

Freya M. Reeh, Maren Bieling, Helmut Lill, Stephan Sehmisch, Alexander Ellwein

State of the Art bei der Frakturprothese am Oberarmkopf

Zusammenfassung:

Proximale Humerusfrakturen machen einen großen Anteil an allen Frakturen aus und steigen insbesondere mit zunehmendem Lebensalter aufgrund einer abnehmenden Knochendichte stetig an. Die Wahl des bestmöglichen Therapieverfahrens gestaltet sich oftmals als schwer und dieses Thema wird in der dazu bisher veröffentlichten Literatur kontrovers diskutiert. Bei nicht oder nur gering dislozierten Frakturen ist eine konservative Therapie ein geeignetes Verfahren. Ab einem gewissen Grad der Dislokation wird eine operative Therapie notwendig. Die gelenkerhaltende Operation sollte bei jungen Patientinnen und Patienten grundsätzlich bevorzugt werden. Die primäre inverse Frakturoprothese bei nicht rekonstruierbaren Frakturen hat in den letzten Jahren aufgrund ihrer zufriedenstellenden postoperativen Ergebnisse vermehrt an Bedeutung gewonnen. Klare Indikationen zum endoprothetischen Gelenkersatz liegen in einem schmalen Kalottenfragment, einer fehlenden medialen Abstützung, einer Trümmerzone im Bereich der Tubercula sowie patientinnen-/patientenspezifischen Faktoren wie einer vorbestehenden Omarthrose oder Rotatorenmanschetteninsuffizienz. Der grundlegende Vorteil der inversen Totalendoprothese gegenüber der anatomischen Hemiprothese liegt in einer Unabhängigkeit von der Funktion der Rotatorenmanschette. Auch wenn die Funktion der inversen Prothese nicht von der knöchernen Einheilung der Tubercula abhängig ist, sollte eine Tubercularefixation angestrebt werden, da hierdurch bessere funktionelle Ergebnisse erzielt werden. Die primäre inverse Frakturprothese zeigt gute langfristige funktionelle Ergebnisse und stellt somit das Verfahren der Wahl bei nicht mehr rekonstruierbaren proximalen Humerusfrakturen dar.

Schlüsselwörter:

Proximale Humerusfraktur, Inverse Schulter-Totalendoprothese, Frakturoprothese, Tubercularefixation

Zitierweise:

Reeh FM, Bieling M, Lill H, Sehmisch S, Ellwein A: State of the Art bei der Frakturprothese am Oberarmkopf
OUP 2023; 12: 272–279
DOI 10.53180/oup.2023.0272-0279

Einleitung

Frakturen des proximalen Humerus treten mit einer Inzidenz von 105–342 pro 100.000 Einwohner auf und gehören mit einem Anteil von 4–5 % an allen Frakturen zu den häufigsten Skelettverletzungen, insbesondere bei älteren Menschen [1–3]. Bei Patientinnen und Patienten über einem Alter von 60 Jahren stellt die Oberarmkopffraktur, vor allem nach einem ebenbürtigen Sturz auf den ausgestreckten Arm, neben der Schenkelhalsfraktur

und der Fraktur des distalen Radius die dritthäufigste Frakturentität dar [4, 5]. Aufgrund der Zunahme von osteoporotischen Knochenzuständen mit zunehmendem Lebensalter, steigt auch die Inzidenz der proximalen Humerusfraktur mit dem Alter kontinuierlich an, wobei Frauen insgesamt wesentlich häufiger betroffen sind als Männer. Dies trägt auch dazu bei, dass die Oberarmkopffraktur als „Indikatorfraktur“ für Osteoporose bezeichnet wird [6]. Mit Betrachtung des

demographischen Wandels wird perspektivisch gesehen eine Zunahme der Frakturen um das Dreifache in den nächsten 30 Jahren erwartet [7, 8]. Bei jüngeren Patientinnen und Patienten kommt es seltener vor und eher nach hochenergetischen Unfällen oder Sportunfällen zur Entstehung von komplexen Frakturmustern des proximalen Humerus [5].

Die optimale Behandlung von proximalen Humerusfrakturen wird in der bisher dazu veröffentlichten

F. M. Reeh, M. Bieling, H. Lill: DIAKOVERE Friederikenstift, Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie, Hannover

A. Ellwein: DIAKOVERE Friederikenstift, Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie, Hannover & Medizinische Hochschule Hannover, Klinik für Unfallchirurgie

S. Sehmisch: Medizinische Hochschule Hannover, Klinik für Unfallchirurgie

State of the art in fracture arthroplasty of the proximal humerus

Summary: Proximal humerus fractures account for a large proportion of all fractures and increase steadily with age due to decreasing bone density. The choice of the best possible therapeutic procedure is often difficult and this topic has been controversially discussed in the literature published to date. In the case of non-displaced or only slightly displaced fractures, conservative therapy is a suitable procedure. From a certain degree of dislocation, surgical therapy becomes necessary. Joint-preserving surgery should generally be preferred in young patients. Primary inverse fracture arthroplasty for nonreconstructible fractures has become increasingly important in recent years because of its satisfactory postoperative results. Clear indications for endoprosthesis joint replacement include a narrow calvarial fragment, lack of medial support, a zone of comminution in the tuberosity, and patient-related factors such as preexisting omarthrosis, or rotator cuff insufficiency. The fundamental advantage of the inverse total endoprosthesis over the anatomic hemiprosthesis is its independence from rotator cuff function. Although the function of the inverse prosthesis is not dependent on the bony healing of the tuberosity, tuberosity re-fixation should be aimed for, as this achieves better functional results. The primary inverse fracture prosthesis shows good long-term functional results and is therefore the procedure of choice for proximal humerus fractures that can no longer be reconstructed.

Keywords: Proximal humeral fracture, reverse shoulder arthroplasty, fracture arthroplasty, tubercula re-fixation

Citation: Reeh FM, Bieling M, Lill H, Sehmisch S, Ellwein A: State of the art in fracture arthroplasty of the proximal humerus

OUP 2023; 12: 272–279. DOI 10.53180/oup.2023.0272-0279

Literatur weiterhin kontrovers diskutiert, ein einheitlicher Goldstandard existiert aufgrund einer mangelnden Anzahl von Level-I- und -II-Studien nicht [9–11]. Für den Großteil der Frakturen, der nicht oder nur geringfügig disloziert ist, stellt die konservative Therapie eine sinnvolle Option dar [7, 12]. Für dislozierte Frakturen stehen eine Vielzahl von operativen Behandlungsmethoden zur Verfügung, wie zum Beispiel die offene Reposition und Plattenosteosynthese, die intramedulläre Nageosteosynthese oder die endoprothetische Versorgung, wobei hier zwischen der anatomischen (Hemi-)Prothese (Abb. 4) und der inversen Totalendoprothese (Abb. 1–3, 5) unterschieden wird. Während die primäre inverse Frakturprothese bis vor einigen Jahren eher die/den geriatrische/n Patientin/Patienten vorbehalten war, hat mit der Zeit ein Umdenken und ein Wandel stattgefunden, sodass sie nun als die primäre Option bei nicht rekonstruierbaren Frakturen angesehen wird. Die Wahl des geeigneten Verfahrens sollte individuell unter Berücksichtigung verschiedener patientinnen-/patientenbezogener Faktoren entschieden werden. Die operative Therapie der Oberarm-

kopffraktur bleibt aufgrund des hohen sowie komplexen technischen Aufwands und der häufigen Entwicklung von postoperativen Komplikationen weiterhin eine chirurgische Herausforderung [3, 10, 12].

Bei der operativen Therapie von proximalen Humerusfrakturen existiert ein großes Spektrum zwischen gelenkerhaltenden Verfahren und der endoprothetischen Versorgung. Generell ist die gelenkerhaltende Operation mit osteosynthetischer Versorgung bei jüngeren Patientinnen und Patienten zu bevorzugen. Gefürchtete Komplikationen nach einer gelenkerhaltenden Operation liegen dennoch in einer Humeruskopfnekrose und dem Materialversagen (Abb. 5) mit einer sekundären Dislokation. Mit zunehmendem Lebensalter steigt unter anderem die Häufigkeit von degenerativ bedingten Läsionen der Rotatorenmanschette sowie von osteoporotischen Knochenzuständen, weswegen sich bei der älteren Population eher die primäre Implantation einer inversen Schulter-Totalendoprothese etabliert hat [13, 14]. Im Hinblick auf den Entschluss zur operativen Versorgung gibt es klare Indikationen wie offene Frakturen, stark dislozierte oder

Luxationsfrakturen, Frakturen mit einer sog. Head-Split-Komponente sowie begleitende neurovaskuläre Schädigungen. Bevor eine endgültige Entscheidung über das Therapieverfahren getroffen wird, sollten unbedingt patientinnen-/patientenspezifische Faktoren wie der Funktionsanspruch (Aktivitäten des alltäglichen Lebens, sportliche Aktivität, aktuelle Arbeit) berücksichtigt werden [13, 14]. Im Folgenden soll ausschließlich auf die endoprothetische Versorgung nach proximaler Humerusfraktur eingegangen werden.

Aus der Literatur ist nachweislich bekannt, dass das funktionelle Outcome nach endoprothetischer Versorgung schlechter ist, als nach einer gelenkerhaltenden Operation [14, 15]. Demgegenüber ist das klinische Ergebnis nach einer sekundären endoprothetischen Versorgung nach einer primär fehlgeschlagenen osteosynthetischen Therapie deutlich schlechter, als nach einer primären Implantation einer Schulterendoprothese [16]. Gerade aus diesem Grund gehört die Entscheidung über das primäre Operationsverfahren zu den wichtigsten Faktoren bezüglich des langjährigen Outcomes und sollte kritisch und individuell überdacht werden.

Abb. 1–2: Freya M. Reeh



Abbildung 1 Valgisch impaktierte proximale 4-Part Humerusfraktur mit Head-Split bei einem 64-jährigen männlichen Patienten. **a** präoperative a.p.-Röntgenaufnahme; **b** präoperative axiale Röntgenaufnahme; **c** präoperatives axiales 2D-CT; **d** präoperatives koronares 2D-CT; **e–f** postoperative a.p. (e) und y-Aufnahme (f) nach Implantation einer zementfreien inversen Schulterprothese mit Refixation der Tubercula

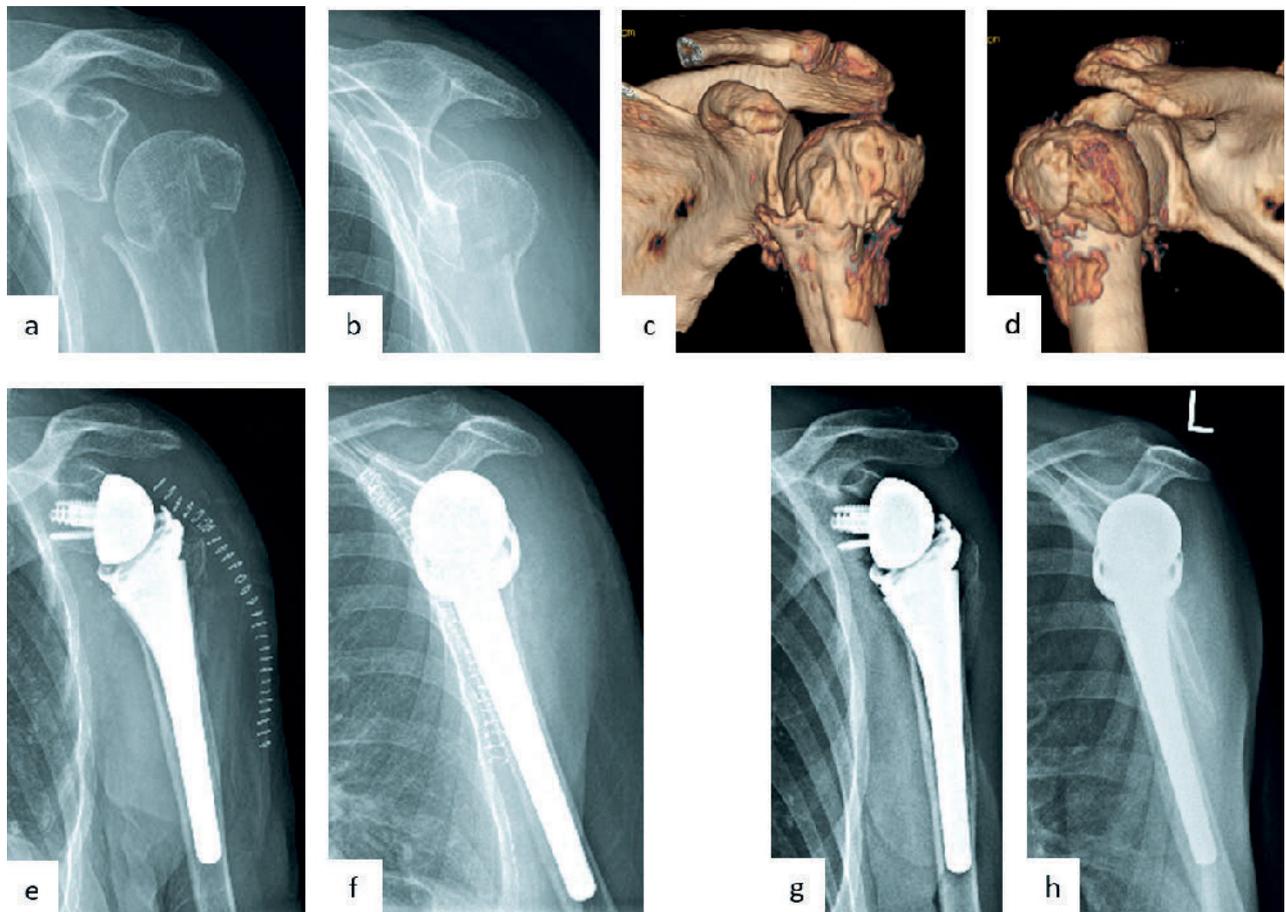


Abbildung 2 Valgisch distrahierte proximale 3-Part Humerusfraktur bei einer 85-jährigen weiblichen Patientin. **a** präoperative a.p.-Röntgenaufnahme; **b** präoperative axiale Röntgenaufnahme; **c–d** präoperatives 3D-CT; **e–f** postoperative a.p.- (e) und y-Aufnahme (f) nach Implantation einer zementfreien inversen Schulterprothese mit Refixation der Tubercula; **g–h** Röntgen-Verlaufskontrolle (a.p.- und y-Aufnahme) 6 Wochen postoperativ

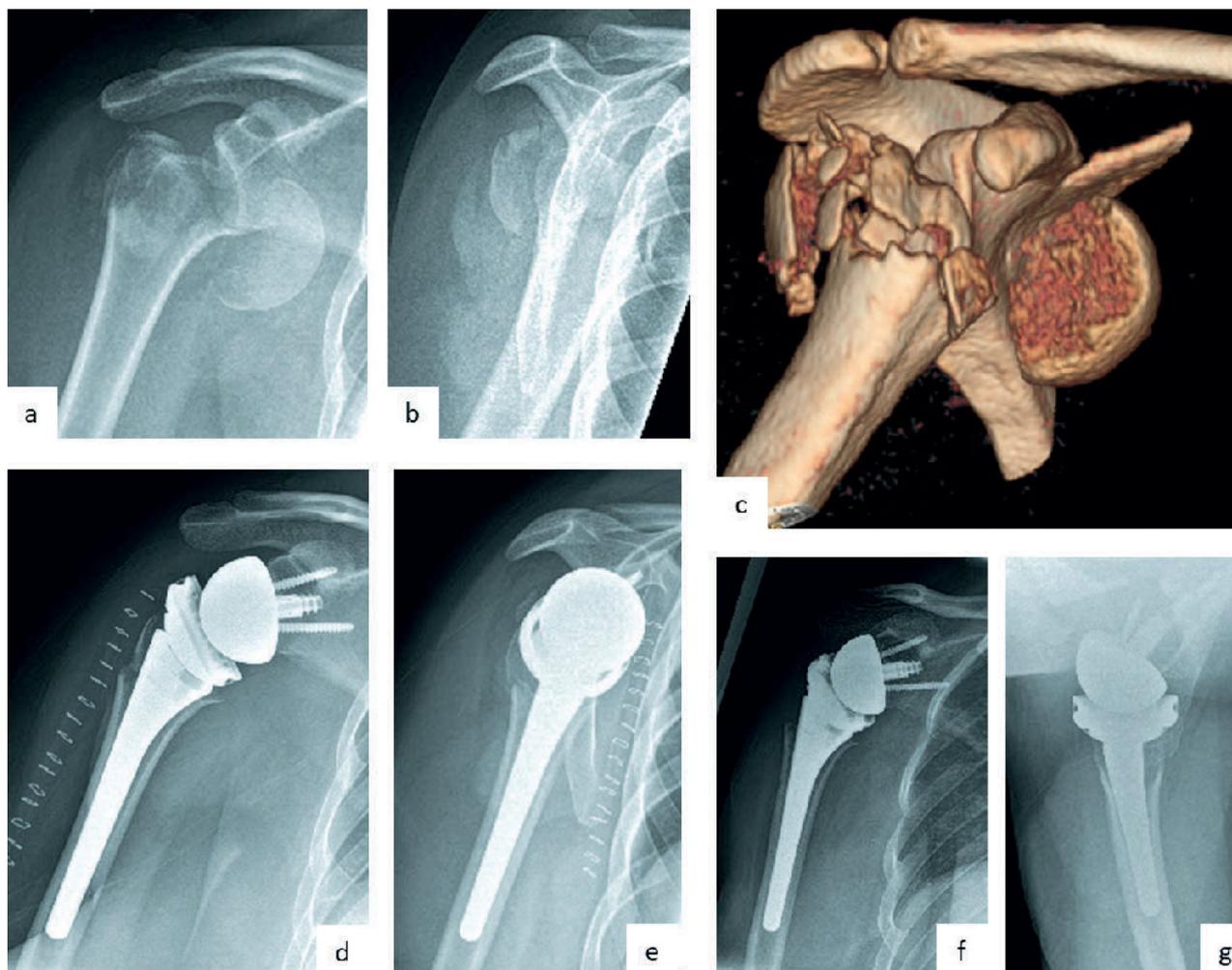


Abbildung 3 Humeruskopf 4-Part-Luxationsfraktur mit mehrfragmentärem Tuberculum minus und majus und in Luxation befindliche Kalotte subcoracoidal mit zentralem Knochendefekt humeral bei einer 45-jährigen weiblichen Patientin. **a** präoperative a.p.-Röntgenaufnahme; **b** präoperative axiale Röntgenaufnahme; **c** präoperatives 3D-CT; **d–e** postoperative a.p.- (d) und y-Aufnahme (e) nach Implantation einer zementfreien inversen Schulterprothese mit Refixation des Tuberculum majus; **f–g** Röntgen-Verlaufskontrolle (a.p. und axiale Aufnahme) 6 Wochen postoperativ

Anatomische Schulterprothese

Anatomische Prothesen galten vor Einführung der inversen Schulterprothese als Goldstandard zur Versorgung von nicht rekonstruierbaren proximalen Humerusfrakturen (Abb. 4). Die häufig eingeschränkten funktionellen Ergebnisse nach Implantation einer anatomischen Prothese im Gegensatz zu langfristig sehr zufriedenstellenden Ergebnissen nach der inversen Schulterendoprothetik haben dazu geführt, dass sie heutzutage in der Fraktursituation nur noch selten implantiert werden. Die Indikation zur anatomischen Frakturprothese besteht vor allem bei jungen Patientinnen und Patienten, bei denen eine gelenkerhaltende Operation nicht mehr möglich sind und

die nachweislich eine intakte und voll funktionsfähige Rotatorenmanschette aufweisen sowie ein ausreichendes Maß an Compliance zeigen. Die nachgewiesene Axillarisschädigung mit Deltaeinschränkung beschreibt eine weitere Indikation. In die präoperative Entscheidungsfindung sollten verschiedene Faktoren mit einbezogen werden, darunter unter anderem das Patientinnen-/Patientenalter, der funktionelle Anspruch, die Knochenqualität sowie der Zustand der Tubercula und der Rotatorenmanschette. Eine Dislokation der Tubercula um mehr als 5 mm und eine fettige Degeneration der Rotatorenmanschette sind nachgewiesene Faktoren für ein schlechtes funktionelles Outcome nach der Implantation einer anatomi-

schischen Prothese [17]. Für ein gutes funktionelles Ergebnis sowie zur nachhaltigen Verhinderung von Glenoidverletzungen und Rotatorenmanschettendefiziten ist auf eine exakte anatomische Rekonstruktion und die Erhaltung und knöcherne Einheilung der Tubercula zu achten [17, 18]. Ein guter metaphysärer Knochenkontakt, eine stabile Primärfixation und die Vermeidung von Knochenzement im Frakturbereich zählen darüber hinaus zu den Faktoren, die eine gute Knochenheilung ermöglichen. Der gleichzeitige Glenoidersatz kann das Risiko sekundärer ossärer Erosionen verhindern und eine bessere langfristige Funktion der Endoprothese gewähren.

Zu den Faktoren, die eine knöcherne Konsolidierung erschweren,

gehören mehrfragmentäre Frakturen der Tubercula, eine reduzierte Knochenqualität sowie eine Destruktion des medialen Kalkarsegmentes [15]. Insbesondere bei älteren Patientinnen und Patienten mit einer reduzierten Knochenqualität wird nach der Implantation einer anatomischen Prothese häufig von Komplikationen im Sinne einer Tuberositasfehlverheilung, -migration oder -resorption berichtet. Doch auch die funktionellen Ergebnisse, gemessen an den gängigen klinischen Scores, zeigen sich im Vergleich zur inversen Prothese deutlich vermindert. Die operierten Patientinnen und Patienten berichten häufig von einer langfristig verminderten Funktionalität sowie einem erhöhten Schmerzaufkommen. Es wurden in der Vergangenheit verschiedene Designs von Prothesenschäften entwickelt, um das Problem der schlechten Tuberculaeinheilung und der damit einhergehenden verminderten Funktionalität zu lösen. Die Idee liegt hierbei vor allem in der Wahl einer niedrig-profilierter metaphysären Komponente, die eine bessere Tuberculaadaptation ermöglicht. Auch wenn es eine Vielzahl an verschiedenen Schaftdesigns gibt, besteht dennoch kein sicherer biomechanischer Nachweis für ein überlegenes Konstrukt [17]. Vor dem Hintergrund eines chirurgisch sehr anspruchsvollen Vorgehens, der häufig beobachteten fehlenden knöchernen Konsolidierung der Tubercula sowie des Primärziels einer gelenkerhaltenden Operationstechnik bei jungen Patientinnen und Patienten, hat die anatomische Frakturprothese in den letzten Jahren zunehmend an Bedeutung im klinischen Alltag verloren und kommt nur noch selten in der Fraktursituation zur Anwendung [14, 15].

Inverse Schulter-Totalendoprothese

Liegt eine osteosynthetisch nicht mehr rekonstruierbare Fraktur mit funktionseingeschränkter oder -loser Rotatorenmanschette vor, stellt die Implantation einer inversen Schulter-Totalendoprothese eine gängige und wirksame Behandlungsoption dar (Abb. 1–3, 5). Die Verwendung dieser Prothesenform bringt 2 entscheidende

und klinisch extrem bedeutende Vorteile mit sich: Zum einen wird das glenohumerale Rotationszentrum so verlagert, dass der Zustand der Rotatorenmanschette unerheblich wird und die Abduktion im Schultergelenk maßgeblich durch den Deltamuskel bewirkt wird. Zum anderen sind die Prothesenfunktion und das postoperative funktionelle Outcome nicht vom Zustand bzw. der knöchernen Einheilung der Tubercula abhängig, wie es bei der anatomischen Prothese der Fall ist. Doch auch wenn die Funktion der Prothese nicht von der Rekonstruktion der Tubercula abhängig ist, sollten diese, wenn möglich immer refixiert werden (Abb. 1–3), da hierdurch eine Verbesserung der Beweglichkeit – insbesondere der Außenrotation, die einen großen Stellenwert in den meisten alltäglichen Bewegungen einnimmt – erzielt werden kann [15, 19, 20]. Im Prothesendesign der inversen Schulter-Totalendoprothese sind diesbezüglich Refixationsmöglichkeiten integriert, über die Tape-Cerclagen angelegt werden können. Eine weitere Maßnahme zur Verbesserung des postoperativen Bewegungsumfanges liegt in einer weiter inferior positionierten Basisplatte und der teilweisen oder vollständigen Resektion der Sehne des Musculus Supraspinatus. Aktuelle Studien berichten von einer deutlichen Verbesserung der alltäglichen Aktivität und der Lebensqualität mit sehr zufriedenstellenden Ergebnissen nach erfolgter Implantation einer inversen Schulter-Totalendoprothese [19, 20]. Die guten klinischen Ergebnisse haben die inverse Frakturprothese zu der präferierten Methode bei nicht mehr rekonstruierbaren proximalen Humerusfrakturen gemacht.

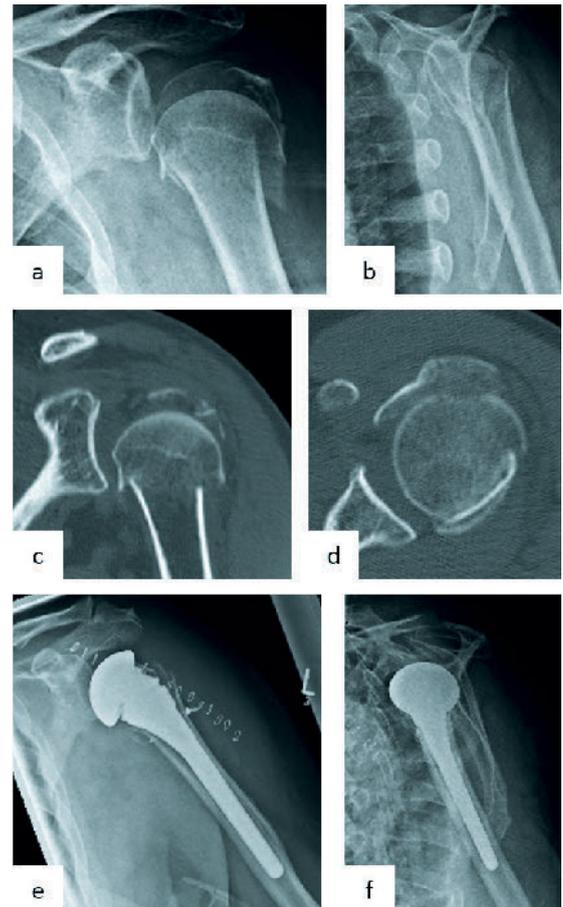


Abbildung 4 Valgisch impaktierte proximale 4-Part Humerusfraktur mit Head-Split bei einem 67-jährigen männlichen Patienten. **a** präoperative a.p.-Röntgenaufnahme; **b** präoperative axiale Röntgenaufnahme; **c** präoperatives koronares 2D-CT; **d** präoperatives axiales 2D-CT; **e–f** postoperative a.p.-(e) und y-Aufnahme (f) nach Implantation einer zementfreien anatomischen Hemiprothese

Während dem klassischen Gramont-Design eine Medialisierung des Drehzentrums zugrunde liegt, geht der aktuelle Trend zu einer vermehrten Lateralisierung, die über die Basisplatte oder Glenosphäre erzielt werden kann. Der Deltamuskel nimmt somit wieder einen anatomischeren Verlauf ein, wodurch die Funktion verbessert wird und Zug- in Kompressionskräfte umgewandelt werden, welche die Stabilität der Prothese erhöhen. Die Lateralisation wirkt sich ebenfalls positiv auf die Funktion bei rekonstruierter Rotatorenmanschette aus [21].

Indikationsstellung

Grundlegend wird zwischen harten und weichen Faktoren gegen eine endoprothetische Versorgung des Schulterge-

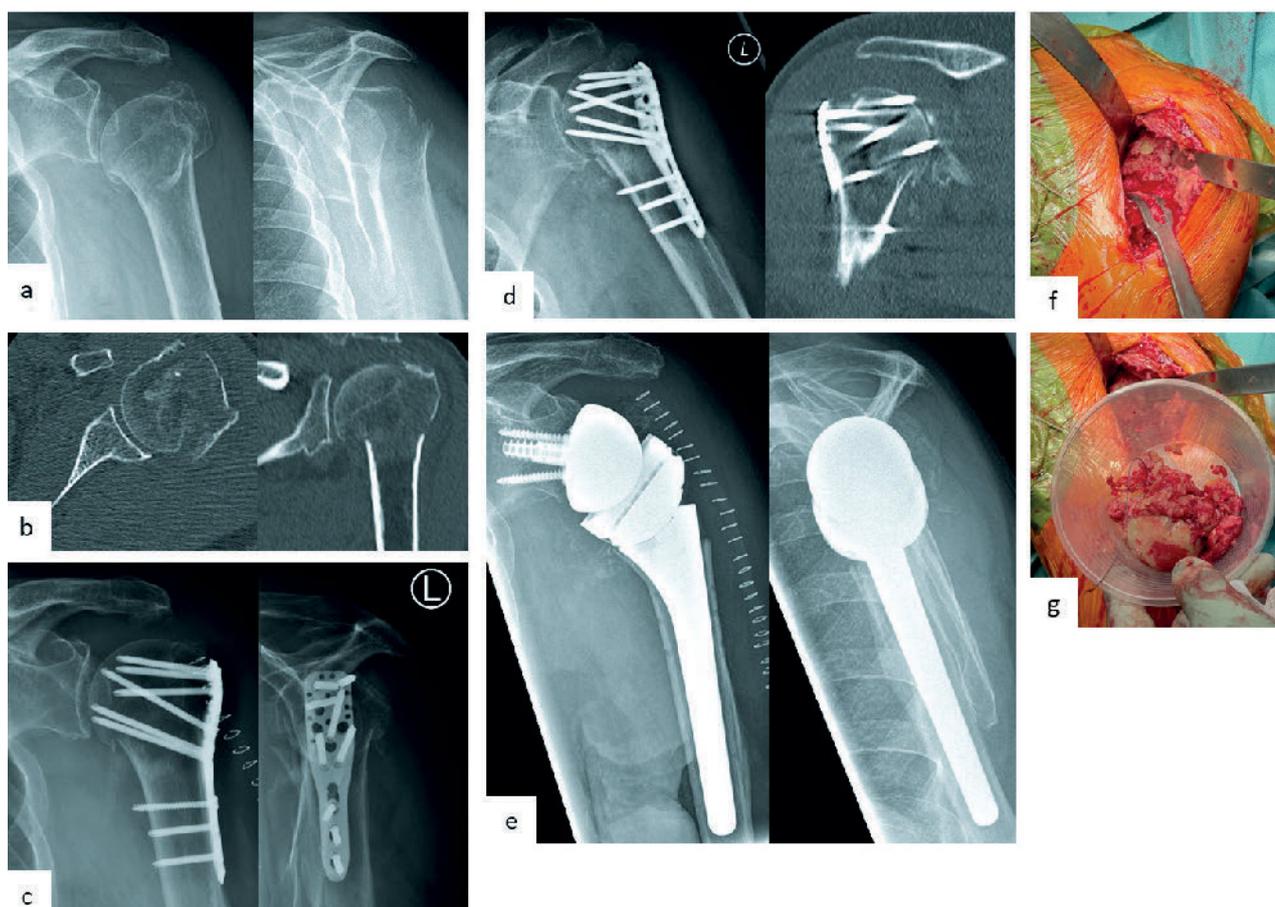


Abbildung 5 Valgisch impaktierte proximale 3-Part-Humerusfraktur bei einem 92-jährigen männlichen Patienten. **a** präoperative a.p.- und y-Röntgenaufnahme; **b** präoperatives axiales und koronares 2D-CT; **c** postoperative a.p.- und y-Röntgenaufnahme nach offener Reposition und Plattenosteosynthese sowie Tuberculacerclage; **d** Röntgen- und CT-Kontrolle nach 4 Wochen mit dem Nachweis eines Osteosynthese Versagens; **e** postoperative Röntgen a.p.- und y-Aufnahme nach Verfahrenswechsel mit Entfernung der Platte und Implantation einer inversen Schultertotalendoprothese, **f-g** intraoperative Bilder der Revisions-Operation

lenkes unterschieden [22]. Für eine möglichst genaue Evaluation der Frakturmorphologie und des Knochenzustands sowie der Humeruskopfdurchblutung, die essenziell für die Prognose sind, empfiehlt sich die präoperative Durchführung einer Computertomographie (mit 3D-Rekonstruktion), die dem nativen Röntgen deutlich überlegen ist und heutzutage als Standard gilt. Neben den radiologischen Faktoren sollten patientinnen-/patientenbezogene Kriterien (biologisches Alter, funktioneller Anspruch) unbedingt mit in die Therapieentscheidung einbezogen werden.

Zu den harten Faktoren, die gegen eine Rekonstruktion sprechen, zählen [22]:

- Schmales Kalottenfragment
- Fehlende oder nicht rekonstruierbare mediale Abstützung der Kallotte

- Mehrfragmentär frakturierte Tubercula mit Trümmerzone
- Vorbestehende Rotatorenman-schetteninsuffizienz
- Fortgeschrittene Omarthrose
- Osteopene oder osteoporotische Knochenstruktur

Zu den weichen Faktoren, die ein kritisches Hinterfragen der gelenkerhaltenden Operation mit sich bringen, gehören [22]:

- Head-Split Komponente
- Valgisch impaktierte 4-Part-Luxationsfrakturen
- Humeruskopfimpression > 40 % der Gelenkfläche
- Ruptur des posteromedialen Periost

Unbedingt zu bedenken ist der Fakt, dass sich nach einer fehlgeschlagenen primären osteosynthetischen Versorgung nachweislich schlechtere Ergebnisse zeigen als nach einer primären

Prothesenimplantation. Nach einem fehlgeschlagenen konservativen Konzept kommt es nach einem Therapiewechsel auf eine Prothese demgegenüber zu keiner Verschlechterung des Outcomes [16]. Mitunter aus diesem Grund gehört die Wahl der bestmöglichen und an die Gegebenheiten angepassten Therapieform zu den wichtigsten Voraussetzungen für ein langfristig gutes und funktionell zufriedenstellendes Ergebnis.

Operationstechnik

Wenn auch aktuell noch nicht gefordert, sollte präoperativ eine Planung erfolgen, wodurch die optimale Implantatwahl und -positionierung vorab bestimmt werden kann. Vor der Lagerung der Patientin/des Patienten im Operationsaal erfolgt perioperative intravenöse Antibiose (z.B. mit Cefazolin) mindestens 30 min vor

Hautschnitt. Zur Reduktion von Blutungen kann off-label 1 g Tranexamsäure vor Schnitt verabreicht werden, insofern es die Krankenvorgeschichte des Betroffenen erlaubt. Die Patientin/der Patient wird im modifizierten Beach-Chair mit 30°-Oberkörper-Hochlagerung positioniert. Der Oberkörper wird mit der zu operierenden Schulter weit am Rand des Tisches gelagert, sodass die Schulter frei zugänglich und gut beweglich ist. Nach regelrechtem Abwaschen und Abdecken sowie dem Kleben einer jodbeschichteten Inzisionsfolie wird der Oberarm auf einem steril abgedeckten beweglichen Tisch gelagert. Nun erfolgt der deltoideopektorale Zugangsweg und anschließend die Lateralisierung der V. cephalica mit dem M. deltoideus. Nach dem Aufsuchen der sogenannten „conjoint tendons“ (M. coracobrachialis und kurzer Bizepssehnenkopf) wird unter Schonung des kranial liegenden Lig. coracoacromiale, welches für die anteriore Schulterstabilisierung zuständig ist, lateral der Zugang zum Humerus gesetzt. Nach dem Entfernen von Frakturhämatom und eingeschlagenem Weichteilgewebe kann der obere Anteil der Supraspinatus reseziert werden. Die lange Bizepssehne wird weichteilig am M. pectoralis fixiert und anschließend abgesetzt. Die Mobilisation des Tuberculum minus erfolgt mit Hilfe eines Meißels und unter Armierung der Subscapularissehne und des Tuberculum minus. Anschließend erfolgt die Mobilisierung des Tuberculum majus unter Armierung der Infraspinatussehne und des Tuberculum majus. Das Kalottenfragment wird entfernt und der ehemalige intraartikuläre Anteil der langen Bizepssehne reseziert. Unter Zuhilfenahme von 3 Homann-Haken bzw. Kapselretraktoren auf 2-, 6- und 10-Uhr-Position um das Glenoid kann dieses dargestellt und von Weichteil befreit werden. Zur Schonung des N. axillaris wird ein inferiores Kapsel-Release am kaudalen Glenoid durchgeführt. Anschließend kann bei voll einsehbarem Glenoid die Glenosphären-Basisplatte eingesetzt und nach Herstellerangaben befestigt und umliegende Osteophyten abgetragen werden, wonach die Glenosphäre mit einer Lateralisation von 4 mm eingebracht wird. Anschließend erfolgt die

Präparation des Humerusschaftes mit Raspeln in aufsteigender Größe unter Berücksichtigung der Lage des Schaftes zum Unterarm, wobei eine Retroversion des Prothesenschaftes um 10° empfohlen wird. Zur Verhinderung von ossären Fissuren ist vor dem Einbringen der Raspeln eine Tape-Cerclage zur Stabilisierung um den Knochenchaft vorzulegen. Wenn die passende Größe der Formraspel erreicht ist, wird diese belassen und das Handstück entfernt. Nach Anbringen einer Probeepiphyse und -inlays erfolgt die Reposition und Stabilitätsprüfung unter Bewegung des Schultergelenkes sowie die radiologische Kontrolle mit dem Bildwandler. Vor der Implantation des vornehmlich zementfreien Prothesenschaftes erfolgt die Vorlage der Tapes um den Prothesenhals für die anschließende Tubercularefixation. Nach der Implantation des definitiven Schaftes mitsamt Originalinlay wird die Reposition durchgeführt und anschließend nochmals eine Stabilitäts- und Bewegungsprüfung vorgenommen. Zum Abschluss erfolgt die Refixation der Tubercula mit den vorgelegten Cerclagen, die transossär durch die Tubercula gestochen werden und dann in gewählter Technik unter leichter Spannung miteinander verknotet werden. Nach einer Abschlusskontrolle mit dem Bildwandler wird der Situs gründlich gespült und eine Redon-Drainage vor dem Wundverschluss und nach der elektrothermischen Blutstillung eingelegt. Bevor die Patientin/der Patient den Operationssaal verlässt, wird eine Schulterabduktionsorthese angelegt [22].

Tubercularefixation

Auch wenn die knöcherne Einheilung der Tubercula im Falle der inversen Schulter-Totalendoprothese nicht so bedeutend ist wie bei der anatomischen Prothese und die Prothesenfunktion nicht grundlegend davon abhängig ist, sollte eine Refixation angestrebt werden. Aktuelle Studien haben gezeigt, dass das postoperative Bewegungsausmaß (insbesondere der Außenrotation) deutlich verbessert ist und es insgesamt zu weniger Komplikationen wie Luxationen kommt [15, 19, 20, 23]. In einer Metaanalyse von Jain et al. aus dem Jahr 2019 zeigte sich eine knöcherne Einheilungsrate

der Tubercula von 70,5 % [24]. Eine Reduktion des humeralen Inklinationswinkels auf einen Wert von 135° führt darüber hinaus zu noch besseren Heilungsraten und postoperativen funktionellen Ergebnissen mit einer knöchernen Einheilung in 83 % der Fälle [25]. Biomechanisch bewährt sich vor allem eine doppelte Horizontalcerclage. Während Drahtcerclagen zwar stabiler sind als Tape-cerclagen, gestaltet sich das intraoperative Handling deutlich erschwert und es kann zu einer Weichteilirritation, einem Materialbruch oder einer Metallose kommen, weswegen Tape-cerclagen im klinischen Alltag zunehmend bevorzugt werden [22]. Speziell hierfür wurden Frakturprothesenschafts entwickelt, die ein Einbringen der Cerclagen für die Tubercularefixation ermöglichen. Mit Verwendung dieser speziellen Frakturprothesen konnten nachweislich signifikant bessere postoperative Ergebnisse erzielt werden als nach der Implantation von normalen Schaftchen in der Fraktursituation [26].

Nachbehandlung und Outcome

Im stationären Verlauf wird der im OP-Saal angebrachte sterile Verband für 48 Stunden belassen, anschließend erfolgen täglich Verbandswechsel mit Desinfektion und Wundkontrollen. Falls intraoperativ eine Redon-Drainage eingelegt wurde, kann diese in Abhängigkeit der Fördermenge – meist am zweiten postoperativen Tag – entfernt werden. Zur Minimierung und Reduktion einer Weichteilschwellung bieten sich neben einer möglichst frühzeitigen aktiven und passiven physiotherapeutischen Beübung insbesondere die Lymphdrainage sowie die intermittierende Anlage von Pumpen zur Förderung des Lymphabflusses an. Eine Röntgenaufnahme der Schulter in 2 Ebenen (a.p.- und y-Aufnahme) wird zur Befundkontrolle noch während des stationären Aufenthaltes angefertigt. Im eigenen Vorgehen hat sich die Nachbehandlung mit einer Abduktionsorthese für 6 Wochen bewährt. Die Orthese wird bereits unmittelbar nach der Operation und vor dem Ausschleusen der Patientin/des Patienten angelegt. Bis auf eine in diesem Zeitraum zu vermei-

dende Retroversion ist das Bewegungsmaß der betroffenen Schulter ab dem ersten Tag frei und die Orthese kann intermittierend abgelegt werden.

Durch eine physiotherapeutische Mitbehandlung und die aktive Schulung der Patientinnen und Patienten zum eigenständigen Üben erfolgen zunächst aktive und passive Bewegungsübungen unter einer Entlastung des Armes für 6 Wochen. Durch die aktive Bewegung wird eine Zentrierung des „Oberarmkopfes“ gefördert. In die Übungen können passive Motor-/Bewegungsschienen mit einbezogen werden. Vergleicht man das funktionelle postoperative Outcome nach primärer Implantation einer inversen Schultertotalendoprothese nach einer proximalen Humerusfraktur im Vergleich zur primären anatomischen Prothese, so zeigen sich signifikant bessere Ergebnisse in den relevanten klinischen Scores sowie der knöchernen Tuberculaeinheilung in der Gruppe der inversen Prothese [15]. In einer aktuellen Studie von Crespo et al. aus dem Jahr 2021 wird beschrieben, dass das langfristige Ergebnis nach Implantation einer Frakturendoprothese gleichwertig mit dem nach elektiver Schulterendoprothese ist. Der einzige Unterschied liegt in einer längeren Rehabilitationszeit mit einem von den Betroffenen beschriebenen größerem Schmerzaufkommen nach einer Frakturprothese [27].

Komplikationen

In einer jüngst publizierten schwedischen Studie mit großem Patientinnen-/Patientenkollektiv zur Untersuchung von Revisionen nach primärer Frakturendoprothese konnte eine Revisionsrate von insgesamt 2 % beschrieben werden. Als häufigster Grund lag eine Instabilität vor, gefolgt von periprotetischen Frakturen und

Infektionen. Als relevante Risikofaktoren konnten ein Patientinnen-/Patientenalter unter 60 Jahren und das männliche Geschlecht detektiert werden [28]. Relevante Gründe für eine sich entwickelnde Instabilität liegen mitunter in einer Vorgeschichte mit bereits erfolgten Voroperationen, einer bekannten osteopenen oder osteoporotischen Knochenstruktur, einer Schädigung des N. axillaris und einer Insuffizienz des M. subscapularis [29]. *Propionibacterium acnes* und Koagulase-negative Staphylokokken führen an der Schulter am häufigsten zu oftmals klinisch „stummen“ Low-grade-Infektionen.

Weitere Komplikationen, die speziell nach der Versorgung mit einer inversen Prothese auftreten können, sind eine Implantatlockerungen, ein Scapula-Notching sowie das Auftreten eines komplexen regionalen Schmerzsyndroms (CRPS) oder einer Knochennekrose. Beim Scapula-Notching kommt es zu einem mechanischen Kontakt zwischen dem Protheseninlay oder der Metaphyse des Humerus mit dem Scapulahals, was zu einer knöchernen Destruktion am unteren Glenoidrand führen kann. Hierdurch wird eine Lockerung der Prothese oder eine Luxation begünstigt. Durch eine Reduktion des glenohumeralen Inklinationwinkels auf 135° und eine vermehrte Lateralisation kann das Notching reduziert werden [15]. Darüber hinaus besteht nach einer Frakturprothese ein erhöhtes Risiko für periprotetische Frakturen im Vergleich zu einer elektiven endoprothetischen Versorgung [30].

Schlussfolgerung

- Nach Implantation einer inversen Frakturtotalendoprothese zeigen sich altersunabhängig langfristig gute klinische und funktionelle Ergebnisse.

- Berücksichtigung der harten und weichen Faktoren, die gegen eine Rekonstruktion und für eine endoprothetische Versorgung sprechen.
- Großzügige Nutzung einer präoperativen CT-Diagnostik und Planung
- Eine Reduktion des glenohumeralen Inklinationwinkels auf 135° und die standardmäßige Lateralisation führen zu einer biomechanisch stabileren Prothesensituation und einer Reduktion des Scapula-Notching.
- Falls möglich, sollte die Tubercularifixation mit ossär durch die Tubercula gelegten Tapececlagen unbedingt vorgenommen werden, da hierdurch bessere funktionelle Ergebnisse und weniger Komplikationen erzielt werden.

Interessenkonflikte:

Keine angegeben.

Das Literaturverzeichnis zu diesem Beitrag finden Sie auf:
www.online-oup.de.



Foto: DIAKOVERE Friederikenstift

Korrespondenzadresse

Dr. med. Freya Margaretha Reeh
DIAKOVERE Friederikenstift Hannover
Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie
Humboldtstraße 5
30169 Hannover
freya.reeh@diakovere.de