

K.A. Witt¹, J. Steinbeck¹

Delta Xtend – inverse Schulterprothese

Delta Xtend – reverse shoulder system

Zusammenfassung: Die inverse Schulterendoprothetik ist das sich am schnellsten entwickelnde Gebiet in der Schulterendoprothetik der letzten 10 Jahre. Diese Verbesserung resultiert für die Patienten in einer sehr guten Schmerzlinderung und einer sehr guten funktionellen Verbesserung, insbesondere in Fällen, in denen bisher eine herkömmliche Schulterhemiprothese nur schlechte Ergebnisse erzielt hatte. Die Indikation zur inversen Schultertotalendoprothese weitet sich aktuell schnell aus. Schulterchirurgen sollten jedoch nicht nur die großen Vorteile der inversen Schulterendoprothetik im Auge haben, sondern auch die hohe Komplikationsrate und insbesondere die noch nicht ausreichend vorliegenden Langzeitergebnisse. Die Delta-Xtend-Prothese basiert auf einer langjährigen klinischen Erfahrung. Technische Neuerungen führen zu guten bis sehr guten klinischen Ergebnissen bei einer niedrigen Revisionsrate.

Schlüsselwörter: Inverse Schulterprothese, Grammont, Defektarthropathie, Delta Xtend, Omarthrose, Rotatorenmanschettenruptur

Abstract: The reverse shoulder arthroplasty represent the most developing field in shoulder arthroplasty in the last ten years. It results in excellent pain relief and highly satisfactory improvements in patients for whom conventional arthroplasty has previously yielded less satisfactory outcomes. Indications continue to evolve and the number of prostheses implanted is rapidly expanding. Surgeons need to be aware not only of potential benefits but also of complications and ongoing concerns regarding the longevity of this prosthesis. The Deleta Xtend Shoulder System bases on a long clinical experiences. Technical innovation has lead from good to excellent clinical results next to a low revision rate.

Keywords: reverse shoulder arthroplasty, grammont, rotator cuff arthropathy, Delta Xtend, omarthrosis, rotator cuff tear

Einführung

Die Kombination aus Rotatorenmanschettenruptur und Omarthrose konnte über viele Jahre nur mäßig bis schlecht behandelt werden, Neer sprach in diesem Zusammenhang von der „limited goals surgery“. Dieser Problematik nahm sich Paul Grammont, Dijon, Frankreich, in den 70er Jahren an und entwickelte verschiedene Prothesen zur Behandlung der Defektarthropathie. Er nahm die Ideen anderer Autoren auf und verbesserte die Mechanik an den entscheidenden Stellen, der vollständige Bruch mit der Anatomie war der Wandel.

Die 1985 von ihm vorgestellte „Trompete“ (Medinov, Roanne, Frankreich) gilt bis heute als Prototyp der inversen Schulterprothese [1].

Diese erste halb geführte inverse Prothese wurde zur Versorgung von Patienten mit Defektarthropathien ent-

wickelt. Im Jahre 1987 berichtete Grammont über seine ersten acht Fälle, 3 der Patienten erreichten eine Elevation zwischen 100° und 130° [2].

Die ersten moderne inverse Schulterprothese wurde 1991 vorgestellt, die Delta CTA (DePuy Orthopaedics, Warsaw, Indiana, USA) (Abb. 1). Auf der Basis der Delta CTA wurden die nächsten Generationen dieses Prothesensystems entwickelt: 2002 wurde die Delta CTA 3.1 vorgestellt, zuletzt mit zahlreichen Neuerungen 2007 die Delta Xtend (Abb. 2).

Das biomechanische Prinzip dieser Prothese beruht auf der Artikulation eines konvexen Glenoidkörpers mit einem konkaven Gelenkpartner im Humerus, die für den gesamten Bewegungsumfang ein stabiles Drehzentrum im Glenohumeralgelenk wiederherstellt. Dazu wird das anatomische Verhältnis zwischen Skapula und Humeruskomponente umgekehrt, sodass das Drehzentrum nach

medial und distal verlagert wird, um den Hebelarm des Musculus deltoideus zu verlängern. Paul Grammont entwickelte dazu ein halbgekoppeltes Prothesenmodell, das mit 2 Innovationen das Problem der schlechten Beweglichkeit und der frühzeitigen Lockerung früherer Prothesensysteme löste. Der grundsätzliche Aufbau setzt sich aus einer großen glenoidalen Hemisphäre ohne Hals und einer kleineren humeralen Komponente mit einem nahezu horizontal ausgerichteten Polyethylentrichter zusammen, der weniger als die Hälfte der Hemisphäre bedeckt. Das Drehzentrum liegt damit im Glenoidbasisknochen-Interface. Dieses Design medialisiert das Drehzentrum, stabilisiert die Artikulation und verringert das Drehmoment auf die glenoidale Komponente. (s. Abb. 3a und Abb. 3b)

Mit der Delta-CTA-Prothese verwirklichte Paul Grammont die Prinzipien der inversen Schulterprothese:

¹ OPPK Münster, Schulter- und Ellenbogenchirurgie, Münster
DOI 10.3238/oup.2013.0085-0089



Abbildung 1
Delta CTA.



Abbildung 2
Systemüberblick
Delta Xtend.

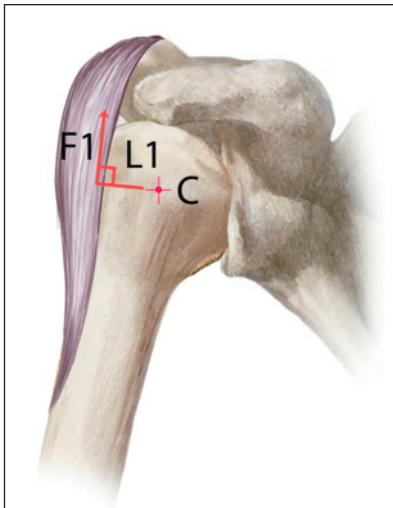


Abbildung 3a
Verlagerung des
Drehzentrums bei der
Defekarthropathie.

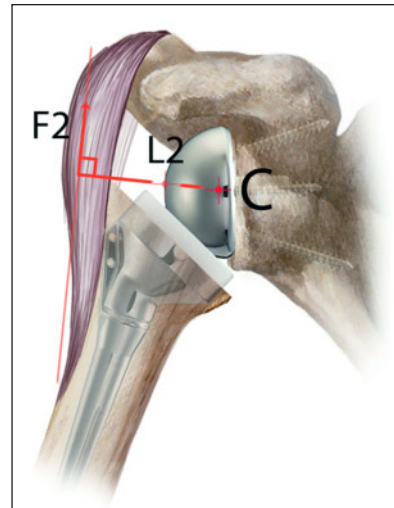


Abbildung 3b
Grundprinzip der
inversen Prothese:
1. Fixiertes und medi-
alisiertes Drehzentrum
Verlängerung des
Deltahebelarms
($L2 > L1$) und Vermin-
derung des Dreh-
moments auf die
Glenoidkomponente.
2. Vergrößerung des
akromiohumeralen
Abstandes zur Wieder-
herstellung der Delta-
spannung ($F2 > F1$).

1. Fixes Rotationszentrum mit kongruenten Gelenkflächen
 - a) zur Kompensation der insuffizienten Rotatorenmanschette
 - b) zur Erhöhung der Stabilität
2. Medialisierung des Drehzentrums und des Humerus
 - a) zur Verbesserung des Hebelarms des M. deltoideus
 - b) zur Verminderung der Drehmomente auf die Glenoidkomponente
3. Kaudalisierung des Humerus im Verhältnis zum Glenoid
 - a) zur Wiederherstellung der Spannung des M. deltoideus

Technische Merkmale

Glenoidkomponente

Die Metaglene als Basisimplantat für die Glenosphäre wurde bei der Delta Xtend-Prothese weiter verbessert. Es liegt nun eine kleinere gebogene Metaglene vor, die eine niedrigere Platzierung auf dem Glenoid erlaubt und zudem weniger Knochen verbraucht. Ziel ist, das Risiko einer Scapulaerosion zu reduzieren [3].

Die optimale Glenoidfixation wird erreicht durch die Verlagerung des Rotationszentrums auf die Glenoidknochenoberfläche. Zur Fixierung sind 2 polyaxial winkelstabile Schrauben zu positionieren. Zudem können 2 nicht winkelstabile Schrauben platziert werden (Abb. 4). Die Glenosphären gibt es neben der 38- und 42-mm-Standardgröße als exzentrische Glenosphären, die Exzentrizität beträgt + 2 mm.

Humeruskomponente

Bei den Schäften kann zwischen einem zementfreien modularen Schaft und einem zementierten Monoblock-Humerusschaft gewählt werden. Das zementfreie Schaftdesign basiert auf dem GLOBAL-Schulterssystem, es kann eine anatomische Positionierung für die optimale Press Fit-Verankerung erreicht werden. Die modulare Epiphysenkomponente ist in zentrierter und exzentrischer Ausführung erhältlich. Diese kann in 0° bis 10° Retroversion positioniert werden. Der 155° Hals/Schaftwinkel sorgt für eine optimierte Gelenkstabilität. Die kleineren Abmessungen der neuen Epiphy-

se führen zu einem maximierten Knochenhalt. Die Modularität führt zur Kompensation des posterioren Offset durch die exzentrische Epiphyse (Abb. 5a und 5b). Hiermit kann ein anatomisches Ausfüllen der proximalen Epiphyse erreicht werden. Hierdurch verspricht man sich eine Verminderung des Notchings als auch eine Vergrößerung der Außen- und Innenrotation

Der Monoblock-Humerusschaft, der zu zementieren ist, ist mit einer polierten Chrom-Kobalt-Legierung beschichtet. Dieser Schaft ist als Standardlänge oder als langer Schaft mit glatten perforierten Finnen und proximaler Höhenlasermarkierung für Fälle mit proximalem Knochenverlust am Humeruskopf erhältlich.

Die unterschiedlichen Höhen der Polyethylen-Humerusinlays zur Anpassung der Gelenkspannung basieren auf den gewonnenen klinischen Erfahrungen [4]. Hier kann gewählt werden zwischen High-Mobility-, Standard- und Retentiv-Inlays. Die High-Mobility-PE-Einsätze haben eine um 2 mm geringere Tiefe als die Standardeinsätze. Bei gleich bleibender Gelenkdehnung, aber auch geringerer Stabilität soll das Notching weiter vermieden



Abbildung 4 Glenoidkomponente.



Abbildung 5a Epiphyse zentriert.



Abbildung 5b Epiphyse exzentrisch.

und eine Verbesserung der Beweglichkeit erreicht werden.

Als Rückzugsmöglichkeit oder auch zur Primärversorgung in Sinne einer Hemiprothese kann auf den Schaft der CTA-Kopf aufgebracht werden. (Abb. 6) Diese gibt es in 2 Durchmessern und Höhen, und sie sorgen durch die größere Gelenkfläche für die Artikulation mit dem Acromion.

Operative Technik

Die Hauptindikation ist weiter die Rotatorenmanschetten-Defektarthropathie (Abb. 7). Zur Implantation der Prothese kann der delta-pektorale oder der supero-laterale Zugang genutzt werden. Nach Darstellung des Humeruskopfes erfolgt die Präparation des Markraums. Zur Resektion des Humeruskopfes kann eine Resektionslehre genutzt werden. Diese wird entsprechend des Zugangs zusammengesetzt. Die Vorrichtung wird in den Markraum geführt, der Ausrichtungsstab dann in der gewünschten Retroversion eingestellt und an der Achse des Unterarms ausgerichtet. Wir empfehlen eine Retroversion zwischen 0° und 10°. Über die Farbkodierung kann eine passende Resektionshöhe eingestellt werden. Der Schnittwinkel beträgt 155° und unterscheidet sich somit vom anatomischen Hals-Schaft-Winkel. Der Schneideblock wird entsprechend mit 2 Pins am Humerus befestigt. Jetzt kann der Humeruskopf reseziert werden. Er wird anschließend mittels Schutzplatte geschützt.

Es erfolgt die Darstellung der Gelenkpfanne. Hierzu wird der Gelenkkopf un-



Abbildung 6 CTA Kopf.

ter die Gelenkpfanne gedrückt. Entscheidend im weiteren Verlauf ist die Positionierung der Metaglène. Diese sollte möglichst weit inferior auf dem Glenoid platziert werden, um ein mögliches Impingement am Knochen zu reduzieren und gleichzeitig eine sichere Fixierung der Glenoidkomponente zu gewährleisten. Mittels Einsatzinstrument kann diese Position optimalerweise bestimmt werden. Hierüber wird ein zentraler Führungsdraht eingebohrt. Es folgt dann eine entsprechende Präparation mit Fräsen des Glenoids als auch eine zentrale Bohrung mittels kanüliertem Bohrer.

Jetzt erfolgt die Implantation der Metaglène. Diese sollte so ausgerichtet werden, dass die inferiore Schraube im inferioren Skapulabogen sitzt. Dabei sollte darauf geachtet werden, dass die vertikale Metaglène-Markierung inferior am Skapulabogen und superior an der

Basis des Processus coracoideus ausgerichtet ist. Der Metaglenezapfen ist etwas größer, um eine Pressfit-Verankerung zu erreichen. Die winkelstabilen Schrauben der Metaglène können mit einem Spielraum von +/- 10° um die optimale Schraubenposition von 17° eingebracht werden. Die Schraubenlänge kann nach entsprechender Positionierung über Lasermarkierung am Bohrer abgelesen werden. Für die inferiore Schraube liegt in der Regel eine Länge von 36 mm oder länger vor. Das System kann dann vollständig kanüliert über einen Führungsdraht eingebracht werden. Für die superiore Schraube wird in Richtung der Basis des Processus coracoideus gebohrt und etwas nach anterior ausgerichtet, um eine Verletzung des Nervus suprascapularis zu vermeiden. Hier wird eine etwas kürzere Schraube, um 30 mm Länge, empfohlen. Nach Einbringen der Schraube wird die innere Festspannschraube angezogen und damit Winkelstabilität garantiert. Jetzt folgt die Besetzung der anterioren und posterioren Löcher. Hier können polyaxial winkelstabile oder nicht winkelstabile Schrauben verwendet werden.

Nach erneuter Darstellung des proximalen Humerus erfolgt die Platzierung der proximalen Humerusfräserführung. Im Weiteren unterscheiden sich jetzt die Operationsschritte danach, ob eine zementfreie oder zementierte Humeruskomponente verwendet wird.

Um eine optimale Abdeckung der Resektionsfläche zu erzielen, werden nun Größe und Typ, zentriert oder exzentrisch der modularen Epiphyse ausgewählt. Hierzu sollte die gewählte Epiphysenlehre eine bestmögliche Abde-



Abbildung 7 Defektarthropathie.

ckung der Resektionsfläche bieten. Über den proximalen modularen Adapter wird nun mit der modularen Fräse der proximale Humerus entsprechend geraspelt. Es erfolgt nun das distale Fräsen am Humerus. Hierzu wird ein Goniometer am Raspelhandgriff befestigt und positioniert zur Bizepsrinne eingebracht. Durch die gute distale Schaftausrichtung (anatomische Version) ist eine optimierte Pressfit-Verankerung gewährleistet. Über das Goniometer kann nun die richtige Position der Epiphyse abgelesen werden. Dieser Winkel entspricht dem Abstand zwischen der Version des Schaftes (annähernd anatomische Retroversion von 20–30°) und der Epiphysenversion für die inverse Schulter. Mit diesem Wert und der entsprechenden Größe des Schaftes wird die Probeprotthese eingesetzt und entsprechend in den Humerus eingeschlagen.

Dann erfolgt die Positionierung der Probeglenosphäre, die in 2 Durchmesser, 38 und 42 mm, als Standard- oder exzentrische Ausführung, aufgesetzt werden kann. Im Bereich des Humerus erfolgt das Einsetzen des Probeinlays, zunächst 3 mm High-Mobility-Probeinlay, entsprechend der Größe der Glenosphäre. Das Schultergelenk wird dann unter Längszug reponiert und auf seinen kompletten Bewegungsumfang überprüft. Es erfolgt dann die Beurteilung der Gelenkspannung und -stabilität unter den bekannten Richtlinien. Anschließend werden die Originalkomponenten entsprechend eingebracht und fixiert (Abb. 8)



Abbildung 8 Implantierte Delta Xtend.

In Fällen mit proximalem Knochenverlust am Humeruskopf können Langschäfte eingebracht werden. Hierzu wird eine entsprechend verlängerte Fräsung des Humerusschaftes durchgeführt. Zudem kann mittels einer Höhenmesslehre die Position der inversen Prothese entsprechend ermittelt und gesichert werden. Im Bereich des Schaftes liegen zudem Finnenlöcher vor, mit denen entsprechende Knochenanteile am Humerus fixiert werden können.

Ergebnisse

Die ersten Ergebnisse veröffentlichte Grammont 1993. Er berichtet über 14 Fälle mit einem Follow-up von 2 Jahren. Die Ergebnisse waren noch sehr uneinheitlich, die Prothesen waren stabil, ermöglichten den Patienten jedoch nur eine schlechte Funktion. Auch war das Schmerzproblem nicht gelöst, zudem waren 9 Komplikation zu beklagen [5].

Die Arbeitsgruppe um Ludwig Seebauer stellte 2005 ihre Ergebnisse mit der Delta-Prothese vor. Es wurden 57 Patienten nachuntersucht mit einem Follow-up von 18,2 Monaten. Es bestand eine sehr hohe Patientenzufriedenheit. 98 % der Patienten würden die Operation erneut durchführen lassen. Der alltagsadaptierte Constant-Score betrug 94 %, 97 % für Patienten, die zuvor keiner Operation unterzogen wurden. Alle Patienten waren nahezu bzw. schmerzfrei. Die Patienten waren mit der Funktion sehr zufrieden, es bestand jedoch

eine leichte Einschränkung der Innenrotation. In der radiologischen Untersuchung wurde damals nur ein Glenoid-Notching Grad I–II gefunden. Eine Glenoid-Basisplattenlockerung wurde nicht gesehen [6].

2006 veröffentlichte Pascal Boileau seine Ergebnisse mit der Delta-Prothese. Es wurden 45 Patienten mit einem Follow-up von 40 Monaten nachuntersucht [7].

Das Indikationsspektrum war hier etwas variabler, 21 Fälle mit Defektarthropathie, 5 Fälle mit Frakturfolgen und in 19 Fällen Versagen einer zuvor implantierten Schulterprothese. Die Arbeitsgruppe musste 14 Komplikationen bei 11 Patienten feststellen. Es lagen 3 Dislokationen, 3 tiefe Infektionen mit Revision, eine aseptische Lockerung der humeralen Komponente, 2 periprotetische humerale Frakturen, eine intraoperative Glenoidfraktur, ein großes Wundhämatom, 2 verspätete Akromionfrakturen sowie eine Nervus-axillaris-Läsion vor. 22 Patienten mussten erneut operiert werden. In 2 Fällen mussten die Prothesen entfernt werden. Boileau schließt daraus, dass die Revisionsrate 2005 bei den inversen Prothesen wesentlich höher ist als bei den anatomischen Prothesen. Jedoch konnten alle Patientengruppen ihre aktive Elevation erheblich verbessern (von 55° präoperativ auf 121° postoperativ) und es lag eine deutliche Verbesserung des Constant-Scores vor (von 17 auf 58 Punkte). Eine wesentliche Verbesserung der Außenrotation (von 7° auf 11°) oder der Innenrotation lag nicht vor. 78 % der Patienten waren zufrieden bzw. sehr zufrieden mit dem Operationsergebnis. 67 % hatten keine bzw. nur geringe Schmerzen. Die radiologischen Kontrollen zeigten in 68 % das Bild des Skapula-Notchings. Eine Glenoid-Lockerung wurde jedoch nicht festgestellt. In 28 % der Fälle erreichte das Notching schon die untere Schraube.

Die Delta-Prothese kann eine deutliche Verbesserung der aktiven Elevation bei Defektarthropathien erreichen. Die aktive Rotation ist jedoch unverändert. Die Ergebnisse sind etwas weniger vorhersagbar und die Komplikationsrate höher als im Vergleich zu Patienten, die eine anatomische Prothese erhalten. Die Ergebnisse der inversen Schulterendoprothetik sind abhängig von der Diagnose, von der noch vorhandenen Rest-

Rotatorenmanschette, insbesondere des Teres minor.

Die Australian Orthopaedic Association veröffentlichte 2010 erstmals Zahlen zu Schulterprothesen aus dem Australischen Endoprothesenregister. Hier zeigte sich, dass die Delta Xtend eine niedrigere Revisionsrate pro 100 Komponenten-Jahre aufwies als andere Prothesensysteme. Die Delta Xtend hat laut diesem Register die niedrigste kumulierte Revisionsrate aller Implantate nach 3 Jahren [8].

Eine aktuelle Arbeit aus dem Jahr 2011 der Arbeitsgruppe um Gill Walsh zeigte die radiologischen Veränderungen im Langzeitverlauf nach Implantation einer inversen Delta-Prothese [9]. Es wurden 122 implantierte Schulterpro-

thesen mit einem Follow-up von 9,6 Jahren radiologisch nachuntersucht. Es konnte in 88 % der Fälle ein Skapula-Notching nachgewiesen werden, was jedoch hoch signifikant mit dem superolateralen Zugang vergesellschaftet war. Im Bereich des Glenoids waren Lysesäume in 16 % der Fälle nachweisbar, ein knöcherner Skapulasporn oder eine Ossifikation in 75 % der Fälle. Die nicht zementierten Schaftkomponenten wiesen im Vergleich zu den zementierten deutlich weniger Osteolysezeichen auf.

M. Naveed veröffentlichte 2011 seine Ergebnisse zur Delta-CTA-Prothese. Er berichtet über eine konsekutive Serie von 50 Schultern in 43 Patienten mit einer Defekarthropathie. Das Follow-up betrug 39 Monate. 98 % der Patient konn-

ten nachuntersucht werden. Zum Ende der Nachuntersuchung konnte sich der ASES-Score von 19 auf 65 verbessern. Die maximale Elevation konnte von 55 auf 105° verbessert werden. Er musste sieben Komplikationen feststellen. 4 Patienten wurden erneut operiert. Auch in dieser Arbeit zeigte sich eine sehr hohe Patientenzufriedenheit nach der Implantation dieser Prothese [10].

OUP

Korrespondenzadresse

Dr. med. Kai-Axel Witt
OPPK Münster
Schulter- und Ellenbogenchirurgie
Von-Vincke-Straße 14
48143 Münster
witt@oppk.de

Literatur

1. Baulot E, Sirveaux F, Boileau P: Grammont's idea: The story of Paul Grammont's functional surgery concept and the development of the reverse principle. *Clin Orthop Relat Res* 2011; 469: 2425–2431
2. Grammont PM, Trouilloud P, Laffay JP et al.: Etude et réalisation d'une nouvelle prothèse d'épaule. *Rhumatologie* 1987; 39: 27–38
3. Middernacht B, De Roo P, Van Maele G et al.: Consequences of scapular anatomy for reversed total shoulder arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 2008; 466: 1410–1418
4. Sirveaux F, Favard L, Oudet D et al.: Grammont inverted total shoulder arthroplasty in the treatment of glenohumeral osteoarthritis with massive rupture of the cuff. Result of a multicentre study of 80 shoulders. *J Bone Joint Surg Br* 2004; 86B: 388–395
5. Grammont PM, Baulot E: Delta shoulder prosthesis for rotator cuff rupture. *Orthopedics* 1993; 16: 65–68
6. Seebauer L, Walter W, Keyl W: Reverse total shoulder arthroplasty for the treatment of defect arthropathy. *Oper Orthop Traumatol* 2005; 17: 1–24
7. Boileau P, Watkinson D, Hatzidakis AM et al.: Neer Award 2005: The Grammont reverse shoulder prosthesis: results in cuff tear arthritis, fracture sequelae, and revision arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg* 2006; 15: 527–540
8. Australian Orthopaedic Association National Joint Registry, Suppl. Report, 2010
9. Melis B, DeFranco M, Lädermann A et al.: An evaluation of the radiological changes around the Grammont reverse geometry shoulder arthroplasty after eight to 12 years. *J Bone Joint Surg Br* 2011; 93: 1240–1246
10. Naveed MA, Kitson J, Bunker TD: The Delta III reverse shoulder replacement for cuff tear arthropathy: a single-centre study of 50 consecutive procedures. *J Bone Joint Surg Br* 2011; 93: 57–61