

Proximale Humerusfraktur

■ Martin Jaeger, Dirk Maier, Kaywan Izadpanah, Thorsten Hammer, Norbert P. Südkamp

Zusammenfassung

Die osteoporotische proximale Humerusfraktur des alten Menschen ist nach wie vor eine Herausforderung. Rekonstruktive Behandlungsverfahren zeigen weiterhin eine hohe Komplikationsrate, sodass häufig zwischen einem konservativen oder gelenkersetzenden Verfahren gewählt wird. Dabei galt die anatomische Frakturprothese lange als Standard für den Gelenkersatz. Heute geht der Trend eindeutig zur inversen Prothese. Im Gegensatz zur anatomischen Prothese hängt das klinische Ergebnis weniger ausgeprägt von der Einheilung der Tuberkelfragmente ab. Dies spiegelt sich in den bisherigen kurz- und mittelfristigen Nachuntersuchungen wider, bei denen die inverse Prothese vergleichsweise bessere klinische Ergebnisse verbunden mit einer geringeren Revisionsrate aufweist.

Proximal Fracture of the Humerus

Osteoporotic fracture of the humerus in geriatric patients is still challenging. Reconstructive therapy is still associated with a high rate of complications. In consequence, patients are frequently treated non-surgically, or receive a shoulder replacement. Anatomical hemi-arthroplasty used to be the most frequent procedure. However, there is now a trend to reverse shoulder arthroplasty, as the clinical outcome is then less dependent on the growth of tuberosities. This is reflected in several studies that demonstrate better short and medium term outcomes than with hemiarthroplasty. Moreover, the rate of revision surgery is markedly lower.

Einleitung

Die Versorgung proximaler Humerusfrakturen stellt auch heute noch eine Herausforderung dar. Dies äußert sich u. a. darin, dass es bisher noch keine verbindlichen Therapieempfehlungen gibt. Insbesondere ist bis heute ungeklärt, wie die osteoporotische Humeruskopffraktur des älteren Patienten vorteilhaft behandelt werden soll. Es konkurriert weiterhin die konservative Therapie mit den rekonstruktiven und gelenkersetzenden Verfahren. Bekannt ist, dass das klinische Ergebnis nach konservativer Therapie stark von der Position der Tuberkelfragmente abhängt. Nach superior und/oder posteromedial dislozierte Fragmente des Tuberculum majus sowie nach medial dis-

lozierte Fragmente des Tuberculum minus weisen ein deutlich schlechteres klinisches Ergebnis auf [24]. Derartige Frakturen profitieren von einem operativen Vorgehen. Verschiedene, insbesondere prospektiv-randomisierte Studien, können Vorteile der Rekonstruktion sowie der Frakturprothetik im Vergleich zum konservativen Vorgehen nachweisen [10, 13, 16–19]. Dabei zeigt sich, dass der Constant-Score als Endpunkt weniger geeignet ist als z. B. der Quality of Life Score (15DQoL), um die klinische Überlegenheit eines Verfahrens nachzuweisen. Umgekehrt ist bekannt, dass rekonstruktive Verfahren, insbesondere bei schlechter, osteoporotischer Knochenqualität, eine nach wie vor hohe Rate von Komplikationen aufweisen und in bis zu 12,7% einen Revisionseingriff nach sich ziehen [10, 22, 23]. Die 2016 veröffentlichten epidemiologischen Untersuchungen von Han et al. spiegeln den gegenwärtigen Trend in den USA wider [11]. Bei 259000 proximalen

Humerusfrakturen, die zwischen 2005 und 2012 behandelt wurden, wurde in 67% eine konservative Therapie gewählt. Eine Osteosynthese wurde in 19%, eine anatomische Frakturprothese in 11% und eine inverse Prothese in 2,4% angewendet. Während der Anteil der konservativen und osteosynthetischen Therapie im Verlauf der Zeit annähernd unverändert ist, nimmt die Anzahl der anatomischen Frakturprothesen stetig ab. Im Gegenzug ist eine kontinuierliche Zunahme der inversen Prothesen zu beobachten.

Indikationen

Allgemein akzeptierte Indikationen zur primären Frakturprothese bei proximalen Humerusfrakturen sind:

- irreparabel zerstörte Gelenkfläche (Head-Split-Frakturen)
- klinische Zeichen der Humeruskopfschämie (entsprechend den Hertel-Prognosefaktoren)
- kritische Knochenqualität/-substanz, die eine Osteosynthese prognostisch unsicher erscheinen lassen

In der Diskussion ist das Patientenalter. Patienten, die älter als 75 Jahre sind, und komplexe Frakturen mit dislozierten Tuberkelfragmenten aufweisen, werden ebenfalls zunehmend für eine primäre, inverse Prothese indiziert.

Anatomische Frakturprothese

Die anatomische Frakturprothese galt lange Zeit als Therapieoption der Wahl, wenn eine konservative Therapie ausschied und eine Osteosynthese prognostisch unvorteilhaft erschienen. Dies erscheint plausibel, da das Ziel der anatomischen Frakturprothese der Ersatz der irreparabel zerstörten und/oder nicht mehr durchbluteten und daher komplikationsträchtigen Kalotte ist. Um jedoch auch eine gute Schulterfunktion zu erhalten, bedarf die anatomische Frakturprothese einer möglichst anatomiegerechten Einheilung der Tuberkelfragmente.

Klinische Ergebnisse zeigen jedoch, dass genau diese Einheilung der Tuberkelfragmente nicht so häufig beobachtet werden kann, wie es ursprünglich gewünscht war [7, 14]. Biomechanische Untersuchungen von Borowsky et al. verdeutlichen dieses Problem eindrucksvoll [3]. An 8 humanen Körpern wurden 4-Part-Frakturen erzeugt, mit einer anatomischen Frakturprothese versorgt und zyklisch belastet. Bei allen Frakturprothesen erfolgte die Fixation der Tuberkelfragmente mit Fadenzugurtungen in unterschiedlichen Konfigurationen. Nach 8000 Zyklen waren alle Tuberkelfragmente ausgelockert. Sie ließen sich alle um 1 cm vom Schaft dislozieren. Dementsprechend wundert es nicht, wenn instabile Fragmente klinisch nicht einheilen. Die Verwendung von kräftigeren Kabelsystemen zur Fixation der Tuberkelfragmente (Tubercable®) kann diese Situation nicht grundlegend ändern. Auch unter Verwendung von Tubercable ist eine gehäufte Dislokation der Tuberkelfragmente zu beobachten [15]. Ob zusätzliche Fixationshilfen (z. B. Kragenplatte [Global®Unite®] oder Krampen [4]) diese Situation ändern, ist bisher noch nicht klinisch belegt. Die aktuelle Studienlage dokumentiert demzufolge ein 2-gipfliges klinisches Ergebnis. Patienten mit nicht sekundär dislozierten, anatomisch eingehheilten Tuberkelfragmenten präsentieren i. d. R. eine sehr gute, schmerzfreie Schulterfunktion mit Constant-Scores über 70 Punkten. Patienten mit dislozierten oder resorbierten Tuberkelfragmenten weisen im weiteren Verlauf regelhaft eine dezentrierte, nach kranial migrierte Prothese auf, die sich in einer schlechten, oft schmerzhaften Schulterfunktion äußert. Häufig lassen sich unter diesen Bedingungen nur Constant-Scores < 30 Punkte beobachten. Bisher fehlen anerkannte Prognosefaktoren, mit denen das später zu erwartende Ergebnis nach Implantation einer anatomischen Frakturprothese zuverlässig prognostiziert werden kann. Die Einheilung der Tuberkelfragmente bzw. die Entstehung einer sekundären Tuberkelinsuffizienz sind jedoch abhängig von:

- Frakturmorphologie (z. B. mehrfragmentäre Avulsionsfrakturen des Tuberculum majus)
- Knochenqualität
- Alter des Patienten
- intraoperatives Repositions- und Fixationsergebnis

Sollten diese Faktoren, insbesondere in Kombination, vorliegen, ist die Indikation einer anatomischen Frakturprothese kritisch zu überdenken.

Tab. 1 Charakteristik eines „idealen“ Patienten für die Implantation einer anatomischen Frakturprothese

Alter	Typischerweise 50–70 Jahre, „biologisch jung“
Knochenqualität	keine metaphysäre Trümmerzone, Kalkar intakt
Frakturmuster	Humeruskopf irreparabel, hohes Risiko der Humeruskopfschämie (nach Hertel)
Zeitpunkt	am besten 6–14 Tage nach Unfall für eine anatomische Frakturprothese und Osteosynthese der Tuberkel
Tuberkel	intakte Fragmente, keine mehrfragmentäre Situation
Omarthrosezeichen	keine
Zeichen einer Cuff-Pathologie	keine
Bewegungsumfang	Abduktion über die Schulterhöhe vor dem Unfall möglich

Umgekehrt ergeben sich daraus sehr enge Indikationen zur anatomischen Frakturprothese. Der „ideale“ Patient sollte die in **Tab. 1** enthaltene Charakteristik aufweisen.

Konvertierbare, anatomische Prothese

Zahlreiche Hersteller haben auf diese Situation reagiert und bieten heute ein konvertierbares Prothesensystem an. Dieses ermöglicht unter Belassen des stabil eingehheilten Prothesenschafts einen Austausch der anatomischen Kalotte gegen eine inverse Metaphyse in Kombination mit einer Glenosphäre. Erste klinische Ergebnisse sind vielversprechend und zeigen eine niedrige Rate an Komplikationen, insbesondere intraoperativen Frakturen des Humerus, und einen niedrigen Blutverlust [25]. Die auf dem Markt befindlichen, konvertierbaren Prothesensysteme lassen sich in 2 Gruppen einteilen. Es werden dabei Systeme, die sich in die Metaphyse integrieren lassen („built-in“-Design), von Systemen, die die Metaphyse aufbauen („stack-on“-Design), unterschieden. Gerade letztere fallen dadurch auf, dass sie designbedingt den Arm deutlich verlängern. Werner und Mitarbeiter zeigten, dass unter Verwendung eines konvertierbaren Prothesensystems eine Verlängerung des Armes von bis zu 4,7 cm beobachtet werden konnte [26]. Dies ist nicht unbedenklich, da eine übermäßige Verlängerung vermieden werden sollte. Sie trägt potenziell die Risiken einer chronischen Überdehnung des Deltamuskels, einer Läsion von neurovaskulären Strukturen, einer Stressfraktur im Bereich des Akromions oder der Spina scapulae sowie einer Lockerung der Metaglène. Darüber hinaus kann es in chronisch vernarbten, steifen Schultern mitunter sehr anspruchsvoll sein, die Konversion vorzunehmen und

den Arm zu distalisieren. Es erfordert ein ausgedehntes Weichteil-Release unter Respektierung des N. axillaris und Plexus brachialis. Kompromisse in der Platzierung der Metaglène sind dabei nicht akzeptabel, da sie insbesondere bei kranialer Positionierung im weiteren Verlauf ein inferiores Notching mit den konsekutiven Folgen begünstigen. Im Zweifel ist ein kompletter Schaftwechsel zu überlegen [12].

Darüber hinaus scheint es noch nicht sicher absehbar, ob sich die konvertierbaren Plattformsysteme in der Fraktursituation des älteren Patienten durchsetzen werden. Die Tatsache, dass bei der Revisionsoperation der Prothesenschaft nicht gewechselt werden muss, ist ein Argument, dass bei langen Standzeiten der Prothese sinnvoll erscheint. Sollte sich jedoch eine häufig zu beobachtende, symptomatische, sekundäre Tuberkelinsuffizienz innerhalb von 1 bis 2 Jahren nach Primäroperation ereignen, die eine Revisionsoperation im Sinne einer Konversion auf ein inverses Prothesensystem nach sich zieht, ist die Überlegung erlaubt, ob nicht primär die Implantation einer inversen Prothese der zielführende Weg ist.

Inverse Prothese

Im Gegensatz zu der anatomischen Prothese erzeugt die inverse Prothese ein stabiles Rotationszentrum. Daher ist sie nicht in dem Maß auf das Einheilen der Tuberkelfragmente angewiesen, wie es für die anatomische Frakturprothese notwendig ist. Gleichwohl wird von vielen Autoren die Refixation der Tuberkelfragmente empfohlen, da auch bei den inversen Prothesen nach Einheilung der Tuberkelfragmente häufig ein klinisch besseres Ergebnis, insbesondere für die

Rotationsbewegungen, beobachtet werden kann (Abb. 1). Jedoch ist hier die Datenlage noch inkohärent. Als weiteres Argument für die Refixation der Tuberkel wird der höhere Luxationsschutz angeführt. Umgekehrt muss die Nachbehandlung die Refixation der Tuberkel adressieren und macht daher i.d.R. eine Immobilisation auf einem Schulterabduktionskissen für 6 Wochen notwendig. Diese Einschränkung wird von vielen alten Patienten als sehr unangenehm eingeschätzt und beeinträchtigt die Selbstständigkeit enorm, sodass verschiedene Autoren auf die Refixation der Tuberkel in dieser Situation verzichten und eine frühfunktionelle Nachbehandlung empfehlen.

Operationstechnik (inverse Prothese, Abb. 2)

Die Operation wird typischerweise in Beach-Chair-Position unter Single-Shot-Antibiose mit einem Cephalosporin der 2. Generation, z.B. Cefuroxim, durchgeführt. Als Zugang wird der anteriore deltopectorale Zugang empfohlen, da er sich durch eine gute Exposition des Situs und ein geringes Verletzungsrisiko des N. axillaris auszeichnet. Zudem wird der für die inverse Prothese wichtige Deltamuskel zugangsbedingt nicht beeinträchtigt. Nach Identifikation der Fraktur, Anschlingen der Rotatorenmanschette, Tenotomie der langen Bizepssehne auf Höhe des Rotatorenintervalls wird durch die Fraktur eingegangen und das Kalottenfragment reseziert. Dabei sollten die inferioren Kapselanteile unter Sicht abgelöst werden, um eine Verletzung des N. axillaris in diesem Bereich zu vermeiden. Die superiores Anteile der Rotatorenmanschette werden reseziert. Es hat sich bewährt, mit der Bearbeitung des Glenoids fortzufahren. Diesbezüglich werden ein 360°-Kapsel-Release glenoidnah durchgeführt, ggf. die lateralen Anteile der Trizepssehne eingekerbt und das Labrum glenoidale reseziert. Nach Einbringen eines zentralen Führungsdrahts über eine entsprechende Schablone werden, je nach Prothesensystem, die Bohrungen für die rückwärtigen Metaglense-Zapfen vorgenommen. Um ein späteres inferiores Notching zu vermeiden, sollte die Basisplatte mit dem inferioren Rand des knöchernen Glenoids bündig abschließen. Sie wird mit weiteren Schrauben zusätzlich fixiert. Diesbezüglich wird auf die unterschiedlichen Operationsanleitungen verwiesen. Komplettiert wird die glenoidale Operation mit der Implantation der Gle-



Abb. 1 a bis c a Präoperative Röntgendiagnostik einer 81-jährigen Frau mit Monotrauma der rechten Schulter nach häuslichem Sturz aus stehender Höhe. Es zeigt sich eine Humeruskopf-3-Part-Fraktur mit Head-Split-Komponente. b Präoperative CT-Diagnostik. c Röntgenkontrolle 1 Jahr postoperativ. Es zeigt sich eine zentrierte Schulterprothese mit eingehheilten Tuberkelfragmenten, kein Notching.

nosphäre, die, je nach Prothesensystem, mit einem inferioren Offset zur Minimierung des Notchings gewählt wird. Verbindliche Größenangaben gibt es nicht. Sie richtet sich vielmehr nach den lokalen Verhältnissen. Es folgt die Präparation des Humerusschafts, in dem, je nach Prothesensystem und Knochenqualität, ein zementierter oder aber auch unzementierter Schaft eingebracht wird. Typischerweise ist die verwendete Retroversion kleiner als die anatomische und beträgt häufig zwischen 0 und 20°. Die Prothesenhöhe richtet sich im Wesentli-

chen nach der Weichteilspannung. Dabei geht der Trend dahin, die Prothese nicht mehr zu straff einzustellen. Ein Feintuning kann mit entsprechenden Probe-Inlays vorgenommen werden. Wir empfehlen die Refixation der Tuberkelfragmente. Diesbezüglich werden mehrere nicht resorbierbare Fäden (z.B. FiberWire) zwischen Schaft und den jeweiligen Tuberkelfragmenten sowie horizontal umschlingend durch ein mediales Führungsloch der Prothese gewählt. Eine intraoperative Röntgenkontrolle dokumentiert den regelrechten Prothesensitz.

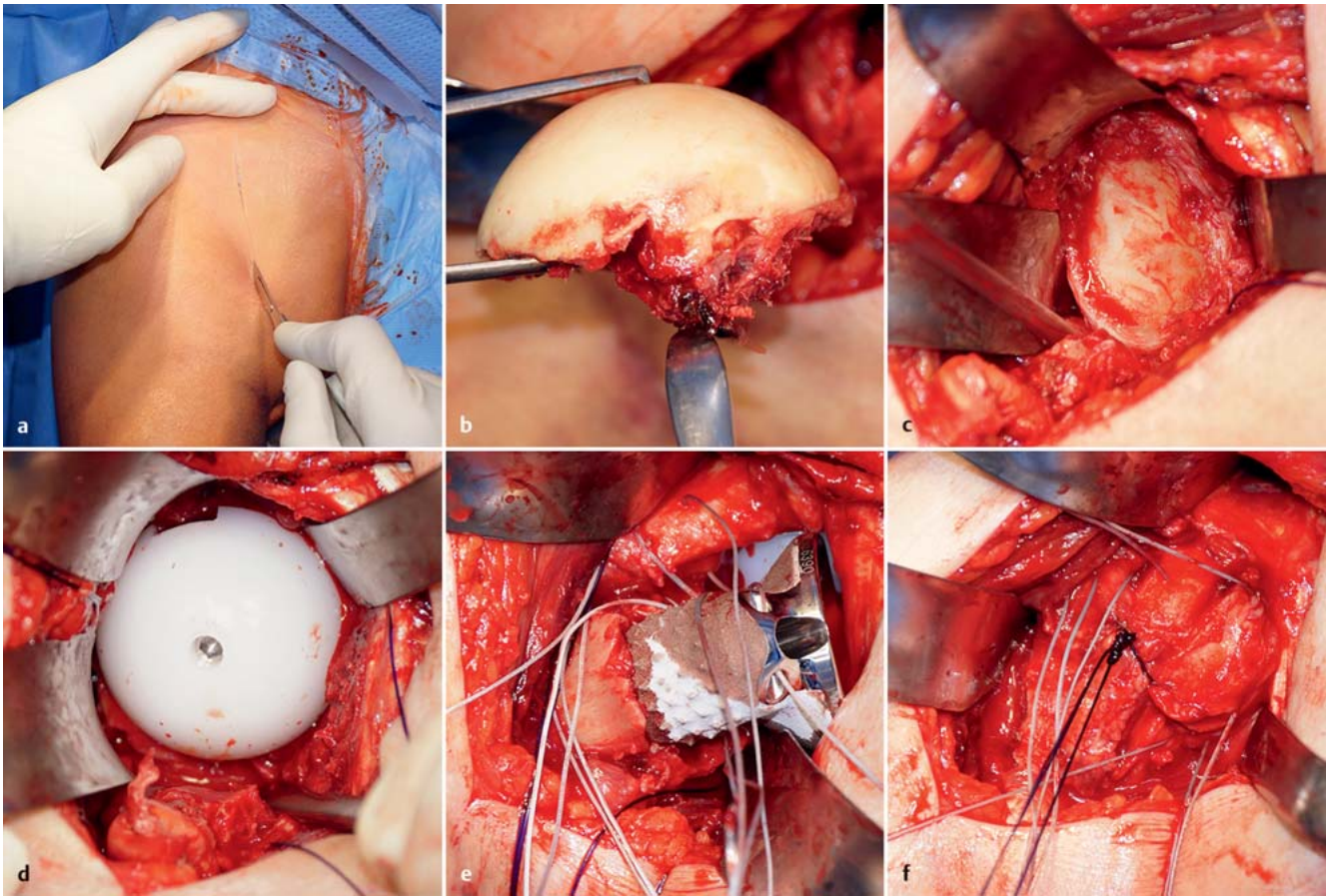


Abb. 2a bis f a Deltopektoraler Zugang. b Entfernung des Kalottenfragments. c Zirkumferentes, glenoidales Kapsel-Release. d Implantation der Glenosphäre. e Fixation der Tuberkelfragmente. f Fixation der Tuberkelfragmente.

Evidenz

Obwohl noch keine Langzeitergebnisse vorliegen, sind die bisherigen Kurzeitergebnisse sowie mittelfristigen Ergebnisse vielversprechend.

Im direkten Vergleich scheint die Implantation einer inversen Prothese sehr gute, im Vergleich zur anatomischen Prothese durchweg bessere klinische Ergebnisse zu erzeugen (**Tab. 2**). Zudem ist die Streubreite der Ergebnisse deutlich geringer, sodass die funktionellen Ergebnisse auch besser vorhersehbar sind. Cuff und Mitarbeiter publizierten 2013 ihre Ergebnisse im Rahmen einer prospektiven Kohortenstudie (Level-II-Evidenz) [7]. Sie schlossen insgesamt 53 Patienten mit einem Durchschnittsalter von 74,4 Jahren ein, die eine komplexe Humeruskopf-3- oder -4-Part-Fraktur aufwiesen. Dabei wurden mehrfragmentäre Tuberculum-majus-Situationen, sowie Head-Split-Frakturen nicht ausgeschlossen. Es wurden 26 anatomische Frakturprothesen mit 27 inversen Prothesen verglichen. Das durchschnittlich Follow-up betrug 30 Monate. Die Flexion betrug in der Gruppe der inversen Prothesen durch-

schnittlich 139° ($102\text{--}172^\circ$), verglichen mit durchschnittlich 100° ($30\text{--}170^\circ$) bei den anatomischen Frakturprothesen. Die Außenrotation ist bei beiden Prothesentypen vergleichbar und betrug 24° respektive 25° . 91% aller Patienten mit inversen Prothesen waren subjektiv zufrieden. Dies ließ sich bei Patienten mit anatomischen Prothesen deutlich weniger häufig feststellen (61%). Auffallend war auch die unterschiedliche Revisionsrate. Bei 13% aller Patienten mit anatomischen Prothesen wurde eine Revisionsoperation notwendig. Demgegenüber wurde kein Patient aus der inversen Prothesengruppe revidiert. Erwähnenswert sind die Beobachtungen bei ausbleibender Einheilung der Tuberkelfragmente. Dies wurde in 39% der Patienten nach anatomischer Prothese und bei 17% nach inverser Prothese beobachtet. Bei ausbleibender Tuberkeleinheilung betrug die durchschnittliche Flexion bei Patienten mit inverser Prothese 132° , verglichen mit nur 52° bei Patienten mit anatomischer Prothese. Die Außenrotation betrug 12° , verglichen mit 5° bei anatomischen Prothesen. Der ASES-Score (The American Shoulder and Elbow Surgeons Shoulder Score) betrug durch-

schnittlich 75 verglichen mit 38 in der Gruppe der anatomischen Prothesen.

Zu ähnlichen Ergebnissen kommen auch Sebastián-Forcada und Mitarbeiter. Sie veröffentlichten 2014 ihre Ergebnisse einer prospektiv-randomisierten Studie (Level-I-Evidenz) unter Verwendung der Lima-Prothese [20]. Es wurden insgesamt 62 Patienten, die älter als 70 Jahre waren, mit komplexen 3- und 4-Part-Frakturen eingeschlossen. Es wurden 31 anatomische Frakturprothesen mit 31 inversen Prothesen verglichen. Nach einem Mindest-Follow-up von 24 Monaten konnten signifikant bessere Ergebnisse unter Verwendung einer inversen Prothese für die Endpunkte Constant-Score mit allen Subscores, dem UCLA-Score, dem DASH-Score sowie den klinischen Funktionen Flexion und Abduktion nachgewiesen werden. Der absolute Constant-Score betrug in der Gruppe der anatomischen Prothesen durchschnittlich 40 Punkte (8–74 Punkte), verglichen mit 56 Punkten (24–80 Punkte) in der Gruppe der inversen Prothesen. Erwähnenswert sind die Kaplan-Meier-Überlebensraten beider Prothesentypen. Berücksichtigt man die Notwendigkeit einer

Tab. 2 Übersicht klinischer Studien, die anatomische und inverse Frakturprothesen miteinander vergleichen.

Studie	Evidenzlevel	Studienpopulation	Type of Replacement	Patienten (Nr.)	Alter (J)	Follow-up (Monate)	Forward Elevation Mittelwerte (°)	Forward Elevation Spanne (°)	Abduktion Mittelwerte (°)	Abduktion Spanne (°)	External Rotation Mittelwerte (°)	External Rotation Spanne (°)
Bonneville 2016 [2]	III	Frankreich	HSA	57	67	39	112	20-180			28	0-80
			RSA	41	78	39	130	50-180			23	-20-70
Solomon 2016 [21]	IV	USA	HSA	8	77	18-73	104	95-110			29	22-35
			RSA	16	77		110	100-130			28	25-30
Sebastiá-Forcada et al. 2014 [20]	I	Spanien	HSA	30	73	29	80	20-180	79	30-150	3	0-10
			RSA	31	75	28	120	40-180	113	50-170	5	0-10
Baudi 2014 [1]	III	Italien	HSA	25	70	26	89		82		23	
			RSA	28	77	27	131		128		15	
Chalmers 2014 [6]	III	USA	HSA	9	72	59	106				28	
			RSA	9	77	14	133				41	
Cuff et al. 2013 [7]	II	USA	HSA	23	74	30	100	30-170			25	0-48
			RSA	24			139	102-172			24	8-42
Boyle et al. 2013 [5]	III	Neuseeland	HSA	313	72	60						
			RSA	55	80	60						
Garrigues 2013 [9]	III	USA	HSA	11	75	43	91	30-140			31	5-60
			RSA	12			121	90-145			34	10-45
Young 2010 [27]	IV	Neuseeland	HSA	10	76	44	108	50-180			48	10-90
			RSA	10	77	22	115	45-140			49	5-105
Gallinet 2009 [8]	IV	Frankreich	HSA	17	74	17	54	30-100	60	30-90	14	0-30
			RSA	16	74	12	98	20-150	91	10-150	9	0-80

HSA: Hemi-Shoulderarthroplasty (anatomische Hemiprothese); RSA: Reverse-Shoulderarthroplasty (inverse Prothese)

Revision, unabhängig ihres Anlasses, so beträgt die Überlebensrate nach 40 Monaten für die inverse Prothese 96,8% verglichen mit 80% für anatomische Prothesen. Sehr viel deutlicher wird der Unterschied, wenn neben der Notwendigkeit einer Revision auch das klinische Scheitern als Kriterium herangezogen wird. Unter diesen Bedingungen beträgt die 40-Monate-Überlebensrate 71% bei den inversen Prothesen verglichen mit 43,3% bei den anatomischen Prothesen. Anders ausgedrückt, zeigte sich in dieser Studie, dass unter Verwendung einer anatomischen Prothese nach weniger als 4 Jahren bei über der Hälfte aller Patienten ein klinisch schlechtes, funktionell gescheitertes Ergebnis beobachtet werden musste oder eine Revision notwendig wurde – ein Grund, die Indikation zur anatomischen Frakturprothese bei älteren Patienten kritisch zu überdenken.

Die einzigen, bisher im direkten Vergleich publizierten mittelfristigen Ergebnisse stammen von Boyle und Mitarbeitern [5]. Sie publizierten 2013 die Ergebnisse aus dem neuseeländischen Prothesenregister. Dabei handelt es sich um eine prospektive Erfassung von 368 Patienten mit anatomischen und inversen Frakturprothesen, die retrospektiv ausgewertet wurden (Level-III-Evidenz). Das Follow-up betrug 6 Monate und 5 Jahre. Während der Oxford-Score nach 6 Monaten in beiden Gruppen noch vergleichbar war und 27,9 bei den anatomischen Prothesen sowie 28,1 bei den inversen Prothesen betrug, zeigten sich nach 5 Jahren signifikant bessere Ergebnisse für die inversen Prothesen. Zu diesem Zeitpunkt ließ sich ein durchschnittlicher Oxford-Score von 32,3 bei den anatomischen und 41,5 bei den inversen Prothesen feststellen. Die Revisionsrate pro 100 Komponentenjahre betrug bei den anatomischen Prothesen 1,1 verglichen mit 1,7 bei den inversen Prothesen. Die 1-Jahres-Mortalität zeigte keine Unterschiede und betrug 3,5% bei den anatomischen und 3,6% bei den inversen Prothesen.

Schlussfolgerung

Inverse Frakturprothesen zeigen sehr gute – und auch sehr gut vorhersehbare – Ergebnisse hinsichtlich Funktion und Schmerzreduktion. Dieses bestätigt sich in den bisher publizierten kurz- und mittelfristigen Ergebnissen. Langzeitergebnisse stehen noch aus. Die sekundäre Tuberkelinsuffizienz beeinflusst bei den inversen Prothesen das klinische Ergebnis weniger stark als bei den anatomischen

Prothesen. Sollte daher bei älteren Patienten eine Prothese zur Versorgung einer proximalen Humerusfraktur in Betracht gezogen werden, wird derzeit eine inverse Prothese bevorzugt.

Interessenkonflikt: M. Jaeger ist Mitglied der AOTK..

Literatur

- Baudi P, Campochiaro G, Serafini F et al. Hemiarthroplasty versus reverse shoulder arthroplasty: comparative study of functional and radiological outcomes in the treatment of acute proximal humerus fracture. *Musculoskelet Surg* 2014; 98: 19–25
- Bonnevalle N, Tournier C, Clavert P et al. Hemiarthroplasty versus reverse shoulder arthroplasty in 4-part displaced fractures of the proximal humerus: Multicenter retrospective study. *Orthop Traumatol Surg Res* 2016; 102: 569–573
- Borowsky KA, Prasad VR, Wear LJ et al. Is failure of tuberosity suture repair in hemiarthroplasty for fracture mechanical? *J Shoulder Elbow Surg* 2013; 22: 971–978
- Borowsky KA, Prasad VR, Wear LJ et al. A new concept for tuberosity repair in hemiarthroplasty for fracture: use of a clamp and underlying ledge to form a trapdoor. *J Shoulder Elbow Surg* 2015; 24: 561–568
- Boyle MJ, Youn SM, Frampton CM et al. Functional outcomes of reverse shoulder arthroplasty compared with hemiarthroplasty for acute proximal humeral fractures. *J Shoulder Elbow Surg* 2013; 22: 32–37
- Chalmers PN, Slikker W III, Mall NA et al. Reverse total shoulder arthroplasty for acute proximal humeral fracture: comparison to open reduction–internal fixation and hemiarthroplasty. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* 2014; 23: 197–204
- Cuff DJ, Pupello DR. Comparison of hemiarthroplasty and reverse shoulder arthroplasty for the treatment of proximal humeral fractures in elderly patients. *J Bone Joint Surg Am* 2013; 95: 2050–2055
- Gallinet D, Clappaz P, Garbuio P et al. Three or four parts complex proximal humerus fractures: hemiarthroplasty versus reverse prosthesis: a comparative study of 40 cases. *Orthop Traumatol Surg Res* 2009; 95: 48–55
- Garrigues GE, Johnston PS, Pepe MD et al. Hemiarthroplasty versus reverse total shoulder arthroplasty for acute proximal humerus fractures in elderly patients. *Orthopedics* 2012; 35: e703–e708
- Gupta AK, Harris JD, Erickson BJ et al. Surgical management of complex proximal humerus fractures – a systematic review of 92 studies including 4500 patients. *J Orthop Trauma* 2015; 29: 54–59
- Han RJ, Sing DC, Feeley BT et al. Proximal humerus fragility fractures: recent trends in nonoperative and operative treatment in the Medicare population. *J Shoulder Elbow Surg* 2016; 25: 256–261
- Kany J, Amouyel T, Flamand O et al. A convertible shoulder system: is it useful in total shoulder arthroplasty revisions? *Int Orthop* 2014; 39: 299–304
- Maier D, Jaeger M, Izadpanah K et al. Proximal humeral fracture treatment in adults. *J Bone Joint Surg Am* 2014; 96: 251–261
- Nijs S, Broos P. Outcome of shoulder hemiarthroplasty in acute proximal humeral fractures: a frustrating meta-analysis experience. *Acta Orthop Belg* 2009; 75: 445–451
- Nijs S, Reuther F, Broos P. Primary fracture arthroplasty of the proximal humerus using a

new and freely adjustable modular prosthesis combined with compression osteosynthesis of the tuberosities. *Oper Orthop Traumatol* 2011; 23: 21–28

- Olerud P, Ahrengart L, Ponzer S et al. Hemiarthroplasty versus nonoperative treatment of displaced 4-part proximal humeral fractures in elderly patients: a randomized controlled trial. *J Shoulder Elbow Surg* 2011; 20: 1025–1033
- Olerud P, Ahrengart L, Ponzer S et al. Internal fixation versus nonoperative treatment of displaced 3-part proximal humeral fractures in elderly patients: a randomized controlled trial. *J Shoulder Elbow Surg* 2011; 20: 747–755
- Olerud P, Ahrengart L, Söderqvist A et al. Quality of life and functional outcome after a 2-part proximal humeral fracture: a prospective cohort study on 50 patients treated with a locking plate. *J Shoulder Elbow Surg* 2010; 19: 814–822
- Olerud P, Tidermark J, Ponzer S et al. Responsiveness of the EQ-5D in patients with proximal humeral fractures. *J Shoulder Elbow Surg* 2011; 20: 1200–1206
- Sebastiá-Forcada E, Cebrían-Gómez R, Lizaur-Utrilla A et al. Reverse shoulder arthroplasty versus hemiarthroplasty for acute proximal humeral fractures. A blinded, randomized, controlled, prospective study. *J Shoulder Elbow Surg* 2014; 23: 1419–1426
- Solomon JA, Joseph SM, Shishani Y et al. Cost Analysis of Hemiarthroplasty Versus Reverse Shoulder Arthroplasty for Fractures. *Orthopedics* 2016; 39: 230–234
- Südkamp N, Bayer J, Hepp P et al. Open reduction and internal fixation of proximal humeral fractures with use of the locking proximal humerus plate. Results of a prospective, multicenter, observational study. *J Bone Joint Surg Am* 2009; 91: 1320–1328
- Südkamp NP, Audigé L, Lambert S et al. Path analysis of factors for functional outcome at one year in 463 proximal humeral fractures. *J Shoulder Elbow Surg* 2011; 20: 1207–1216
- Torrens C, Corrales M, Vilà G et al. Functional and quality-of-life results of displaced and nondisplaced proximal humeral fractures treated conservatively. *J Orthop Trauma* 2011; 25: 581–587
- Werner BC, Dines JS, Dines DM. Platform systems in shoulder arthroplasty. *Curr Rev Musculoskelet Med* 2016; 9: 49–53
- Werner BS, Boehm D, Gohlke F. Revision to reverse shoulder arthroplasty with retention of the humeral component. *Acta Orthop* 2013; 84: 473–478
- Young SW, Segal BS, Turner PC et al. Comparison of functional outcomes of reverse shoulder arthroplasty versus hemiarthroplasty in the primary treatment of acute proximal humerus fracture. *ANZ J Surg* 2010; 80: 789–793

Dr. Martin Jaeger

Sektionsleiter Schulterchirurgie

PD Dr. Dirk Maier

Oberarzt

PD Dr. Kaywan Izadpanah

Oberarzt

Dr. Thorsten Hammer

Ärztlicher Leiter

Prof. Dr. Norbert P. Südkamp

Ärztlicher Direktor

Department Chirurgie

Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie

Universitätsklinikum Freiburg

Hugstetter Straße 55, 79106 Freiburg

martin.jaeger@uniklinik-freiburg.de