Chirurgie am Klinikum Süd der Hansestadt Rostock, Herrn Dr. med. U. Haack ehem. Oberarzt der Abt. für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie der Chirurgischen Universitätsklinik Rostock, Herrn Prof. Dr.-Ing. habil G. Kundt

Mitarbeiter des Instituts für Biostatistik und Informatik in Medizin und

Alternsforschung der Universität Rostock, Herrn W. Grosse Gipspfleger der Abt. für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie der Chirurgischen Universitätsklinik Rostock, allen niedergelassenen Chirurgen und Radiologen der Hansestadt Rostock sowie bei allen ehemaligen Patienten die sich im Interesse der Wissenschaft bereit erklärt hatten, an den Untersuchungen teilzunehmen.

Lebenslauf

Nicht aufgeführt, da elektronische Version.

Selbstständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die eingereichte Dissertation selbstständig 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.

Daniel Brandt