



Komplexe proximale Humerusfrakturen

Wann ist die endoprothetische Frakturversorgung indiziert, und wenn ja, welche?

Mit dem demografischen Wandel zu einer älteren und aktiveren Gesellschaft steigt die Inzidenz von osteoporotischen Frakturen. Proximale Humerusfrakturen stellen etwa 10 % aller Frakturen bei betroffenen Patienten über 65 Jahren dar und sind somit nach Hüft- und Radiusfrakturen die dritthäufigste Frakturlokalisation [1–4].

Bei 50–80 % aller proximalen Humerusfrakturen liegt keine oder eine geringe Dislokation vor, und sie können konservativ behandelt werden [5]. Dislozierte und instabile Frakturen werden häufig osteosynthetisch (winkelstabile Plattenosteosynthese, proximaler Humerusnagel) oder in Abhängigkeit von der Rekonstruierbarkeit der Gelenkfläche und der Knochenqualität endoprothetisch versorgt [6, 7]. Das Patientenalter und der Aktivitätsgrad des Patienten sind neben dem Erfahrungsgrad des Chirurgen, Repositionsmöglichkeit der Fraktur und operativer Präferenz Entscheidungsfaktoren der operativen Vorgehensweise. Bis heute liegt keine ausreichende Evidenz vor, die die beste Behandlung von proximalen Humerusfrakturen unterstützt [8]. Etwa 21 % aller proximalen Humerusfrakturen werden operativ versorgt [9]. Unverändert stellen die winkelstabile Plattenosteosynthese und die intramedulläre Marknagelung den Goldstandard in der operativen Versorgung proximaler Humerusfrakturen dar [10]. Nach aktueller Studienlage ist eine primäre endoprothetische Frakturversorgung bei komplexen 3- und 4-Part-Humeruskopffrakturen mit Head-split-Komponente, fortgeschrittener Osteoporose oder gescheiter-

ter Osteosynthese indiziert. Die betroffenen Patienten mit einem gescheiterten Osteosyntheseverfahren werden im weiteren Verlauf zunehmend auf ein prothetisches Verfahren konvertiert [6, 11].

Der vorliegende Beitrag soll einen Überblick und eine Zusammenfassung der aktuellen Therapiemöglichkeiten mit Empfehlung der operativen Vorgehensweise bei komplexen, proximalen Humerusfrakturen geben.

Indikationsentscheidung: konservativ vs. offene Reposition und interne Fixation vs. Frakturprothese

Die Behandlung komplexer proximaler Humerusfrakturen richtet sich nach dem Patientenalter. Bei älteren Patienten >75 Jahren sollte bei Behandlungsbeginn eine konservative Therapie gegen eine operative Intervention eingehend diskutiert und abgewogen werden. Oftmals ist eine funktionale Rekonstruktion des Humeruskopfes aufgrund der Knochenqualität, insbesondere der Tuberkula und der Beschaffenheit der Rotatorenmanschette nicht aussichtsreich, sodass die Implantation einer inversen Frakturprothese zunehmend zur operativen Versorgung der ersten Wahl bei älteren Patienten mit 3-/4-Part-Humeruskopffrakturen wird. Die Entscheidung der chirurgischen Vorgehensweise bei komplexen, proximalen Humerusfrakturen bei jüngeren Patient <75 Jahren ist von verschiedenen Faktoren abhängig. Hier sollte bei dislozierten Frakturen weiterhin eine Rekonstruktion angestrebt

werden. Dies erscheint insbesondere dann sinnvoll, wenn die Gelenkfläche und/oder die Tuberkula deutlich disloziert sind. Besondere Berücksichtigung finden polytraumatisierte Patienten mit Begleitverletzungen des Thorax oder der unteren Extremität, sowie Mehretagenverletzungen der oberen Extremität, um eine rasche Mobilisation zu ermöglichen. Zwischenzeitlich konnten verschiedene Prediktoren herausgearbeitet werden, die helfen, einen komplikationsbehafteten Heilungsverlauf, der u. a. mit einem Scheitern der Osteosynthese einhergehen kann, abzuschätzen. Ein besonderes Augenmerk kommt dabei der Knochenqualität zu. Eine osteoporotische Knochenqualität und/oder geringer Knochenstock bieten auch modernen, zementaugmentierten Fixationssystemen wenig Halt. Dies wird durch eine Varus-Dislokation des Humeruskopfes und durch eine Zerstörung der medialen Säule (Kalkarregion) weiter kompliziert. Zudem sind mehrfragmentäre Tuberkula – auch unter Nutzung von Fadenzugurtungen der Rotatorenmanschette – weiterhin schwierig zu fixieren. Sie neigen zur sekundären Dislokation. Häufig lässt sich dieses schon im konventionellen Röntgenbild erkennen. Im Zweifelsfall sollte nicht gezögert werden, eine weitere Computertomographie(CT)-Diagnostik einzuleiten. Darüber hinaus gelten weiterhin die Hertel-Kriterien zur Beurteilung der Humeruskopfdurchblutung zum Zeitpunkt der Fraktur (Humeruskopf-4-Part-Fraktur, Zerstörung des medialen Scharniers, sowie Länge der posteromedialen Extension von weniger

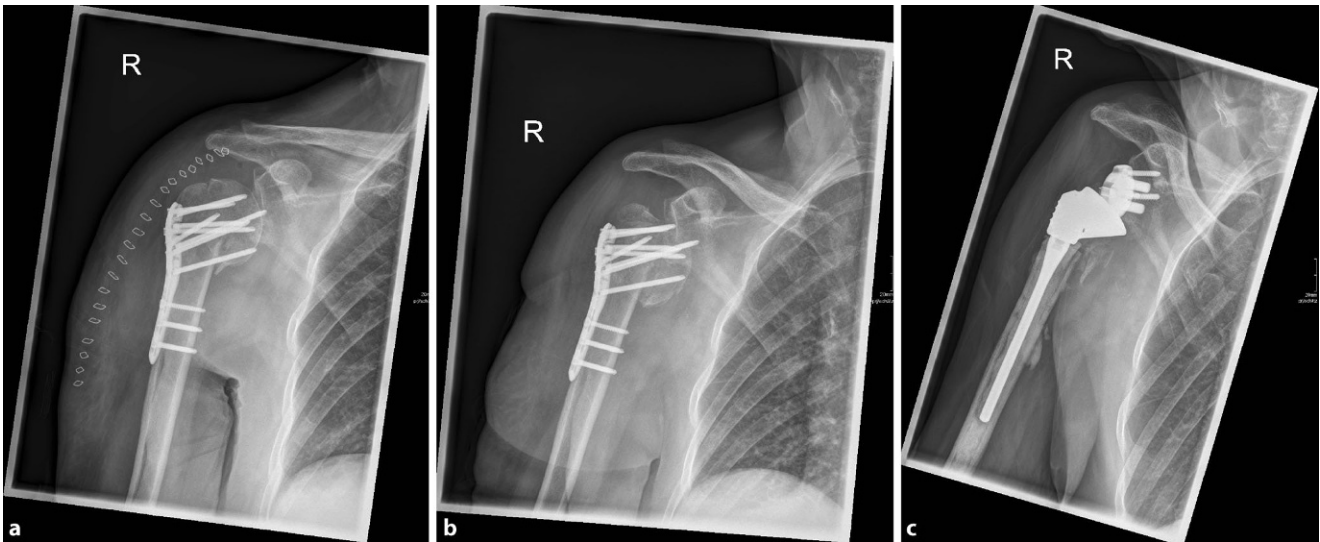


Abb. 1 ▲ Fallbeispiel 1. Konsiliarische Vorstellung einer 74-jährigen Patientin mit extern versorgter 3-Part-Humeruskopffraktur und sekundärer Frakturdislokation 10 Tage postoperativ (a, b). 4 Wochen nach Indexoperation Konversion auf eine inverse Schulterprothese (c)

als 8 mm [12]). Sie helfen, das Risiko einer avaskulären Humerkopfnekrose abzuschätzen. Komplikationsträchtige Verläufe kommen gehäuft bei älteren, über 75 Jahre alten Patienten vor, da diese vermehrt die oben genannten Prediktoren vereinen. Umgekehrt ist man gerade bei diesem Patientenkollektiv bestrebt, die Schulterfunktion mit nur einer Operation, die möglichst zuverlässig ist, wieder herzustellen, sodass sich die inverse Schulterprothese bei diesen Patienten zunehmend anbietet. Dies führt zu einer deutlichen Ausweitung der Indikation zur Implantation der inversen Frakturprothese und beschränkt sich nicht mehr nur noch auf Fraktursituationen mit einer vorbestehenden Defektsituation der Rotatorenmanschette.

Entscheidet man sich zu einer Osteosynthese, so scheint es klinisch keine wesentliche Rolle zu spielen, ob ein proximaler Humerusnagel oder ein winkelstabiles Plattensystem gewählt wird. Beide Osteosyntheseverfahren zeigen vergleichbare Ergebnisse. In einer multizentrischen Studie mit der Erfassung von instabilen, dislozierten proximalen Humerusfrakturen konnte dokumentiert werden, dass sowohl mit proximalen Humerusnägeln als auch mit winkelstabilen Plattensystemen eine signifikante Verbesserung der Bewegungsamplitude und

des Constant Scores mit vergleichbaren Werten zur gesunden Gegenseite erreicht werden können [7]. Eine Komplikationsrate von 34 % wurde in derselben Studie nachgewiesen, wobei die kortikale Schraubenperforation die häufigste war (14 %). Das Auftreten von avaskulären Humerkopfnekrosen wird mit 34 % bei 3- und 4-Part-Frakturen angegeben, bis zu 42 % bei 4-Part-Frakturen unabhängig von der internen Fixationsmethode und bis hin zu 100 % bei 4-Part-Luxationsfrakturen ([13]; Fallbeispiel 1 und 2, **Abb. 1a–c und 2a–f**).

Eine prospektive, multizentrische Studie hat die konservative Behandlung gegenüber der operativen Behandlung mittels winkelstabiler Plattenosteosynthese und proximalem Humerusnagel bei 2-Part-Humeruskopffrakturen ausgewertet [14]. Sowohl die konservative als auch die operative Vorgehensweise wurden als sichere und effektive Behandlungsmethoden beschrieben, wobei die operative Versorgung in der Frühphase eine schnellere Schmerzfreiheit und bessere Bewegungsamplitude zeigte.

Indikationen für die anatomische Frakturprothese

Mit der Entwicklung der inversen Frakturprothese sowie deren hervorragenden klinischen Ergebnissen ergibt sich immer

seltener die Indikation zur Implantation einer primären, anatomischen Frakturprothese. Ein „idealer“ Patient ist durch folgende Kriterien gekennzeichnet:

- Patientenalter zwischen 50 und 70 Jahren,
- keine metaphysäre Trümmerzone,
- intaktes Kalkarfragment,
- irreparable Humerkopffraktur mit hohem Risiko einer posttraumatischen Humerkopfschämie,
- intakte Tuberkelfragmente,
- fehlende Omarthrosezeichen,
- fehlende Rotatorenmanschettenpathologie (prätraumatisch aktive glenohumerale Abduktion bis 90°).

In den letzten Jahren wurde das Design der anatomischen Frakturprothesen weiterentwickelt, um insbesondere die verschiedenen Offsets des Humerus individuell anzupassen und die Fixation der Tuberkelfragmente zu verbessern. Gerade der letzte Gesichtspunkt scheint vor dem Hintergrund einer sekundären Dislokation der Tuberkelfragmente wichtig zu sein.

In einer retrospektiven, multizentrischen Studie konnte gezeigt werden, dass das klinische Ergebnis maßgeblich von der Qualität der Tuberkeleinheilung abhängt [15]. Zwar gaben die Patienten nach 1 Jahr überwiegend keine oder nur geringe Beschwerden an, jedoch gelang

die Flexion der Schulter über 90° nur bei 41,9 % aller Patienten [15]. Im Vergleich zu konservativ behandelten Patienten konnte eine randomisiert kontrollierte Studie signifikant bessere Ergebnisse im Quality of Live Score für die Patienten mit anatomischer Frakturprothese nachweisen, wobei der Hauptvorteil in der Schmerzreduktion lag [16]. Eine retrospektive Kohortenstudie verglich die offene Reposition und winkelstabile Plattenosteosynthese mit anatomischen Frakturprothesen bei 3- und 4-Part-Humeruskopffrakturen und konnte mit der anatomischen Frakturprothese ein besseres klinisches Ergebnis bei insgesamt höherer Komplikationsrate zeigen [17]. Die häufigsten Komplikationen in der Frakturendoprothetik sind sekundäre Tuberkeldislokation (23 %), Instabilität (15 %), Infektion (5 %) und Arthrofibrose (5 %) als Frühkomplikation, gefolgt von iatrogenen periprothetischen Frakturen (5 %) und Verletzungen des N. axillaris (5 %; [10]).

Sekundäre Tuberkelinsuffizienz

Die Tuberkel des Humeruskopfes sind die anatomischen Ansatzpunkte der Rotatorenmanschette. Sobald das Tuberculum majus und/oder Tuberculum minus bei einer komplexen, proximalen Humerusfraktur disloziert, ist das zu beobachtende funktionelle Ergebnis schlecht. Dieses gilt insbesondere auch nach operativer Intervention mit winkelstabiler Plattenosteosynthese (Fallbeispiel 3, **Abb. 3**). Als Risikofaktoren für eine derartige Tuberkelinsuffizienz gelten mehrfragmentär frakturierte Tuberkula, sowie Avulsions- und Impressionsfrakturen derselben. In einer Metaanalyse von 16 Studien über komplexe proximale Humerusfrakturen konnte eine Korrelation zwischen hohem Patientenalter und schlechteren postoperativen Constant Scores ($r = -0,60$, $p = 0,0142$) nachgewiesen werden. In allen eingeschlossenen Studien hatte die Tuberkelreposition das funktionelle Ergebnis relevant beeinflusst und wurde von den Autoren als frustrierend eingeschätzt [18].

In einer klinikeigenen, retrospektiven Studie wurden 96 Patienten nach Implantation einer primären, anatomi-

Trauma Berufskrankh 2017 · 19 (Suppl 2):S170–S176 DOI 10.1007/s10039-017-0288-0
© Springer Medizin Verlag GmbH 2017

M. V. Neumann · M. Jaeger · N. P. Südkamp

Komplexe proximale Humerusfrakturen. Wann ist die endoprothetische Frakturversorgung indiziert, und wenn ja, welche?

Zusammenfassung

Der funktionelle Anspruch nach Schultergelenkfrakturen steigt bei älteren Patienten. Das chirurgische Bestreben ist die stabile und anatomische Rekonstruktion des Humeruskopfes auch bei komplizierten Humeruskopffrakturen. Bei Vorliegen irreparabler Humeruskopffrakturen geht der Trend bei älteren Patienten zur Implantation einer primären, inversen Frakturprothese. Die Indikation erfolgt dabei zunehmend alters- und nicht mehr frakturmusterabhängig. Dieses Vorgehen wird mittlerweile durch verschiedene biomechanische und klinische Studien unterstrützt, die die Überlegenheit der inversen Prothese gegenüber anderen Os-

teosyntheseverfahren und der anatomischen Frakturprothese dokumentieren. Bei jüngeren Patienten wird weiterhin empfohlen, auch bei komplexen Frakturmorphologien, eine primäre Rekonstruktion der Fraktur anzustreben. Dieser Beitrag beleuchtet die chirurgischen Möglichkeiten bei komplexen, proximalen Humerusfrakturen und soll eine Entscheidungshilfe im klinischen Alltag bieten.

Schlüsselwörter

Schultergelenkfrakturen · Alter · Frakturprothese · Humeruskopf · Schulterfunktion

Complex proximal humeral fractures. When is arthroplasty indicated for fracture treatment and if so, which?

Abstract

The functional requirement for shoulder joint fractures also increases in older patients. The surgical aim is the stable and anatomical reconstruction of the humerus head, even in the case of complicated humerus fractures. In the presence of irreparable humeral head fractures, the trend in older patients is towards the implantation of a primary reverse fracture prosthesis. The indication is increasingly dependent on age and no longer on fracture pattern. This approach is now supported by various biomechanical and clinical studies that document the superiority of the inverse prosthesis versus

other osteosynthesis procedures and the anatomical fracture prosthesis. In younger patients, it is recommended to attempt a primary reconstruction of the fracture, even in the case of complex fracture morphologies. This article examines the surgical possibilities for complex, proximal humeral fractures and is intended to provide decision support in everyday clinical practice.

Keywords

Shoulder joint fractures · Aged · Fracture prosthesis · Humeral head · Shoulder function

schen Frakturprothese (Typ EPOCA, Synthes®, Oberdorf, Schweiz) während 30 Monaten nachkontrolliert. Eine zementierte Schaftverankerung erfolgte in 58 Fällen. Zur Refixation der Tuberkula wurden Tubercable® (Argomedical, Cham, Schweiz) verwendet. Unmittelbar postoperativ zeigte sich eine korrekte Tuberkelreposition bei 63 % der behandelten Patienten, eine inkorrekte Tuberkelreposition in 37 % der Fälle. Von den initial anatomisch reponierten Tuberkelfragmenten waren zum spätesten Nachkontrolltermin nur 44 % der Tuberkel in anatomischer Position vollständig

eingehilt und korrekt positioniert, bei 17 % waren die Tuberkel eingewachsen jedoch sekundär disloziert, und in 40 % waren die Tuberkel sekundär disloziert und nicht eingehilt. Das Ergebnis scheint altersabhängig zu sein. So konnte nach durchschnittlich 30 Monaten bei den Patienten über 70 Jahren von den initial anatomisch reponierten Tuberkelfragmenten nur noch bei 38,7 % eine weiterhin korrekte, anatomische Einheilung beobachtet werden.

In einer biomechanischen Kadaverstudie wurden unter zyklischen Zugbelastungen der Rotatorenmanschetten-



Abb. 2 ▲ Fallbeispiel 2. Zunächst konservativer Therapieversuch einer 4-Part-, funktionellen 2-Part-Humeruskopffraktur bei einer 85-jährigen Patientin (a). Im Verlauf sekundäre Dislokation und Entscheidung zur winkelstabilen Plattenosteosynthese (b, c). 6 Monate postoperativ Nachweis der posttraumatischen Humeruskopfnekrose und Schraubenperforation sowie sekundärer Lyse des Glenoids (d, e). Konversion auf eine inverse Schulterprothese 6 Monate nach Indexoperation (f)

muskulatur und gleichzeitiger glenohumeraler Bewegung nach Implantation einer anatomischen Frakturprothese bei 4-Part-Humeruskopffrakturen die Integrität der Tuberkula nach Fadenrefixation getestet [19]. Eine 100%ige Fehlerquote konnte aufgezeigt werden, da die Tuberkula im Schnitt um 1 cm in allen Bewegungsebenen disloziert waren. Die Fäden waren nicht gerissen, jedoch gelockert und hatten die Sehnen eingekerbt und den Knochen teilweise eingeschnitten. Der spongiöse Kollaps führte zu einer Lockerung und Wanderung der Nähte. Alle Fadensysteme waren gelockert und konnten leicht von der knöchernen Oberfläche gelöst werden. Das Fazit dieser biomechanischen

Studie ist, dass eine Fadenrefixation der Tuberkula eine mechanisch instabile Lösung ist.

Sowohl biomechanische als auch retrospektive Studien zeigen die Relevanz der Berücksichtigung der Frakturmorphologie der Tubercula humeri. Ist eine stabile und anatomische Refixation der Tuberkula perioperativ nicht möglich, sollte ein inverses Prothesenmodell zur Frakturversorgung gewählt werden.

Anatomische vs. inverse Schulterprothese

Die Entscheidung, ob eine anatomische oder inverse Schulterprothese verwendet werden soll, hängt maßgeblich von

der Qualität der Tuberkula ab. Sind diese mehrfragmentär, dünn, klein und zeigen eine schlechte, osteoporotische Knochenqualität, so ist eine anatomische Einheilung der Tuberkula nach Osteosynthese derselben im Rahmen einer anatomischen frakturprothetischen Versorgung eher unwahrscheinlich. Eine sekundäre Dislokation und/oder Resorption der Tuberkula kann in derartigen Situationen fast regelhaft beobachtet werden. Dies hat zur Konsequenz, dass die Rotatormanchette die anatomische Prothese nicht mehr zentrieren kann und sich ein sekundärer Humeruskopfhochstand entwickelt. Dieser geht wiederum sehr häufig mit einer schlechten, schmerzhaften Schulterfunktion einher. Auf der ande-



Abb. 3 ▲ Fallbeispiel 3. 95-jähriger Patient mit valgisch impakterter 4-Part-Humeruskopfuxationsfraktur links (a, b), die zunächst mittels winkelstabiler Plattenosteosynthese und Zementaugumentation der Schrauben versorgt wurde (c). 7 Monate postoperativ beklagte der Patient eine zunehmende Kraftminderung und Funktionseinschränkung. Radiologisch Nachweis der sekundären Tuberkeldislokation (Tuberculum majus nach medial, Tuberculum minus nach distal) (d, e) und Konversion auf inverse Schulterprothese (f)

ren Seite ist die inverse Schulterprothese nicht mehr in gleichem Maß wie früher von der Einheilung der Tuberkula abhängig, da sich diese aus bautechnischen Gründen selbst zentriert. Auch bei ausbleibender Einheilung der Tuberkula lassen sich daher noch häufig sehr gute, schmerzfreie Schulterfunktionen beobachten, die zumindest die selbstständige Versorgung und somit die vorbestehende Autonomie des Patienten erhalten.

Verschiedene Studien haben die anatomische Frakturprothese mit der inversen Schulterfrakturprothese verglichen. Eine prospektiv randomisierte Studie mit

62 Patienten wurde 2014 vorgestellt [20]. In dieser Studie wurden 31 Patienten mit einer inversen Schulterprothese versorgt und mit 31 Patienten mit anatomischer Frakturprothese verglichen. Der Nachkontrollzeitraum betrug im Schnitt 28,5 Monate. Die Gruppe der Patienten mit inverser Schulterprothese hatte einen signifikant besseren Constant Score postoperativ ($p = 0,001$), die Gruppe der Patienten mit anatomischer Frakturprothese ein signifikant schlechteres, funktionelles Ergebnis postoperativ für die Funktion der Schulter, des Armes und der Hand ($p = 0,001$). Auffallend war insbe-

sondere, dass alle klinischen Ergebnisse unter Verwendung einer inversen Frakturprothese eine deutlich kleinere Streubreite zeigten, d. h. unter Verwendung dieses Prothesensystems wesentlich besser prognostizierbar sind. Die Einheilungsrate der refixierten Tuberkula war trotz subtiler Fixationstechniken schwierig und betrug in der Gruppe der inversen Schulterprothese 64,5 %. Sie war bei den anatomischen Frakturprothesen deutlich schlechter und betrug nur noch 56,6 %. Alarmierend erscheinen die Überlebensraten der anatomischen Frakturprothesen. Zwar betrug die Überlebensrate der

Tab. 1 Postoperative Bewegungsumfänge nach verschiedenen operativen Verfahrensweisen bei 3- und 4-Part-Humeruskopffrakturen bei Patienten über 70 Jahren im Vergleich

	Alter (Ø Werte)	Nachkontrollzeitraum (Ø Werte)	Aktive Abduktion (Ø Werte)	Aktive Anteversion (Ø Werte)
PHILOS-Plattenosteosynthese (n = 25)	79 Jahre (70–89)	6 Monate (2–12)	94° (40–160°)	96° (40–160°)
Inverse Frakturprothese (n = 38)	81 Jahre (70–91)	9 Monate (2–45)	97° (40–150°)	101° (40–150°)
Konversion PHILOS auf inverse Frakturprothese (n = 10)	79 Jahre (71–95)	11 Monate (2–36)	89° (40–150°)	94° (40–150°)
Signifikanz ($p < 0,05$) ^a	$p = 0,5027$	$p = 0,1986$	$p = 0,8237$	$p = 0,7923$

^aOne-way-ANOVA („analysis of variance“)

anatomischen Prothesen nach 40 Monaten 80 %, sofern jegliche Revision als Endpunkt gewählt wird. Wird zusätzlich noch das klinische Versagen der Prothese berücksichtigt, sinkt die Überlebensrate der anatomischen Prothesen auf nur noch 43,3 %. Zusammenfassend zeigte diese Studie ein signifikant besseres funktionelles Ergebnis nach inverser Schulterprothesenversorgung mit einer geringen Komplikationsrate [20].

Eine vergleichbare, prospektive Studie bei Patienten über 70 Jahren mit 3- oder 4-Part-Humeruskopffraktur und mehrfragmentärer Tuberculum-majus-Fraktur oder Head-split-Komponente konnte im Vergleich zwischen anatomischer und inverser Schulterfrakturprothese ebenfalls eine signifikant bessere postoperative Funktion bei den ASES (American Shoulder and Elbow Surgeons) Scores und SST (Simple Shoulder Test; $p = 0,0001$) nachweisen [21]. Eine Tuberkelheilung wurde in 61 % bei der anatomischen Frakturprothese und in 83 % bei der inversen Frakturprothese beobachtet [21]. Dabei zeigte sich, dass bei ausbleibender Einheilung der Tuberkelfragmente die klinischen Ergebnisse unter Verwendung der inversen Schulterprothesen signifikant besser sind.

In Zusammenschau der aktuellen Studienlage sind die postoperativen Ergebnisse nach inverser Schulterfrakturprothese gegenüber der anatomischen Frakturprothese in der Funktion als auch Schmerzfreiheit signifikant besser.

Retrospektive Datenanalyse

Im Zeitraum Januar 2014 bis Dezember 2016 wurden 246 Patienten zwischen 15 und 95 Jahren mit 3- und 4-Part-Humeruskopffrakturen an unserer Klinik operativ behandelt. Die Anzahl über 70-jähriger Patienten repräsentierte 30 % des gesamten betroffenen Patientengutes; 25 der 73 über 70-jährigen Patienten wurden mit einer winkelstabilen Plattenosteosynthese (PHILOS, Synthes®) versorgt. Die postoperative, aktive Bewegungsumfänge für Abduktion und Anteversion betrug im Durchschnitt 94° bzw. 96° nach einer durchschnittlichen Nachkontrollzeit von etwa 6 Monaten (Tab. 1). Eine inverse Frakturprothese wurde als primäre Frakturversorgung bei 38 Patienten gewählt. Das Durchschnittsalter dieser betroffenen Patienten betrug 81 Jahre, die durchschnittliche Abduktions- bzw. Anteversionsfähigkeit nach einem durchschnittlichen Nachkontrollzeitraum von 9 Monaten war 97° bzw. 101° (Tab. 1). Insgesamt 10 Patienten im mittleren Alter von 79 Jahren wurden nach durchschnittlich 13 Monaten nach erfolgter offener Frakturprothese und Plattenosteosynthese während des Zeitraumes der retrospektiven Datenauswertung auf eine inverse Frakturprothese konvertiert. Die Ursachen waren in 2 Fällen eine sekundäre Tuberkelinsuffizienz nach anatomischer Frakturprothese, sekundäre Frakturdislokation in 4 Fällen, avaskuläre Humeruskopfnekrose bei 3 Patienten und in einem Fall ein Low-grade-Infekt. Die durchschnittliche, aktive Abduktion und Anteversion betrug nach Konversion auf

eine inverse Schulterprothese nach einem Nachkontrollzeitraum von durchschnittlich 11 Monaten 89° bzw. 94°. Es konnte in der statistischen Analyse mittels unverbundenen t-Tests keine Signifikanz in der postoperativen Abduktion ($p = 0,8788$) oder Anteversion ($p = 0,6489$) zwischen PHILOS-Plattenosteosynthese und primärer, inverser Frakturprothese gefunden werden.

Die retrospektive Datenanalyse zeigt, dass die inverse Frakturprothese als primäre Frakturversorgung – trotz älteren Patientengutes – bei komplexen 3- und 4-Part-Humeruskopffrakturen eine bessere Bewegungsumfänge der aktiven Abduktion und Anteversion im Vergleich zur winkelstabilen Plattenosteosynthese erzielt.

Schlussfolgerung

Bei Patienten unter 70 Jahren sollte grundsätzlich die Rekonstruktion des Humeruskopfes angestrebt werden. Dabei ist die anatomische Reposition und stabile Osteosynthese der Humeruskopffraktur entscheidend für die postoperative Schultergelenkfunktion. Verschiedene Studien haben enttäuschende Ergebnisse nach Implantation primärer, anatomischer Schulterprothesen aufgezeigt, am häufigsten bedingt durch eine sekundäre Tuberkelinsuffizienz. Im Gegensatz dazu sind mit der Implantation inverser Schulterfrakturprothesen häufig sehr gute, gut vorhersehbare und gut reproduzierbare Ergebnisse mit einer in der Regel sehr guten Schulterfunktion und Beschwerdefreiheit zu erzielen. Dabei wird das klinische Ergebnis weniger stark von einer sekundären Tuberkelinsuffizienz beeinflusst. Insgesamt deutet sich ein Trend zur primären Implantation einer inversen Frakturprothese bei älteren Patienten an, unabhängig vom zugrundeliegenden Frakturmuster.

Fazit für die Praxis

- Die Versorgung von Humeruskopffrakturen ist vom Patientenalter abhängig.
- Wird eine Osteosynthese vorgenommen, sind die anatomische

Reposition und korrekte, stabile Osteosynthese entscheidend.

- **Wenn eine irreparable Fraktursituation vorliegt und/oder das Risiko einer posttraumatischen Humeruskopfnekrose sehr hoch ist, wird bei älteren Patienten die Implantation einer primären Frakturprothese empfohlen.**
- **Die Indikation zur inversen Prothese ist nicht mehr nur den sehr alten Patienten mit begleitender Pathologie der Rotatorenmanschette vorbehalten. Sie ist zunehmend auch dann gegeben, wenn eine stabile Osteosynthese der Tuberkelfragmente, insbesondere bei osteoporotischer und/oder mehrfragmentärer Situation derselben, kritisch erscheint und eine spätere Dezentrierung des Humeruskopfes bzw. der anatomischen Prothese droht.**

Korrespondenzadresse

Prof. Dr. N. P. Südkamp

Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie,
Universitätsklinik Freiburg
Hugstetter Str. 55, 79106 Freiburg, Deutschland
norbert.suedkamp@uniklinik-freiburg.de

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. M.V. Neumann, M. Jaeger und N.P. Südkamp geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Dieser Beitrag beinhaltet keine von den Autoren durchgeführten Studien an Menschen oder Tieren. Alle Patienten, die über Bildmaterial oder anderweitige Angaben innerhalb des Manuskripts zu identifizieren sind, haben hierzu ihre schriftliche Einwilligung gegeben. Im Falle von nicht mündigen Patienten liegt die Einwilligung eines Erziehungsberechtigten oder des gesetzlich bestellten Betreuers vor.

The supplement containing this article is not sponsored by industry.

Literatur

1. Baron JA, Karagas M, Barrett J, Kniffin W, Malenka D, Mayor M et al (1996) Basic epidemiology of fractures of the upper and lower limb among Americans over 65 years of age. *Epidemiology* 7:612–618
2. Lanting B, MacDermid J, Drosdowech D, Faber KJ (2008) Proximal humeral fractures: a systematic review of treatment modalities. *J Shoulder Elbow Surg* 17:42–52
3. Lee SH, Dargent-Molina P, Breart G, EPIDOS Group (2002) Risk factors for fractures of the proximal humerus: results from the EPIDOS prospective study. *J Bone Miner Res* 17:817–825
4. Nguyen TV, Center JR, Sambrook PN, Eisman JA (2001) Risk factors for proximal humerus, forearm, and wrist fractures in elderly men and women: the Dubbo Osteoporosis Epidemiology Study. *Am J Epidemiol* 153:587–595
5. Green A, Norris TR (2009) Part II: proximal humeral fractures and fracture dislocations. In: Browner BD, Jupiter JB, Levine AM, Trafton PG, Krettek C (Hrsg) *Skeletal trauma: basic science, management, and reconstruction*, 4. Aufl. Saunders, Philadelphia, S 1643–1716
6. Jobin CM, Galdi B, Anakwenze OA, Ahmad CS, Levine WN (2015) Reverse shoulder arthroplasty for the management of proximal humerus fractures. *J Am Acad Orthop Surg* 23:190–201
7. Suedkamp N, Bayer J, Hepp P, Voigt C, Oestern H, Karagas M et al (2009) Open reduction and internal fixation of proximal humeral fractures with use of the locking proximal humerus plate. Results of a prospective, multicenter, observational study. *J Bone Joint Surg Am* 91:1320–1328
8. Han RJ, Sing DC, Feeley BT, Ma CB, Zhang AL (2016) Proximal humerus fragility fractures: recent trends in nonoperative and operative treatment in the Medicare population. *J Shoulder Elbow Surg* 25:256–261
9. Roux A, Decroocq L, El Batti S et al (2012) Epidemiology of proximal humerus fractures managed in a trauma center. *Orthop Traumatol Surg Res* 98:715–719
10. Schnetzke M, Grützner PA, Gühring T (2015) Current principles in the treatment of proximal humeral fractures in osteoporotic bone. *Orthop Unfallchir Prax* 11:555–562. doi:10.3238/oup.2015.0555-0562
11. Kim SH, Wise BL, Zhang Y, Szabo RM (2011) Increasing incidence of shoulder arthroplasty in the United States. *J Bone Joint Surg Am* 93:2249–2254
12. Gadea F, Favard L, Boileau P, Cuny C, d'Ollone T, Saragaglia D, Sirveaux F (2016) SOFCOT. Fixation of 4-part fractures of the proximal humerus: can we identify radiological criteria that support locking plates or IM nailing? Comparative, retrospective study of 107 cases. *Orthop Traumatol Surg Res* 102(8):963–970
13. Hauschild O, Konrad G, Audige L, de Boer P, Lambert SM, Hertel R, Suedkamp NP (2013) Operative vs non-operative treatment for two-part surgical neck fractures of the proximal humerus. *Arch Orthop Trauma Surg* 133(10):1385–1393
14. Hertel R (2005) Fractures of the proximal humerus in osteoporotic bone. *Osteoporos Int* 16(Suppl 2):65–72
15. Krallinger F, Schwaiger R, Wambacher M et al (2004) Outcome after primary hemiarthroplasty for fracture of the head of the humerus. A retrospective multicentre study of 167 patients. *J Bone Joint Surg Br* 86:217–219
16. Olerud P, Ahrengart L, Ponzer S, Saving J, Tidermark J (2011) Hemiarthroplasty versus nonoperative treatment of displaced 4-part proximal humeral fractures in elderly patients: a randomized controlled trial. *J Shoulder Elbow Surg* 20:1025–1033
17. Solberg BD, Moon CN, Franco DP, Paiement GD (2009) Surgical treatment of three and four-part proximal humeral fractures. *J Bone Joint Surg Am* 91:1689–1697
18. 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
19. Borowsky KA, Prasad VR, Wear LJ, Stevenson TE, Trent ND, Bennett AJ, Marsden NJ (2013) Is failure of tuberosity suture repair in hemi-arthroplasty for fracture mechanical? *J Shoulder Elbow Surg* 22:971–978
20. Sebastia-Forcada E, Cebrian-Gomez R, Lizaur-Utrilla A, Gil-Guillen V (2014) Reverse shoulder arthroplasty versus hemiarthroplasty for acute proximal humeral fractures. A blinded, randomized, controlled, prospective study. *J Shoulder Elbow Surg* 23:1419–1426
21. Cuff DJ, Pupello DR (2013) Comparison of Hemi-arthroplasty and reverse shoulder arthroplasty for the treatment of proximal humeral fractures in elderly patients. *J Bone Joint Surg Am* 95:2050–2055