

Obere Extremität 2012 · 7:137–143  
 DOI 10.1007/s11678-012-0171-3  
 Eingegangen: 21. Februar 2012  
 Angenommen: 22. Juni 2012  
 Online publiziert: 13. September 2012  
 © Springer-Verlag 2012

S. Franke · T. Ambacher

Schulter- und Ellenbogenchirurgie, Arcus Sportklinik, Pforzheim

# Die proximale Humerusfraktur

## Konservativ vs. operativ: wann und wie?

Die Fraktur des proximalen Humerus beim älteren Patienten resultiert meist nach einfachen Stürzen aus dem Stand im Gegensatz zum Hochrasanztrauma beim jungen Patienten. Ursächlich ist neben der Osteoporose die erhöhte Sturzneigung des älteren Patienten.

Court-Brown et al. [1] konnte eine sich verdoppelnde Inzidenz mit jeder Lebensdekade ab 40 Jahren beim weiblichen Geschlecht mit 73 % aller Frakturen in einer prospektiven Studie zur proximalen Humerusfraktur nachweisen. Jedoch wurde auch eine Verschiebung der Geschlechterverteilung zuungunsten des männlichen Geschlechts von 3,6/1 (1970) auf 2,6/1 (2002) in der Studie von Palvanen et al. [2] festgestellt. Kannus et al. [3] zeigten auf, dass bei Frauen > 80 Jahren sich die Inzidenz proximaler Humerusfrakturen nach dramatischen Anstiegen im Jahr 2007 auf einem Plateau von 298/100.000 eingependelt hat. Als ursächlich wird hier der verbesserte Gesamtzustand der Patienten mit einhergehend geringerem Sturzrisiko diskutiert.

### Topographie, Klassifikation und Diagnostik

Codman [4] nahm die Einteilung nach 4 Hauptfragmenten, nämlich der Kalotte, des Tuberculum majus und minus sowie dem Schaftfragment, vor. Zu beachten ist hierbei, dass der anatomische Hals den Übergang zwischen Tubercula und Kalotte und der chirurgische Hals infratuberkulär den Übergang zum proximalen Schaft markiert.

Ein Abriss des Tuberculum majus kann durch den Sehnenzug von M. supraspinatus, M. infraspinatus und M. teres minor

zu einer Dislokation nach kraniodorsal führen. Bei Abriss des Tuberculum minus resultiert durch den Zug des M. subscapularis eine Dislokation nach medial. Weiterhin kann die Insertion des M. pectoralis major am Humerusschaft zu einer Dislokation des Schafts nach medial führen. Gerät die lange Bizepssehne im Rahmen der Fraktur aus dem Sulcus bicipitalis, kann diese ein Repositionshindernis darstellen.

Die A. circumflexa humeri anterior, welche vom Unterrand des M. subscapularis nach lateral verläuft und deren Endäste im Bereich des Tuberculum majus in den Kopf ziehen, sorgt überwiegend für die vaskuläre Versorgung der Kalotte. Der mediale Anteil des Kopfes wird von Anastomosen aus der A. arcuata, die aus der A. circumflexa humeri anterior hervorgeht, und der A. circumflexa humeri posterior versorgt, welche im Periost am medialen Hals verlaufen. Frakturen im anatomischen Hals mit Dislokation gefährden daher durch ihren Zug am Periost die vaskuläre Versorgung des Kopfes und gehen mit einem erhöhten Risiko einer Kopfnekrose einher [6]. In einer aktuellen Studie wurde eine Versorgung des proximalen Humerus durch die A. circumflexa humeri posterior zu 64 % gezeigt, womit die Integrität des posteromedialen Kalkars von enormer Wichtigkeit wäre [5, 12].

Auf der 4-Fragment-Einteilung von Codman beruht die Klassifikation nach Neer. Diese beinhaltet 6 Untergruppen, wobei die nicht dislozierten Frakturen (Dislokation <1cm, Abkipfung <45°) ungeachtet der Fragmentanzahl als One-part-fractures und als per se konservativ zu versorgende Frakturen angesehen werden. Gruppe II-V umfasst die dislozierten

2- bis 4-Fragment-Frakturen, Gruppe VI die Luxationsfrakturen [7]. Kritisiert wird hier bei den 2- bis 4-Fragment-Frakturen die fehlende Unterscheidung des Frakturverlaufs im anatomischen oder chirurgischen Hals, insbesondere hinsichtlich der Verlaufsprognose [8, 12, 13].

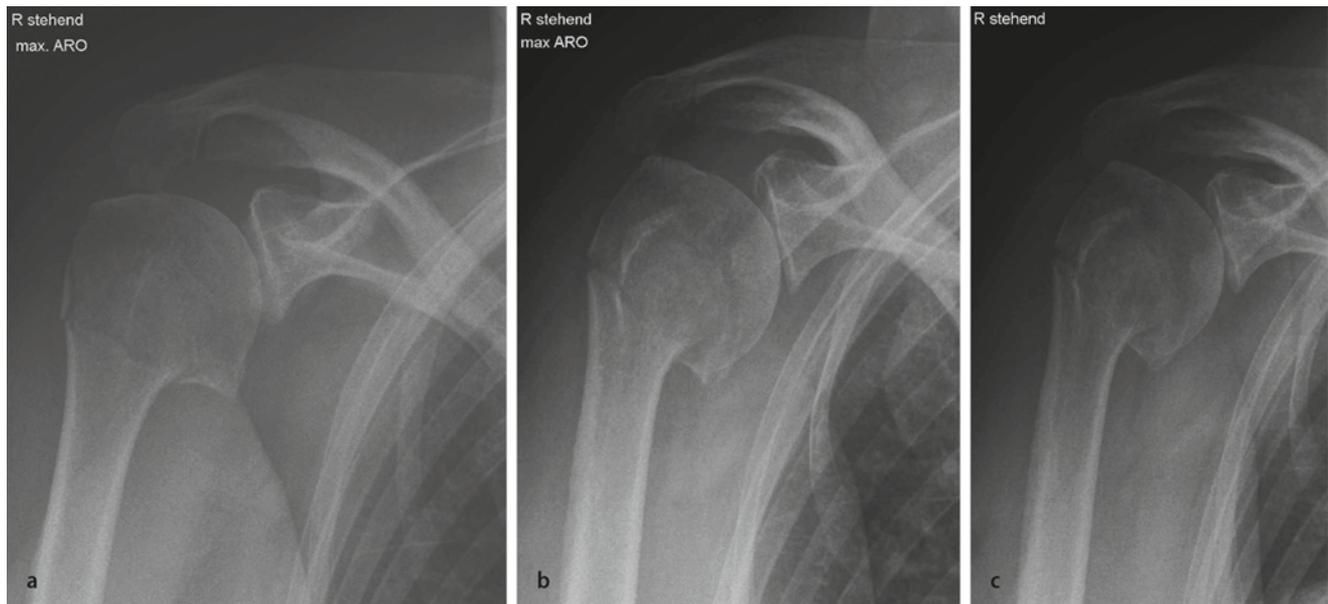
Des Weiteren existiert die AO-Klassifikation, die zwischen extrakapsulärer, teilweise intrakapsulärer und vollständig intrakapsulärer Fraktur unterscheidet und diese in jeweils 9 Untertypen weiter unterteilt, so dass hier 27 Typen unterscheidbar sind. Insbesondere die mangelnde Interobserver-Reliabilität stellt einen Nachteil dieser Klassifikation dar [9, 13].

Einen weiteren Schwachpunkt sowohl der Neer- als auch der AO-Klassifikation stellt die bereits durch geringe Änderung der Rotation des Arms in der Röntgendiagnostik hervorgerufenen stark veränderbare Darstellung der Fraktur dar [10].

Die Einteilung nach Habermeyer [8] versucht die Neer- und die AO-Klassifikation zu vereinen:

- Typ-O-Fraktur: nicht disloziert
- Typ-A-Fraktur: Abrissfraktur der Tubercula
- Typ-B-Fraktur: Beteiligung des chirurgischen Hals (2, 3 oder 4-Fragmente)
- Typ-C-Fraktur: Beteiligung des anatomischen Hals (2, 3 oder 4-Fragmente)
- Typ-X-Fraktur: Typ A, B oder C Fraktur mit vorderer oder hinterer Luxation

Hertel [9] bezieht sich in seiner ebenfalls auf der Codman-Klassifikation basierenden Einteilung auf den Frakturverlauf und nicht auf das Ausmaß der Dislokation.



**Abb. 1** ▲ konservativ behandelte proximale Humerusfraktur (a) Unfallaufnahme (b) radiologische Verlaufskontrolle nach 1 Woche mit Varusabkippung (c) Verlaufskontrolle nach 3 Wochen

Hieraus entstehen 12 Einteilungsmöglichkeiten, 6 unterschiedliche 2-Fragment-Frakturen, 5 unterschiedliche 3-Fragment-Frakturen und eine 4-Fragment-Fraktur. Als Indikator einer Ischämie des Kopfes beschreibt er neben den Frakturen des anatomischen Hals zusätzlich bei einer Länge des Kalkars  $< 8$  mm und einer Verschiebung des medialen Hinges  $> 2$  mm ein signifikant erhöhtes Risiko für die vaskuläre Versorgung des Kopfes. Dies wurde 2004 im Rahmen einer prospektiven Studie bzgl. der intraoperativen Durchblutung des Humeruskopfes dargestellt [11].

Die bisher nur teilweise publizierte Resch-Klassifikation beschreibt 3 biomechanische Ebenen. In der koronaren Ebene wird die Fraktur nach Impaktion, Distraction oder Neutralstellung unterteilt. Dann wird die Kopfkliniation in Varus-, Valgus- oder Neutralstellung gegliedert. Abschließend wird der Kopf-Schaft-Winkel in der transskapularen Ebene in Flexion-, Extension- oder Neutralstellung eingeteilt [12, 13].

Majed et al. konnten 2011 in einer Studie, in der 4 erfahrene Schulterchirurgen 96 proximale Humerusfrakturen in die Klassifikationen von Neer, AO, Codman-Hertel und Resch einteilen zeigen, dass die Interobserver-Reliabilität nur unzureichend ist. Die Autoren dieser Studie

schließen hieraus auf den Bedarf nach neuen Klassifikationssystemen mit höherer Reliabilität [12, 13].

Neben der klinischen Untersuchung mit zwingend notwendiger Dokumentation von Durchblutung, Motorik und Sensibilität sind 2 konventionelle Röntgenaufnahmen in True-a.p. und axialer Projektion erforderlich, um keine Pathologien zu übersehen.

Bei mehrfragmentären Frakturen und allen Frakturen, die durch die konventionelle Röntgendiagnostik nicht eindeutig beurteilt werden können, empfiehlt sich ein CT mit 3-D-Rekonstruktion.

### Indikation zur konservativen und operativen Versorgung

Domäne der konservativen Therapie sind die nicht oder nur gering dislozierten Humeruskopffrakturen (Typ O nach Neer), wobei hier die Grenzen zur Dislokation in der Literatur unterschiedlich angegeben werden (Neer:  $< 1$  cm und  $< 45^\circ$  Achsabweichung, Habermeyer:  $< 5$  mm und  $< 30^\circ$ ). Insgesamt ist hier ein deutlicher Trend zur operativen Therapie bereits bei geringeren Fehlstellungen zu verzeichnen [12, 18, 26, 29].

Die Ruhigstellung erfolgt im Gilchristverband oder einer Abduktionsschlinge, wobei bereits in der 2. Woche nach Rönt-

gen- und Stabilitätskontrolle mit Pendelbewegungen und im Anschluss mit frühfunktionellen Übungen begonnen werden sollte, um posttraumatische Bewegungseinschränkungen zu vermeiden. Problematisch ist jedoch, dass in der Literatur kein einheitliches Behandlungsschema existiert; teilweise erfolgen erheblich längere Ruhigstellungen bis hin zu 6 Wochen Immobilisation.

Höhergradige Achsabweichungen können in Analgosedierung oder Narkose geschlossen reponiert werden, ggf. unter Verwendung einer proximalen Rolle als Hypomochlion bei medialisiertem Schaft oder einer Abduktionsschiene bei Varusabkippung des Kopffragments. Nach geschlossener Reposition sollte der Gilchristverband 14 Tage belassen werden, bevor mit den frühfunktionellen Übungen begonnen wird. Eine erste Röntgenkontrolle sollte nach einer Woche, bei Verdacht auf erhöhte Diskolationsneigung ggf. bereits auch schon nach einigen Tagen erfolgen, um sekundäre Dislokationen zu detektieren und eine entsprechende Therapie einzuleiten (■ **Abb. 1**).

Bei der Indikationsstellung zur operativen Versorgung ist es sinnvoll, eine individuelle Entscheidung auch anhand der Komorbiditäten und des Anspruchs des Patienten an die Funktionalität des Schultergelenks in der Zukunft zu treffen. Zu

nennen sind hier insbesondere die isolierten Tuberculumfrakturen des jungen Patienten, bei denen bereits bei geringer Dislokation die Option der operativen Therapie mit dem Patienten diskutiert werden sollte (s. unten).

Indikation zur operativen Therapie unabhängig vom Alter des Patienten stellen die Headsplit-Frakturen, Luxationsfrakturen, offenen Frakturen, nicht reponierbaren Schaftdislokationen  $>50^\circ$  sowie die pathologischen Frakturen dar.

Es steht eine Vielzahl an Verfahren zur Verfügung. Bei den dislozierten 3- und 4-Fragment-Frakturen herrscht keine Einigkeit über Indikation und die Wahl des geeigneten Osteosyntheseverfahrens [12, 18, 26]. Sowohl die mangelnde Vergleichbarkeit aufgrund der oben beschriebenen Problematik der vorhandenen Klassifikationssysteme als auch nur eine geringe Anzahl vergleichender Studien von konservativer und operativer Therapie spielen hier eine Rolle.

### Schraubenosteosynthese und arthroskopische Suture-bridging-Technik

Bei dislozierter Fraktur des Tuberculum majus kann sowohl in der Methode nach Resch die Mini-open-Reposition mit anschließender Verschraubung als auch die offene Reposition und Osteosynthese mit kanülierten Kleinfragmentschrauben erfolgen. Auch arthroskopische Techniken bei isolierter Tuberculum-majus-Fraktur mittels Suture-bridging-Technik wurden mit guten postoperativen Ergebnissen des ASES-Scores von 88 beschrieben [17], wobei die Devise „jeder Millimeter zählt“ [16] und die derzeit geforderte Korrektur von Dislokationen  $\geq 2$  mm des Tuberculum majus [18] sicherlich einer individuellen Abwägung jedes Einzelfalls bedarf.

Die seltenen dislozierten Tuberculum minus-Frakturen führen häufig zu Subluxationen der langen Bizepssehne. Hier ist die offene Reposition und Schraubenosteosynthese indiziert [8], wobei bei isolierten Avulsionsfrakturen auch die arthroskopische Technik zur Refixation mittels Suture-bridging-Technik beschrieben ist [19].

### Minimal-invasive Techniken

Im Jahr 1997 wurde von Resch et al. eine Studie publiziert, in der bei dislozierten 3- und 4-Fragment-Frakturen nach geschlossener Reposition die minimal-invasive Schrauben- und K-Drahtosteosynthese erfolgte und sehr gute Ergebnisse im Constant-Score erzielt wurden (85,4 % bei 3-Fragment- und 82,5 % bei 4-Fragment-Frakturen; [14]). Allerdings ergab die Weiterentwicklung dieses Verfahrens in der Humerusblocktechnik bei älteren Patienten deutlich schlechtere Werte (Constant-Score bei 3-Fragment-Frakturen 61,2 Punkte, bei 4-Fragment-Frakturen 49,5 Punkte; [15]).

### Plattenosteosynthese

Auch die heute hauptsächlich verwendeten winkelstabilen und anatomisch vorgeformten Plattenosteosynthesysteme weisen eine hohe Komplikationsrate auf. In der Metaanalyse von Thanasis wird über sekundären Repositionsverlust und Cut-out, Implantatversagen, Infektionen je in zweistelligen Prozentanteilen sowie Pseudarthrosen in 9 % bei einer Fallzahl von insgesamt 791 Patienten berichtet [22].

Neben dem Beherrschen der korrekten Operationstechnik stellt auch die Analyse der Fraktur eine Grundvoraussetzung für den Therapieerfolg dar. So kann es bei varusdislozierten Frakturen mit zerstörter medialer Säule aufgrund der dislozierenden Kräfte der Rotatorenmanschette zum Transplantatversagen auf Höhe der Fraktur kommen, bei schlechter Knochenqualität zum Schraubenausrisss am Schaft oder zum Cut-out im Kalottenfragment [23]. Hier werden die zirkumferente Zuggurtung, das Verwenden von Kalkschrauben und ggf. die Implantation eines freien Fibulatransplantats medial additiv zur Plattenosteosynthese empfohlen [23, 24].

In einer Publikation von Frangen et al. [25] wird ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen Repositionsergebnis und Lage des Osteosynthesematerials einerseits sowie dem funktionellen Outcome andererseits nachgewiesen. Weiterhin finden diese Autoren in einer Literaturanalyse des Constant-Scores nach

Obere Extremität 2012 · 7:137–143  
DOI 10.1007/s11678-012-0171-3  
© Springer-Verlag 2012

S. Franke · T. Ambacher

### Die proximale Humerusfraktur. Konservativ vs. operativ: wann und wie?

#### Zusammenfassung

Die proximale Humerusfraktur stellt nach Frakturen des proximalen Femur und des distalen Radius die dritthäufigste Fraktur des älteren Menschen dar. Eine Herausforderung stellt bei den dislozierten Frakturen einerseits die Entscheidung zwischen konservativer und operativer Therapie dar, bei Indikation zur operativen Versorgung stellt sich andererseits die Frage nach dem geeigneten Osteosyntheseverfahren oder der Indikation zur endoprothetischen Versorgung. Die osteosynthetischen Verfahren bei komplexen dislozierten Frakturen des älteren Patienten sind technisch anspruchsvoll und mit einer relativ hohen Komplikationsrate behaftet. Neuere Studien stellen die Überlegenheit der Osteosyntheseverfahren bei dislozierten 3- und 4-Fragment-Frakturen gegenüber der konservativen Therapie in Frage. Wird keine stabile Versorgung durch die Osteosynthese erreicht, ist die Indikation zur Frakturprothese gegeben. Inverse Prothesen sollten dem alten Patienten vorbehalten sein.

#### Schlüsselwörter

Proximale Humerusfraktur · Therapieoption · Konservativ · Operativ · Implantatwahl

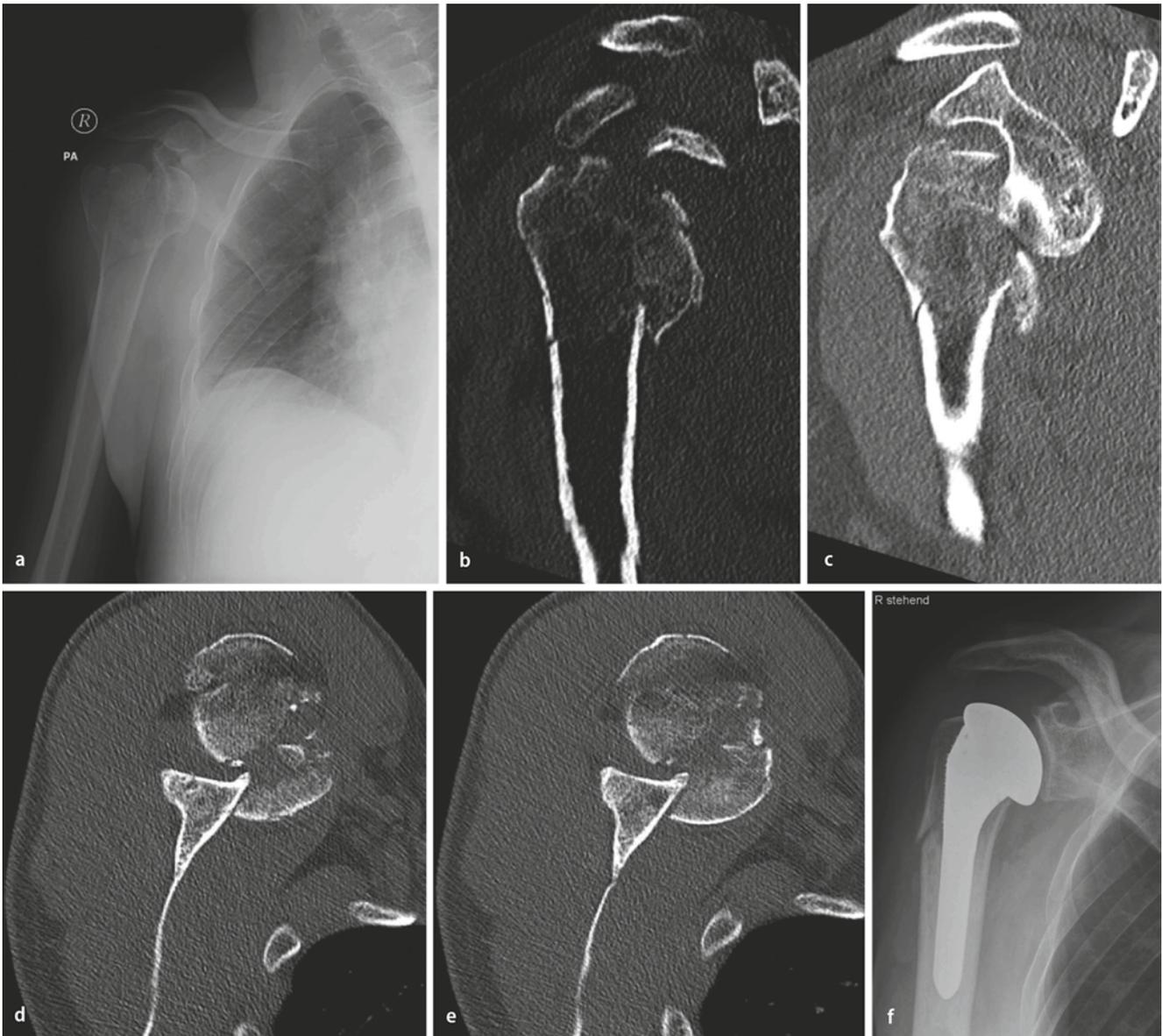
### The Proximal humeral fractures. Conservative versus surgical treatment: when and which procedure?

#### Abstract

Proximal humeral fractures are the third most frequent in the elderly after proximal femoral and distal radial fractures. The decision between conservative and surgical treatment is challenging and if surgical treatment is indicated one has to choose between different internal fixation methods and arthroplasty. Osteosynthesis in complex displaced fractures shows high complications rates. Recent studies have shown no advantages of osteosynthesis for complex dislocated fractures compared to conservative treatment. If a stable internal fixation cannot be reached arthroplasty should be performed. Reverse fracture arthroplasty should be reserved for the elderly over 75 years of age.

#### Keywords

Proximal humeral fracture · Therapeutical options · Conservative treatment · Surgical treatment · Implants



**Abb. 2** ▲ proximale Humerusluxationsmehrfragmentfraktur eines 64-jährigen Patienten nach Sturz beim Skifahren (a) Unfallaufnahme nativ (b, c, d, e), CT präoperativ (f) postoperative Röntgenaufnahme nach Implantation einer Frakturprothese

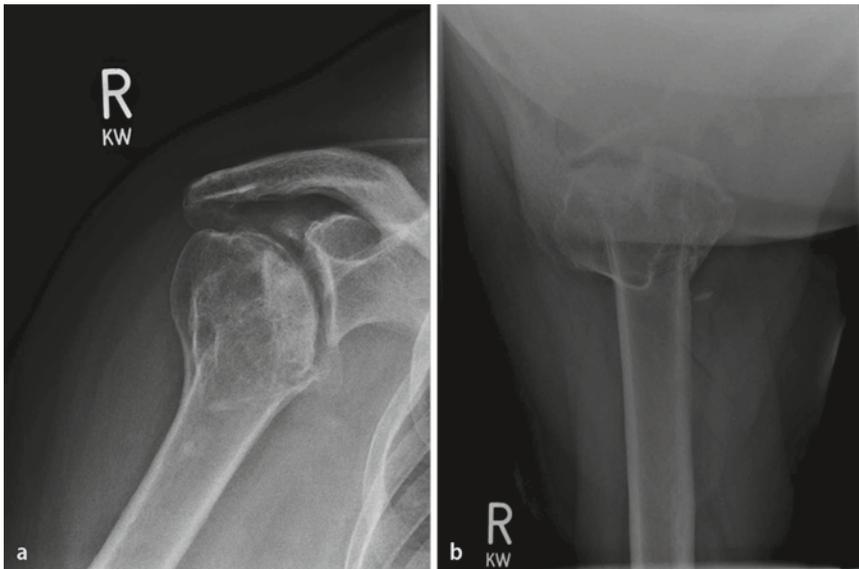
konventioneller und nach winkelstabiler Plattenosteosynthese keine wesentlichen Unterschiede, so dass sie die Legitimation der teuren winkelstabilen Implantate in Frage stellen [26].

Erstmals wurde 2005 von Fjalestad et al. [28] beim Vergleich der konservativen und operativen Therapie aufgezeigt, dass die Patienten auch bei höhergradiger dislozierter Fraktur nicht von der Osteosynthese profitierten, wobei die Studie nicht randomisiert erfolgte. 2011 publizierte diese Arbeitsgruppe die Ergebnisse von konservativ und operativ versorgten Patienten bei schwer dislozierten 3- und 4-Frag-

ment-Frakturen. Hierbei zeigten sich keine signifikanten Unterschiede im Constant-Score bei lediglich radiologisch besseren Scores der operierten Patienten [26, 28]. Von Krettek wird die Bedeutung dieses Studienergebnisses als Nachweis der Ebenbürtigkeit der konservativen Therapie mit der winkelstabilen Plattenosteosynthese gewertet, wobei für die konservative Therapie deren geringere Komplikationsrate von Vorteil sei [26].

## Marknagelung

Eine weitere Option stellt die Verwendung von intramedullären Osteosynthesystemen dar. Allgemein wird hier über eine hohe Rate an Komplikationen in der Literatur berichtet, welche von Dislokationen über sekundäre Repositionsverluste sowie Migration der eingebrachten Verriegelungsschrauben bis zum sekundären Impingement reichen. Teilweise sind diese dem Operationsverfahren geschuldet, teilweise wurden Verbesserungen des Produktdesigns vorgenommen. Übereinstimmend wird die Erfahrung mit der



**Abb. 3** ▲ (a und b) posttraumatische avaskuläre Humeruskopfnekrose Stadium IV bei Z. n. proximaler Humerusfraktur vor 11 Jahren. Progrediente Schmerzen und Bewegungseinschränkung seit einem Jahr

Operationstechnik als wesentlich für den Therapieerfolg betrachtet [20, 21].

In einer Studie von Sosef et al. [20] zum funktionellen Outcome nach Versorgung mit dem T2 proximalen Humerusnagel von älteren Patienten zeigten sich recht unterschiedliche Werte des Constant-Scores je nach Frakturtyp: bei den 2-Fragment-Frakturen lag dieser bei 81, bei den 3-Fragment-Frakturen bei 71 Punkten und bei den 4-Fragment-Frakturen lediglich bei 26 Punkten. Der durchschnittliche Constant-Score aller Frakturen lag bei 72 Punkten. Aufgrund dieser Ergebnisse verwenden die Autoren den T2-Nagel nur mehr bei 2- und 3-Fragment-Frakturen. Van den Broek et al. [21] verglichen in einer retrospektiven Studie das Outcome von antegrader Marknagelung von 24 Patienten und konservativer Therapie von 16 Patienten, deren Frakturen 3 und 4 Fragmente umfassten. Der Constant-Score der operierten Patienten lag hier bei 67,1 Punkten, bei den konservativ behandelten Patienten bei 81,4 Punkten. Bei 42 % der operierten Patienten traten Komplikationen auf, u. a. Dislokationen, Impingement und Schraubwanderung, welche insgesamt 9 Revisionen erforderten.

## Endoprothetische Versorgung

Bei Frakturen, bei denen intraoperativ keine zufriedenstellende Reposition mit stabiler Osteosynthese gelingt, ist die Implantation einer Frakturprothese indiziert (■ Abb. 2).

Bei der anatomischen Frakturprothese hängt das Behandlungsergebnis von der Einheilung der Tubercula ab. Nach wie vor resultieren trotz Weiterentwicklung der Implantate und Operationstechnik eine hohe Rate unbefriedigender Ergebnisse [23]. Heute stehen auch Implantate zur Verfügung, die ggf. auf ein inverses Frakturprothesendesign erweitert werden können. Beim alten Patienten >75 Jahre mit komplexer Humeruskopf-fraktur geht der Trend infolge der hohen Komplikationsrate zur primären inversen Prothese (■ Abb. 4).

Headsplit-Frakturen des älteren Menschen stellen eine Indikation zum primären endoprothetischen Ersatz dar. Bei jüngeren Patienten sollte auch hier ein Repositionsversuch und die osteosynthetische Versorgung versucht werden.

In der Literatur zeigen sich deutlich niedrigere Komplikationsraten und eine schwächere Schmerzsymptomatik nach primärer Prothesenimplantation im Ver-

**Tab. 1** Scoring nach Nijs [30]. Werden über 3 Punkte erreicht, sollte die primäre Implantation einer Endoprothese erfolgen, da das Risiko eines Osteosynthesversagens signifikant erhöht ist

Kriterien	Punktzahl
Proximale Humerusfraktur mit Glenoidfraktur kombiniert	1
Head-Split-Fraktur	1
ASA $\geq 3$ (Nebenerkrankungsprofil nach American Society of Anaesthesiologists)	2
Adäquate Reposition nicht möglich	2
Avaskuläres Kopfsegment (nach Hertel [9])	2

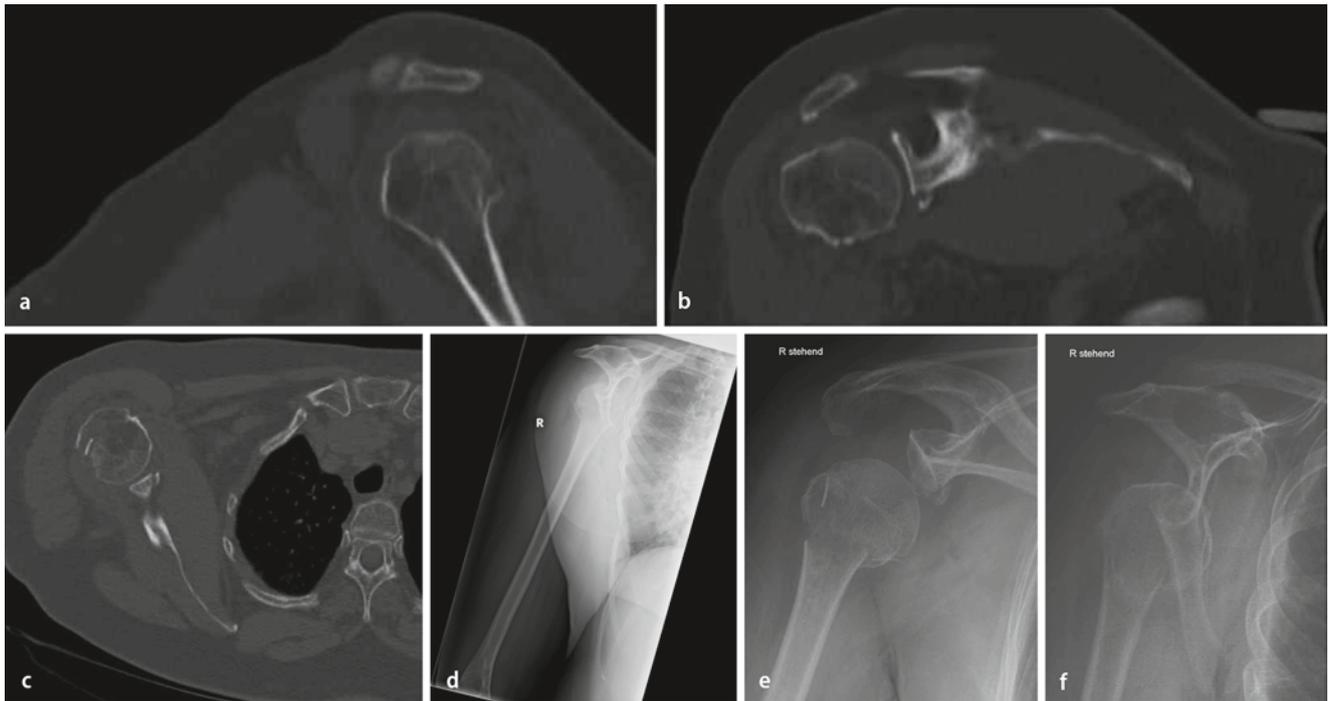
gleich zur Plattenosteosynthese. Diese weist jedoch ein deutlich besseres funktionelles Outcome auf [29]. Um die Wahl zwischen Frakturprothese und Plattenosteosynthese für den Operateur zu erleichtern, wurde von Nijs ein Scoring-system etabliert. Werden hier mehr als 3 Punkte erreicht, sollte die Endoprothese favorisiert werden [30] (■ Tab. 1).

## Komplikationen

Bei der Plattenosteosynthese kann es zu Komplikationen wie Implantatversagen am Schaft mit Schraubenausritt, Plattenbruch oder zu einem Ausschneiden bzw. Ausreißen der Schrauben am Kalottenfragment kommen. Weiterhin sind Repositionsverlust und sekundäre Dislokation sowie Infektionen möglich.

Nach Marknagelung können ebenso sekundäre Dislokationen, Wanderung der eingebrachten Schrauben sowie Infektionen auftreten. Außerdem kann es zum mechanisch bedingten Impingement kommen. Die Resorption der Tubercula stellt nach Prothesenimplantation weiterhin ein Problem dar, ebenso die Infektion.

Sowohl posttraumatisch als auch postoperativ kann eine „frozen shoulder“ oder eine Myositis ossificans auftreten. Dies gilt auch für Delayed- und Malunion, Dislokationen und die avaskuläre Humeruskopfnekrose sowie die posttraumatische Arthrose (■ Abb. 3).



**Abb. 4** ▲ 62-jährige Patientin mit chronisch ventraler Luxationsfraktur des proximalen Humerus mit Beteiligung des Glenoids. **a-c** CT vom Unfalltag, **d** radiologische Verlaufskontrolle 7 Tage posttraumatisch (**e, f**) Röntgen 3 Wochen posttraumatisch. Die Patientin stellte sich erstmalig 3 Wochen nach dem Sturzgeschehen mit in einer Schultherschlinge ruhiggestellten Arm bei uns vor. Initiale konservative Therapie. Im Gilchristverband sekundäre Luxation. Bei chronisch nach ventral luxierter Fraktur stellten wir bei schweren Nebenerkrankungen und begleitender Glenoidfraktur die Indikation zur operativen Versorgung mit einer inversen Prothese. Ohne Luxation könnte durchaus die konservative Therapie erfolgen

### Fazit für die Praxis

- Proximale Humerusfrakturen sind v. a. beim älteren Patienten häufig und führen unabhängig von der Therapieform in vielen Fällen zu Funktionseinschränkungen des Schultergelenks.
- Es existieren mehrere Klassifikationssysteme mit deutlichen Schwächen bezüglich der Interobserver-Reliabilität, die einen Vergleich der Studien zu den vielen verschiedenen operativen Therapieoptionen erschweren.
- Neben der Kenntnis der 4 Fragmente nach Codman ist das Verständnis der vaskulären Versorgung des Humeruskopfes und der Biomechanik sowohl für die Frakturanalyse als auch für die operative Therapie essenziell.
- Bei nicht oder gering dislozierten Frakturen ist eine konservative Therapie möglich. Bei Dislokation > 5 mm oder > 30° Achsabweichung sollte die operative Therapie in Erwägung gezogen werden.

- Die operativen Therapieoptionen sind vielfältig, jedoch auch mit einer relativ hohen Komplikationsrate behaftet.
- Das Problem der Tuberculaesorption bei anatomischer Frakturprothese mit der Folge unbefriedigender funktioneller Resultate ist nicht gelöst. Beim sehr alten Patienten besteht daher bei dislozierten 4-Fragment- und Trümmerfrakturen des Kopfes der Trend zur primären inversen Endoprothese.
- Neuere Studien stellen die Überlegenheit der operativen Therapie auch bei 3- und 4-Fragment-Frakturen gegenüber der konservativen Therapie in Frage. Für eine abschließende Bewertung müssen weitere Daten abgewartet werden.

### Korrespondenzadresse

**Dr. S. Franke**  
Schulter- und Ellenbogenchirurgie,  
Arcus Sportklinik  
Rastatter Str. 17-19,  
75179 Pforzheim  
franke@sportklinik.de

**Interessenkonflikt.** Der korrespondierende Autor gibt für sich und seinen Koautor an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

### Literatur

1. Court-Brown CM, Garg A, McQueen MM (2001) The epidemiology of proximal humeral fractures. *Acta Orthop Scand* 72:365–371
2. Palvanen M, Kannus P, Niemi S, Parkkari J (2006) Update in the epidemiology of proximal humeral fractures. *Clin Orthop Relat Res* 442:87–92
3. Kannus P, Palvanene M, Niemi S et al (2009) Rate of proximal humeral fractures in older Finnish women between 1970 and 2007. *Bone* 44:656–659
4. Codman EA (1934) Fractures in relation to the subacromial bursa. In: Codman EA (Hrsg) *The shoulder, rupture of the supraspinatus tendon and other lesions in or about the subacromial bursa*. Krieger, Malabar, S 313–331

5. Hettrich CM, Boraiah S, Dyke JP et al (2010) Quantitative assessment of the vascularity of the proximal part of the humerus. *J Bone Joint Surg Am* 92(4):943–948
6. Gerber C, Schneeberger AG, Vinh TS (1990) The arterial vascularization of the humeral head. An anatomical study. *J Bone Joint Surg Am* 72:1486–1494
7. Neer CS 2nd (1970) Displaced proximal humeral fractures, part I. Classification and evaluation. *J Bone Joint Surg Am* 52:1077–1089
8. Habermeyer P (1997) Die Humeruskopffraktur. *Unfallchirurg* 100:820–837
9. Hertel R (2005) Fractures of the proximal humerus in osteoporotic bone. *Osteoporos Int* 16(Suppl 2):65–72
10. Siebenrock KA, Gerber C (1993) The reproducibility of classification of fractures of the proximal end of the humerus. *J Bone Joint Surg Am* 75:1751–1755
11. Hertel R, Hempfing A, Stiehler M, Leinig M (2004) Predictors of humeral head ischemia after intracapsular fracture of the proximal humerus. *J Shoulder Elbow Surg* 13(4):427–433
12. Hirzinger C, Tauber M, Resch H (2011) Die Fraktur des proximalen Humerus. Neue Aspekte in der Epidemiologie, Frakturmorphologie und Diagnostik. *Unfallchirurg* 114:1051–1058
13. Majed A, Macleod I, Bull AM et al (2011) Proximal humeral fracture classification systems revisited. *J Shoulder Elbow Surg* 20:1125–1132
14. Resch H, Povacz P, Fröhlich R, Wambacher M (1997) Percutaneous fixation of three- and four part fractures of the proximal humerus. *J Bone Joint Surg Br* 79(2):295–300
15. Bogner R, Hubner C, Matis N et al (2008) Minimally-invasive treatment of three- and four-part fractures of the proximal humerus in elderly patients. *J Bone Joint Surg Br* 90:1602–1607
16. Platzer P, Thalhammer G, Oberleitner G et al (2008) Displaced fractures of the greater tuberosity: a comparison of operative and nonoperative treatment. *J Trauma* 65(4):843–845
17. Ji JH, Shafi M, Song IS et al (2010) Arthroscopic fixation technique for comminuted, displaced greater tuberosity fracture. *Arthroscopy* 26:600–609
18. Voigt C, Lill H (2011) Innovationen und Prognosen. *Unfallchirurg* 114:1083–1090
19. Scheibel M, Martinek V, Imhoff AB (2005) Arthroscopic reconstruction of an isolated avulsion fracture. *Arthroscopy* 21(4):487–494
20. Sosef N, Leerdam R von, Ott P et al (2010) Minimal invasive fixation of proximal humeral fractures with an intramedullary nail: good results in elderly patients. *Arch Orthop Trauma Surg* 130(5):605–611
21. Broek CM van den, Besselaar M van den, Coenen JMF, Vegt PA (2007) Displaced proximal humeral fractures: intramedullary nailing versus conservative treatment. *Arch Orthop Trauma Surg* 127:459–463
22. Thanasis C, Kontakis G, Angoules A et al (2009) treatment of proximal humerus fracture with locking plates: a systematic review. *J Shoulder Elbow Surg* 18(6):837–844
23. Jaeger M, Maier D, Izzadpanah K, Strohm P, Südkamp NP (2011) Grenzen der Rekonstruktion-Prothesen. *Unfallchirurg* 114:1068–1074
24. Gardner MJ, Boraiah S, Helfet DL, Lorich DG (2008) Indirect medial reduction and strut support of proximal humerus fractures using an endosteal implant. *J Orthop Trauma* 22(3):195–200
25. Frangen Th, Müller EJ, Dudda M et al (2007) Proximal humeral fractures in geriatric patients. Is the angle stable plate osteosynthesis really a breakthrough? *Acta Orthop Belg* 73:571–579
26. Krettek C (2011) If it looks normal, it works normal is challenged in proximal humerus fractures. Angular stable plate fixation in elderly patients is not superior to conservative treatment. *J Bone Joint Surg* [Nicht in der Medline??]
27. Fjalestad T, Stromsoe K, Blicher J, Tennoe B (2005) Fractures in the proximal humerus: functional outcome and evaluation of 70 patients treated in hospital. *Arch Orthop Trauma Surg* 125:310–316
28. Fjalestad T, Hole MØ, Hovden IA, Blücher J, Strømsøe K (2012) Surgical treatment with an angular stable plate for complex displaced proximal humeral fractures in elderly patients: a randomised controlled trial. *J Orthop trauma* 26(2):98–106
29. Reuther F, Garbers E, Rudolph T (2011) Operative Therapie proximaler Humerusfrakturen. *Obere Extremität* 6:282–288
30. Nijs S, Broos P (2009) Outcome of shoulder hemiarthroplasty in acute proximal humeral fractures—a frustrating meta-analysis experience. *Acta Orthop Belg* 75(4):445–451