



Korrekturen durch Gelenkersatz

Endoprothetik des Schultergelenkes

Verletzungen des Schultergelenkes haben ihre beiden Häufigkeitsgipfel im jungen Erwachsenenalter und in der Bevölkerungsgruppe ab dem 65. Lebensjahr. Die Bevölkerungszahl der letzten Gruppe hat sich nach aktuellen Angaben des Bundesamtes für Statistik seit 1960 fast verdoppelt. Rekonstruktive Behandlungsverfahren führen im ersten Altersgipfel zu guten Behandlungsergebnissen, während bei der zweiten Altersgruppe der Gelenkersatz jetzt häufiger angewendet werden muss.

Die Endoprothetik der oberen Extremität ist zweifelsfrei ein etabliertes Verfahren mit guten Langzeitergebnissen. Bei stürmisch voranschreitender wissenschaftlicher Erkenntnis über das Schultergelenk und einhergehender Entwicklung der Implantate haben sich auch die Indikationen ausgeweitet. Mit steigender Anzahl der implantierten Schulterprothesen nimmt auch die Zahl der Revisionsoperationen stetig zu [2].

Für Hüft- und Knieendoprothetik ist eine kontinuierliche statistische Auswertung in Deutschland etabliert. Für die Schulterendoprothetik hingegen werden in Deutschland keine statistischen Daten erhoben. In Einzelveröffentlichungen ist eine geschätzte Inzidenz von 10,8/100.000 Einwohner/Jahr für den Eingriff Schulterendoprothese herausgearbeitet worden [3].

Am BG Klinikum Bergmannstrost wurden im 5-Jahres-Zeitraum (2011–2015) 395 Schulterendoprothesen implantiert. Hier waren allein 38 Revisionsoperationen (bei periprothetischen

Frakturen) in den Jahren 2014 und 2015 zu verzeichnen.

Der 11.03.1893 war der Beginn der Schulterendoprothetik. Jules Émile Péan (1830–1898) implantierte hier die erste Schulterendoprothese. Charles S. Neer, II, M.D. (1917–2011) setzte 1953 mit seiner Neer-II-Humeruskopfprothese die Entwicklung fort. Die letzte bedeutende Innovation auf dem Gebiet der Schulterendoprothetik wurde durch Paul Grammont (1940–2013) mit der inversen Schulterendoprothese getätigt.

Zunächst wurde mit dem Ersatz des Humeruskopfes als Hemiendoprothese begonnen. Der Glenoidersatz trat später hinzu.

Die komplexe anatomische Form des Schultergelenkes wurde durch die Weiterentwicklung der Prothesentypen immer besser berücksichtigt. Die **Tab. 1** führt die Messwerte der komplexen Morphologie auf. Deren Kenntnis ist bei der präoperativen Planung hilfreich.

- Den Höhepunkt der ersten Generation der anatomischen Schulterprothesen stellte die Neer-II-Prothese 1953 dar. Diese besaß einen integrierten Prothesenkopf, 2 unterschiedliche Schaftgrößen, nur einen Kopfradius mit 2 verschiedenen Kalottenhöhen und einen Glenoidersatz mit gleichem Durchmesser wie der Kopf. Eine Roll-Gleit-Bewegung des Gelenkes war nicht möglich. Eine Variabilität des Inklinationwinkels bestand nicht.
- Die zweite anatomische Prothesengeneration war ein modulares Kopfschaft-System mit Mismatch zwischen Kopf und Glenoid für eine Roll- und Gleitbewegung. Die exzentrische Positionierung der Kalotte war möglich. Bipolarköpfe standen zur Verfügung (z. B. modulares Schulter-system der Fa. Biomet®).
- Bei der dritten Prothesengeneration wurden modulare Winkeladapter zur

Tab. 1 Morphologische Parameter des proximalen Humerus

	Mittelwert	Variationsbreite
Inklinationwinkel (°)	41	34–47
Retrotorsionswinkel (°)	19	9–31
Kopfdurchmesser (mm)	46	37–57
Kalottenhöhe (mm)	19	15–24
Kopfradius (mm)	23	17–28
a.-p. Gelenkflächenwinkel (°)	113	104–120
Medialer Offset (mm)	7	4–12
Posteriorer Offset (mm)	2	–1 bis +8
Halslänge (mm)	11	7–14
Abstand Kopf – Tuberculum majus (mm)	8	5–11
Intramedullärer Schaftdurchmesser (mm)	11	8–14



Abb. 1 ▲ Behandlungsverlauf nach Osteosynthese bei Humeruskopffraktur AO 11 A3. **a** Frakturbild, **b** postoperatives Röntgen, **c** Röntgen 8 Wochen post operationem, **d** Röntgenuntersuchung nach inverser Schulterendoprothese



Abb. 2 ▲ Behandlungsverlauf nach periprosthetischer Humerusfraktur AO USCl.1 B3, Typ Worland B3. **a** Frakturbilder, **b**, **c** postoperatives Röntgen nach inverser Schulterendoprothese mit proximalem Humerusersatz

Schulterprothese an die gute Funktion der Rotatorenmanschette gekoppelt ist, führte zur Weiterentwicklung der Schulterprothese. Trotz Verlust der Rotatorenmanschette sollten gute Ergebnisse möglich sein. Paul Grammont hatte in den 1970er-Jahren die Idee der Umkehrung der normalen Biomechanik der Schulter. Er ließ einen konvexen Glenoidkörper mit einem konkaven Gelenkpartner im Humerus artikulieren und erreichte ein stabiles Drehzentrum des Gelenkes auch ohne Rotatorenmanschette. Eine gleichzeitige Medialisierung und Distalisierung des Drehzentrums verbesserte den Kraftvektor des M. deltoideus. Der Prototyp der Prothese wurde 1985 von der Fa. Medinov aus Frankreich vorgestellt. Erst 1991 standen die modernen Prothesen dieses Designs bereit (Delta CTA DePuy Orthopaedics, Warsaw, Indiana, USA).

Rekonstruktion der Inklination und ein Exzentrersystem hinzugefügt (z. B. Äqualis®-Prothese Fa. Tonier).

- Die vierte Generation der anatomischen Prothesen ist um 3 Achsen stufenfrei modular einstellbar (z. B. Univers 3D®, Fa. Arthrex).

- Schafffreie Humeruskopfprothesen und Humeruskopfteilprothesen stehen heute ebenfalls in technisch ausgereifter Form zur Verfügung (z. B. Eclipse® Fa. Arthrex, Hemicyp® Arthrossurface Inc.).
- Die Erkenntnis, dass eine gute Funktionalität einer anatomischen

- Als Prothesen der fünften Generation stehen heute Systeme zur Verfügung, die vollständig modular sind und es dem Operateur ermöglichen, intraoperativ anatomisch oder invers das Gelenk zu ersetzen (z.B. Agilon®-System der Fa. Implantcast).

Tab. 2 Indikation und Kontraindikation der primären Schulterendoprothetik

Indikation	Kontraindikation
Komplette Unterbrechung der arteriellen Gefäßversorgung am Humeruskopf durch Abriss des Periostschlauches am anatomischen Hals	Florider Infekt
Zerstörung der humeralen Gelenkfläche von mehr als 40 %	Schädigung des Plexus brachialis ohne Rückbildung, auch N. axillaris, mit Parese des M. deltoideus
Osteopenie	Mangelnde Compliance des Patienten

Tab. 3 Score nach Nijs

Kriterium	Punktzahl
Proximale Humerusfraktur und Glenoidfraktur in Kombination	1
Head-Split-Fraktur	1
Risikoklassifikation der American Society of Anesthesiologists größer oder gleich 3	2
Adäquate Reposition nicht möglich	2
Avaskuläres Kopffragment	2

Tab. 4 Indikation und Kontraindikation der sekundären Schulterendoprothetik

Indikation	Kontraindikation
Fehlgeschlagene Osteosynthese	Schädigung des Plexus brachialis
Schwere posttraumatische Omarthrose	Fehlende Compliance (z. B. Drogenabhängigkeit, bestimmte Psychosen)
Deformierung und Substanzdefekte nach saniertem Infekt	–
Humeruskopfnekrose	–

Tab. 5 Indikationen für Revisionsendoprothetik der Schulter

Indikation	Kontraindikation
Periprothetische Infektion	Keine
Prothesenlockerung	–
Periprothetische Fraktur	–

Als Indikationsgebiete für den rekonstruktiv tätigen Unfallchirurgen und Orthopäden soll auf die primäre Endoprothetik nach Fraktur, die sekundäre Schulterendoprothetik nach Gelenkverletzungen und Folgezuständen und auf die Revisionsendoprothetik eingegangen werden.

Primäre Schulterendoprothetik nach Fraktur

Frakturen des proximalen Humerus stellen mit einer Inzidenz von 100 Fällen/100.000 Einwohner/Jahr eine häufig auftretende Fraktur dar; 5 % aller Frakturen sind diesem Frakturtyp zuzuord-

nen. Die Frakturen sind vor Therapie genauestens zu klassifizieren. Es stehen mehrere Klassifikationssysteme zur Verfügung. Als praktikable Klassifikation wird heute die Neer-Klassifikation neben der Müller Klassifikation der Arbeitsgemeinschaft Osteosynthese angesehen. Stabile, einfache Frakturen können konservativ behandelt werden. Bei Stellung der Operationsindikation sollte das oberste Gebot natürlich der Rekonstruktionsversuch durch Osteosynthese sein (siehe [Tab. 2](#)). Die Osteosynthese mit winkelstabilen Implantaten ist nach jetziger Kenntnis aber trotz allem mit Komplikationsraten von über 30 % behaftet. Das Alter des Patienten, die lokale Knochendichte, die Qualität der Reposition, insbesondere die Restaurierung der medialen kortikalen Abstützung sind entscheidende Faktoren für eine erfolgreiche Osteosynthese. Nur die beiden letztgenannten Faktoren sind beeinflussbar. Die intraoperative Differenzialindikation zwischen Osteosynthese und Prothese ist somit schwierig

Trauma Berufskrankh 2016 · 18 (Suppl 5): S421–S424
DOI 10.1007/s10039-016-0174-1
© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2016

T. Conrad · G. O. Hofmann

Korrekturen durch Gelenkersatz. Endoprothetik des Schultergelenkes

Zusammenfassung

Verletzungsfolgen des Schultergelenkes können unter Umständen nicht mehr durch rekonstruktive Verfahren erfolgreich behandelt werden. Die Implantation von Schulterendoprothesen zur Wiederherstellung der Gelenkfunktion wird in zunehmender Zahl ausgeführt. Ein Überblick über Implantate, etablierte Indikationen und Weiterbehandlungskonzepte bei endoprothetischem Ersatz des Schultergelenkes ist für jeden Unfallchirurgen notwendig. In Deutschland sind zur qualitätsgerechten Erfüllung dieser Aufgabe in Zukunft Schulterendoprothesenregister notwendig.

Schlüsselwörter

Verletzung · Implantation · Gelenkfunktion · Unfallchirurg · Weiterbehandlung

Correction by joint replacement. Endoprosthesis of the shoulder joint

Abstract

Reconstructive surgery employing open reduction and internal fixation is not always successful for comminuted fractures of the proximal humerus. Joint replacement by anatomical or inverse shoulder endoprosthesis is carried out increasingly more often. Sufficient knowledge of implants, established indications and follow-up treatment concepts for endoprosthesis replacement of the shoulder joint are of eminent importance for trauma surgeons. In Germany the permanent establishment of a endoprosthesis register is necessary in the future in order to fulfill the quality requirements for arthroplasty of the shoulder.

Keywords

Injury · Implantation · Joint function · Trauma surgeon · Aftercare

und trotz vorhandener Scores vom Erfahrungsstand des Operateurs in weiten Teilen abhängig [6] (siehe [Tab. 3](#)).

In der eigenen operativen Praxis hat sich die Anwendung des Scores nach Nijs ([Tab. 3](#)) als hilfreich erwiesen [8].

Bei mehr als 3 Punkten ist das Osteosyntheseversagen signifikant erhöht, und es sollte die Implantation einer Prothese erfolgen. Als Kontraindikation für eine endoprothetische Versorgung werden auch hier ein florider Infekt, eine Schädigung des Plexus brachialis, auch des N. axillaris und mangelnde Patientencompliance angesehen.

Das Ergebnis der Implantation ist von der suffizienten Befestigung und späteren Einheilung der Tuberkula mit anhängender Rotatorenmanschette und der Rekonstruktion der Höhe und der Retrotorsion des Humeruskopfes abhängig [1, 7].

Bei insuffizienter Rotatorenmanschette und zu erwartendem höherem Funktionsanspruch sollte nach unseren Erfahrungen bereits ab dem 60. Lebensjahr im Frakturfall auf ein inverses System ausgewichen werden. Die Indikationen werden hier noch diskutiert. Der Nachweis der besseren Ergebnisse ist noch zu erbringen [4, 5].

Sekundäre Schulterendoprothetik nach Fraktur und Verletzungsfolgeständen

Fehlschläge einer Osteosynthese am proximalen Humerus stellen neben der Humeruskopfnekrose häufige Indikationen für eine sekundäre Schulterendoprothetik dar (siehe auch [Tab. 4](#)). Ein typischer Verlauf ist unter [Abb. 1](#) dargestellt.

Revisionsendoprothetik der Schulter

Die steigende Zahl bisher implantierter Schulterendoprothesen lässt selbstverständlich auch die absolute Zahl implantatassoziiertes Komplikationen ansteigen. Epidemiologische Daten für Deutschland sind bisher nicht veröffentlicht. Indikationen für die Revisionsendoprothetik sind [Tab. 5](#) zu entnehmen. Ein typischer Verlauf nach periprothetischer Fraktur ist in [Abb. 2](#) ersichtlich.

Fazit für die Praxis

- Die Endoprothetik der Schulter ist ein etabliertes Verfahren.
- Die Verfahrensweise in der Frakturendoprothetik der Schulter ist derzeit in der Diskussion (Hemiprothese vs. inverse Prothese).
- Die Anzahl der Revisionsoperationen steigt (BG Klinikum Halle: 6 Fälle im Jahr 2012 auf 27 Fälle im Jahr 2015).

Korrespondenzadresse



T. Conrad

Klinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie, Funktionsbereich Gelenkchirurgie, Arthroskopie und Endoprothetik, BG Klinikum Bergmannstrost Merseburger Str. 165, 06112 Halle (Saale), Deutschland
thomas.conrad@bergmannstrost.com

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. T. Conrad und G.O. Hofmann geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Dieser Beitrag beinhaltet keine von den Autoren durchgeführten Studien an Menschen oder Tieren.

The supplement containing this article is not sponsored by industry.

Literatur

1. Brunner U, Scheibel M (2013) Current situation and new developments in shoulder prosthetics. *Orthopade* 42:481–482
2. Habermeyer P, Magosch P (2013) Strategies in revision shoulder arthroplasty. *Orthopade* 42:542–551
3. Hollatz MF (2013) Vergleich der Implantation von Humeruskopfprothese und Totalendoprothese des Schultergelenks. Eine deutschlandweite Auswertung der Hospitalisationsdaten der Jahre 2005 und 2006. In: Medizinische Fakultät der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg (Hrsg) Medizinischen Fakultät der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg. Medizinischen Fakultät der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Halle/Saale
4. Irlenbusch U (2013) Survival rate and complications of stemmed shoulder prostheses in primary osteoarthritis. *Orthopade* 42:507–515
5. Irlenbusch U, Fuhrmann U, Gebhardt K et al (2008) Differential indication of anatomic and reversed

shoulder prostheses in fracture sequelae. *Z Orthop Unfall* 146:478–485

6. Jaeger M, Maier D, Izadpanah K et al (2011) Limitations of reconstruction – prostheses. *Unfallchirurg* 114:1068–1074
7. Reuther F (2006) Anatomie, Biomechanik und Klassifikation der Schultergelenkverletzung. *Trauma Berufskrankh* 8:5241–5246
8. 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