

U. Irlenbusch, U. Fuhrmann, O. Rott

Ergebnisse der inversen Schulterendoprothese bei Rotatorendefektarthropathie, „chronischer Traumaschulter“ und Endoprothesenwechsel

Aus der Orthopädischen Klinik des Marienstifts Arnstadt (Ärztl. Direktor: PD Dr. med. U. Irlenbusch)

Zusammenfassung

Schlüsselwörter: inverse Schulterendoprothese – Delta-Endoprothese – Rotatorendefektarthropathie – chronische Traumaschulter – Endoprothesenwechsel

Studienziel: Ziel der Untersuchung war der Vergleich der Ergebnisse und der Komplikationsrate nach Implantation einer inversen Schulterendoprothese bei unterschiedlichen Diagnosegruppen.

Methode: 44 Patienten mit einem Durchschnittsalter von 70,1 (60–81) Jahren konnten nach durchschnittlich 18,3 (8 bis 56) Monaten nachuntersucht werden. Bei 14 erfolgte die Implantation wegen einer Rotatorendefektarthropathie/RDA (Hamada 2–5), bei 19 wegen einer „chronischen Traumaschulter“/CTS (Boileau 2–4), und bei 11 im Rahmen eines Endoprothesenwechsels. Es handelte sich um 36 Frauen und 8 Männer. 29-mal wurde die rechte und 15-mal die linke Seite operiert.

Ergebnisse: Im Constant-Score verbesserten sich die Ergebnisse für die Gesamtgruppe von 10,0 Punkten auf

49,0 Punkte, für die RDA von 15,0 auf 67,0, die CTS von 9,0 auf 47,5, für den Wechsel von 7,0 auf 40,0. Diese Ergebnisse spiegeln sich auch in einer Verbesserung der aktiven Anteversion von 41,0 auf 90,9 Grad und der Abduktion von 36,4 auf 86,4 wider (Gesamtgruppe). Die Außenrotation mit 90 Grad abduziertem Oberarm stieg dagegen nur von -2,8 auf 23,6 Grad.

Wesentlichste Komplikation war das Skapulanotching mit einer Häufigkeit von 50 %, davon allerdings nur 1x Sirveaux-Grad 3 und 2x Grad 4. Lysesäume an der Glenoidkomponente lagen in 2 Fällen vor, eine Lockerung war nicht zu verzeichnen. In 2 Fällen kam es zu einer Dekonnection der Schaftkomponenten, verbunden mit einem massiven Skapulanotching.

Insgesamt betrug die Komplikationsrate 25,8 % (ohne

Skapulanotching): Revisionen 10,6 %, Infekte 11,6 % (alle voroperiert, 2x wegen Infektarthropathie), Luxationen 6,5 %, neurologische Ausfälle (temporär) 2,1 %.

Schlussfolgerung: Die inverse Schulterendoprothese erlaubt die weitgehende Wiederherstellung der Funktion und eine ausgezeichnete Schmerzlinderung bei Patienten mit einer RDA, Endoprothesenlockerungen und CTS. Die Verbesserungen in den letztgenannten Fällen sind naturgemäß niedriger und die Komplikationsrate ist höher als bei Patienten mit einer RDA. Trotz der guten Resultate ist die Prothese aufgrund des hohen Komplikationspotenzials als eine „salvage procedure“ anzusehen. Sie sollte deshalb nur bei Patienten im höheren Alter eingesetzt werden, denen mit konventionellen Methoden nicht geholfen werden kann.



Summary

Key words: inversed shoulder endoprosthesis – reversed shoulder endoprosthesis Delta-endoprosthesis – cuff tear arthritis – cuff tear arthropathy – fracture sequelae – revision arthroplasty

Results of the Reversed Shoulder Arthroplasty in Cuff Tear Arthritis, Fracture Sequelae and Revision Arthroplasty

Aim: The implantation of a reversed prosthesis is a convincing method for complex shoulder problems. Aim of the study was to compare results and complication rate after reversed shoulder arthroplasty for the different indication groups.

Method: 44 consecutive patients (36 woman and 8 man) with a mean age of 70.1 (60–81) years were followed for an average of 18.3 (8 to 56) months. The indication was a cuff tear arthropathy in 14 cases (Hamada 2–5), fracture sequelae in 19 patients (Boileau 2–4) and revision arthroplasty in 11 cases. The right side was operated 29 times and the left side 15 times.

Results: The average Constant score improved from 10.0 points preoperatively to 49.0 points at the time of last follow-up in total, from 15.0 to 67.0 points for patients with cuff tear arthropathy, from 9.0 to 47.5 for fracture sequelae group and from 7.0 to 40.0 points for patients with revision arthroplasty. We also found an improvement in active forward flexion from 41.0 to 90.9 degrees and from 36.4 to 86.4 degrees in active abduction (total group). On

the other hand the active external rotation with abducted arm improved only from -2.8 degrees to 23,6 degrees.

As important complication we found scapular notching in 50 % of the cases (1x Sirveaux grade 3 and 2x grade 4) but only radiolucent lines below the baseplate of the glenoid in 2 cases, none loosening. In 2 cases we had to register a disconnection of the shaft components resulting in massive scapular notching.

The overall complication rate was 25.8 % (without scapula notching): revisions 10.6 %, infections 11.6 % (all preoperated, 2x because of infectious arthropathy), luxations 6.5 %, neurological lesions (temporarily) 2.1 %.

Conclusions: The reversed prosthetic replacement is a suitable method for restoration of function and pain relief in cuff tear arthropathy, fracture sequelae and revision arthroplasty. The results of the last named diagnosis are less predictable and complications and revision rates are higher than compared with CTA patients.

Despite of the good results the prosthesis should be considered as a salvage procedure because of the high complication potential. It should stay limited to patients if no help is possible with conventional methods.

Minizusammenfassung

Die Ergebnisse nach Implantation einer inversen Endoprothese hängen von der Ausgangsdiagnose, dem Zustand des

Weichteilmantels und der verbleibenden Muskulatur ab. Bei einer RDA werden eine bessere Funktion, Schmerzlinderung und Beweglichkeit sowie eine niedrigere Komplikationsrate erzielt

als bei „chronischer Traumaschulter“ und Endoprothesenwechseloperationen.

Studienziel

Die Behandlung der Rotatorendefektarthropathie, d. h. der Kombination aus irreparabilem Rotatorenmanschettendefekt und schwerwiegenden degenerativen Veränderungen der Gelenkpartner, stellt eine Herausforderung dar. Aber auch eine befriedigende Behandlung der in Fehlstellung verheilten Frakturen, Pseudarthrosen und Humeruskopfnekrosen (in Kombination mit einem Funktionsverlust der Rotatorenmanschette, meist als Folge einer Osteolyse der Tuberkula) ist mit konventionellen Methoden kaum möglich. Schließlich stellt die Behandlung von Endoprothesenlockerungen sowie des Versagens konventioneller Prothesen (anterosuperiore Migration infolge Ruptur der Rotatorenmanschette, Nekrose der Tuberkula oder fettiger Infiltration der Rotatorenmuskulatur) den Operateur vor schwierige Aufgaben.

Diesen Fällen ist ein inkongruentes Schultergelenk in Kombination mit einem Verlust der zentrierenden Rotatorenmuskulatur gemeinsam. Oftmals ist auch ein stabiles Schulterdach nicht mehr vorhanden. Es resultiert ein schmerzhaftes und instabiles Gelenk, so dass beim Versuch der Elevation des Armes durch die Kontraktion des Deltamuskels eine Migration des Kopfes nach kranial bewirkt wird.

Die Implantation einer anatomischen, ungekoppelten Prothese kann in diesen Fällen nur zu einem begrenzten Ergebnis führen, da zwar der Ersatz der Gelenkkörper möglich ist, nicht aber die Wiederherstellung eines stabilen Drehzentrums. Bereits Neer rechnete deshalb diese Patienten der „limited goal group of rehabilitation“ zu.

Einen Ausweg aus dieser Situation stellt die Implantation einer

inversen Prothese dar, da sie neben dem Ersatz der Gelenkflächen die Rekonstruktion eines stabilen Drehzentrums erlaubt (3, 17). Insofern sind trotz der schwer geschädigten und unbalancierten Rotatorenmanchette die Voraussetzungen für eine freie Elevation, allein durch die Wirkung der externen Schultermuskulatur, gegeben. Allerdings ist zu beachten, dass speziell für die Rotationsfähigkeit die zumindest teilweise Funktion der Rotatorenmanchette, speziell der Mm. infraspinatus und teres minor, benötigt wird (2, 4, 16). Ziel der Untersuchung war der Vergleich der Ergebnisse und der Komplikationsrate nach Implantation einer inversen Endoprothese bei den genannten drei Diagnosegruppen. Diese wiesen präoperativ von Seiten des Funktionsverlustes und des Destruktionsgrades erhebliche Unterschiede auf, so dass differente Ergebnisse zu erwarten waren.

Methode

Von 51 konsekutiven Patienten, die eine inverse Endoprothese implantiert erhielten, konnten 44 Patienten mit einem Durchschnittsalter von 70,1 (60–81) Jahren nach durchschnittlich 18,3 (8 bis 56) Monaten nachuntersucht werden. Die restlichen Patienten erschienen aus unterschiedlichen Gründen nicht zur Untersuchung: In zwei Fällen war eine zu aufwändige Anreise die Ursache, zwei Patienten waren sehr zufrieden und sahen keinen Anlass für eine Untersuchung, ein Patient war unzufrieden und erneut operiert worden und zwei waren nicht erreichbar. Es handelte sich um 36 Frauen und 8 Männer. 29-mal wurde die rechte und 15-mal die linke Seite operiert. Die Implantation erfolgte 14-mal wegen einer Rotatorendefektarthropathie/RDA, 19-mal wegen einer „chronischen Traumaschulter“/CTS, 11-mal im Rahmen eines Endoprothesen-

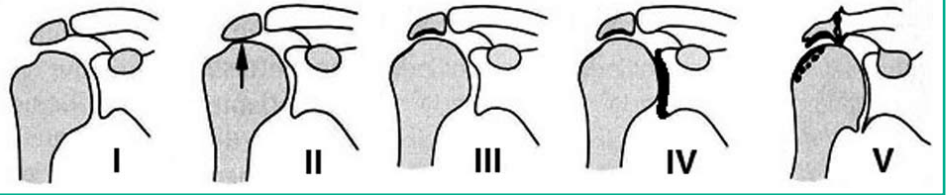


Abb. 1: Klassifizierung der Rotatorendefektarthropathie nach Hamada: Grad I: AHD ≥ 5 mm, Grad II: AHD ≤ 5 mm, Grad III: Grad II + Azetabulisierung, Grad IV: Grad III + Verschmälerung Gelenkspalt, Grad V: Grad IV + Humeruskopfkollaps/vollständige Defektarthropathie.

wechsels. Bei zwei weiteren Patienten erfolgte die Implantation je einmal wegen einer primären Fraktur und eines Tumors, diese Patienten wurden bei der weiteren Auswertung nicht berücksichtigt.

Klinische Kriterien

Die klinischen Ergebnisse wurden durch unabhängige Untersucher, die nicht mit dem Operateur identisch waren, mittels des Constant-Scores erhoben (13). Die Kraftmessung erfolgte

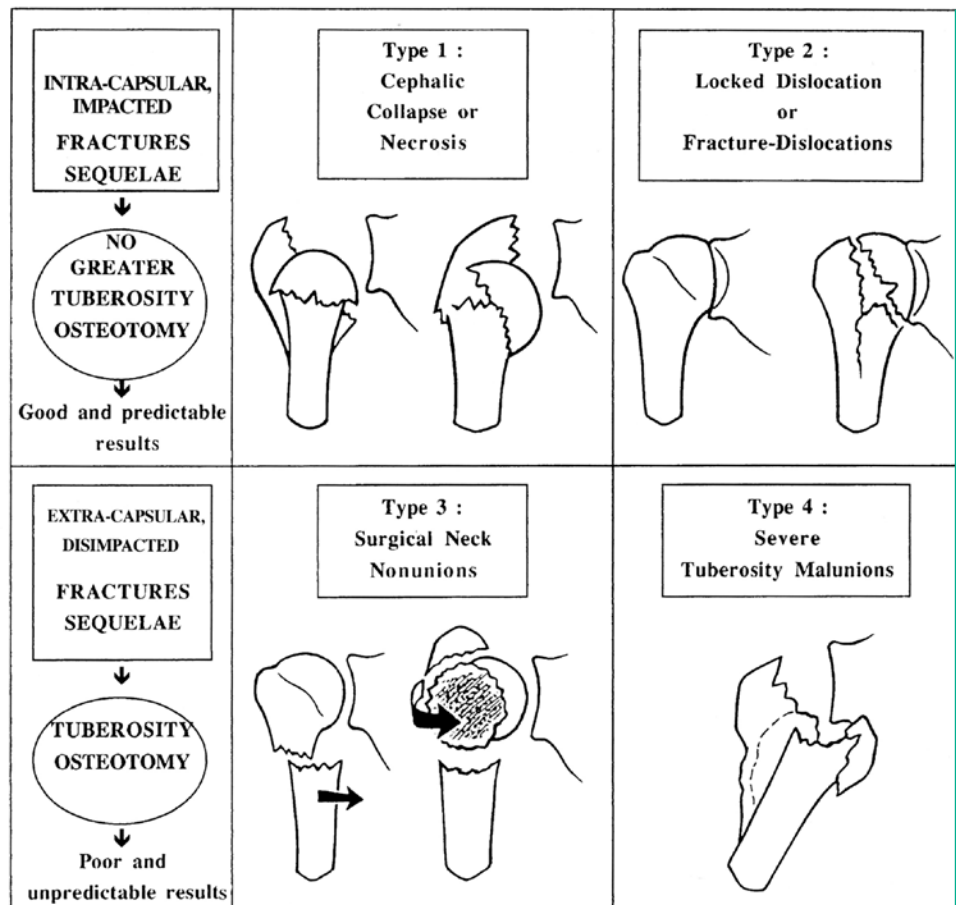


Abb. 2: Klassifikation der Frakturfolgen des proximalen Humerus nach Boileau („chronische Traumaschulter“, „fracture sequelae“).

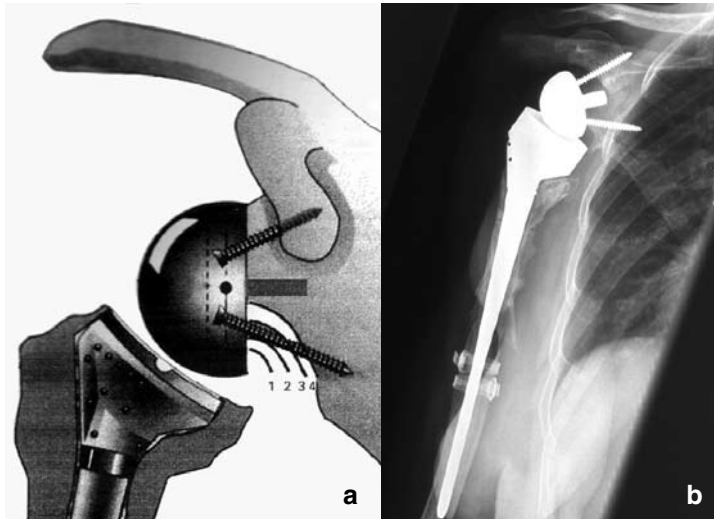


Abb. 3 a: Skapulanotching Sirveaux: 0=keine Notch, 1=kleine Notch, auf den Skapulahals beschränkt, 2=mittlere Notch bis zur unteren Schraube reichend, 3=große Notch über die untere Schraube hinaus reichend, 4=Ausdehnung der Notch bis zur Basisplatte.

Abb. 3 b: Deltarevisionsprothese 36 Monate p.o.; Skapulanotching, Grad 2 mit mittelgroßem Sporn am medialen Rand der Notch, keine periartikulären Ossifikationen.

mit einem Tensiometer am Deltoansatz bei weitestmöglicher Abduktion. Weiterhin wurden die prä- und postoperative Beweglichkeit, speziell die aktive Außenrotation, die Kraft und die Schmerzlinderung registriert.

Radiologische Kriterien

Radiologisch erfolgte eine Klassifizierung der RDA (Abb. 1) mittels der Graduierung nach *Hameda* (8). Die Pfannenerosion

bei der RDA wurde nach *Favard* bzw. *Sirveaux* beurteilt (17). Die Einteilung der chronischen Traumaschulter (CTS) erfolgte nach *Boileau* und *Walch* (Abb. 2) in vier Typen (2). Arrodierungen der Pfanne durch penetrierende Schrauben wurden dem Typ 4 zugeordnet. Das Ausmaß des Skapulanotching wurde nach *Nerot* bzw. *Sirveaux* (Abb. 3) klassifiziert (17,19). Speziell für die letztgenannte Klassifizierung wurden exakt orthograde



Abb. 4 a, b: Deltaprothese bei Rotatorendefektarthropathie.

Aufnahmen angefertigt. Weiterhin erfolgte eine Beurteilung der radiologischen Resorptionsläsionen am Humerusschaft nach *Sperling* bzw. *Sanchez-Sotelo* sowie nach *Gonzales* am Glenoid (6,18).

Eine präoperative Beurteilung des Zustandes der Rotatorenmanschette und der fettigen Infiltration der Rotatorenmuskulatur mittels MRT war nicht repräsentativ möglich, da zum Nachuntersuchungszeitpunkt nur von einem geringen Teil der Patienten die Aufnahmen zur Verfügung standen. Aus diesem Grunde erfolgte die Beurteilung der Rupturgröße ausschließlich anhand des intraoperativen Befundes (1, 15).

Operationstechnik

In allen Fällen wurde der deltoideopektorale Zugang benutzt. Ursache dafür sind unsere Erfahrungen in zahlreichen Revisionsoperationen, bei denen zu einem hohen Anteil die Freilegung des Humerusschaftes und z. T. auch des Skapulahalses erfolgen muss. Im Falle eines Primärzuganges mittels Deltasplit ist anlässlich der Revision dann ein zweiter parallel liegender Schnitt erforderlich. Dies stellt nach unserer Meinung eine unnötige Schwächung des Deltamuskels dar. Reste der Subskapularis- und Infraspinatussehne wurden erhalten bzw. nach Ablösung zum OP-Ende reinseriert, evtl. vorhandene Reste der Supraspinatussehne dagegen exzidiert.

Auch im Falle der chronischen Traumaschulter und bei Wechseloperationen haben wir versucht, die Reste der Rotatorenmanschette bzw. der Tuberkula soweit wie möglich zu erhalten und zu reinserieren. Da in solchen Fällen häufig eine exzessive Mobilisation der kontrakten Verhältnisse notwendig ist, gelang dies oft nur in begrenztem Umfang.

Die Implantation des Prothesenschaftes erfolgte mit 0 bis

10 Grad Retroversion. Bei der RDA erfolgte die Schaftimplantation in anatomischer Höhe. Bei der chronischen Traumaschulter und beim Endoprothesenwechsel wurde gleichfalls eine Rekonstruktion der anatomischen Humeruslänge angestrebt. Entscheidendes Kriterium war aber die Stabilität des Gelenkes. Durch eine nichtanatomische Verlängerung sowie höhere PE-Inlays bzw. die Verwendung eines Zwischenringes wurde versucht, eine ausreichende Spannung der Mm. deltoideus und coracobrachialis einzustellen. Ein hochkongruentes Inlay wurde nicht verwendet.

Postoperativ erfolgte nachts eine Ruhigstellung im Gilchristverband und tagsüber eine Lagerung auf einem Abduktionskissen für 3 Wochen. Während dieser Zeit wurde bereits mit assistiven Übungen unter Vermeidung der Retroversion und Außenrotation begonnen, wenn keine spezielle Luxationsgefahr vorlag. Nach dieser Zeit erfolgte eine allmähliche Steigerung der Mobilisation.

Statistische Methoden

Zur deskriptiven Darstellung der Verteilung des Constant-Scores wurden die Mittelwerte, Medianwerte, 25 % und 75 % Perzentile berechnet. Es wurde stets der Zeitpunkt der letzten Nachkontrolle verwendet.

Abduktions-, Flexions- und Kraftwerte wurden in Bezug auf die Diagnosen nicht-parametrisch mittels Wilcoxon-Tests geprüft. Die p-Werte jedes Kontrasts wurden anhand des Bonferroni-Verfahrens adjustiert.

Um den Constant-Score hinsichtlich der Diagnosen zu vergleichen, wurden multiple Regressionsmodelle gerechnet (Varianzanalysen unter Berücksichtigung von Alter und Geschlecht). Separate Modelle zu den Nachkontrollen sowie gepoolt für die Monate 3 bis über 36 wurden geschätzt – die gepoolten Modelle zusätzlich un-

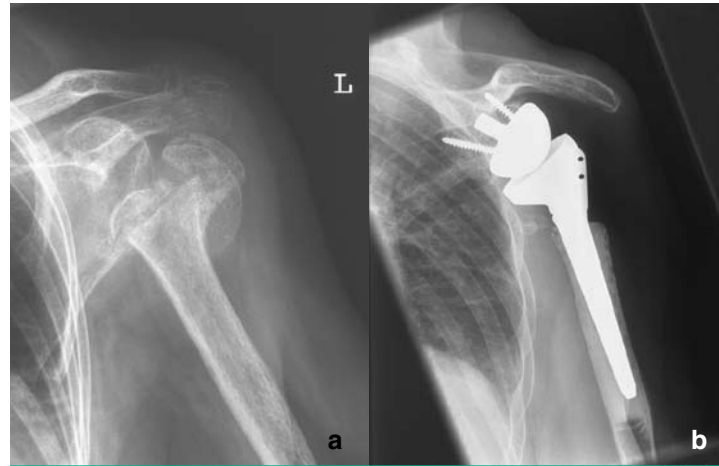


Abb. 5 a, b: Deltaprotese bei „chronischer Traumaschulter“ mit massiver Fehlstellung der Fragmente.



Abb. 6 a, b: Deltaprotese bei Migration einer Frakturendoprothese infolge Nekrose der Tuberkula.

ter Verwendung des Monats als Kovariate. Die Verteilung der Residuen wurde mittels qq-plots bzw. mit Scatterplots auf Normalverteilung geprüft.

Ergebnisse

Unter den 14 Patienten der RDA-Gruppe (Abb. 4) befanden sich entsprechend der radiologischen Klassifikation nach *Hamada* kein Patient in der Gruppe I, 1 Patient in der Gruppe II (beginnende Dezentrierung, $AHD \leq 5$ mm), 2 Patienten in der Gruppe III (Verschmälerung des akromiohumeralen Abstandes und beginnende Azetabularisa-

tion), 5 Patienten in der Gruppe IV (zusätzlich Verschmälerung des Gelenkspaltes im Sinne einer Omarthrose) und 6 Patienten in der Gruppe V (manifeste Rotatorendefektarthropathie mit Humeruskopfnekrose) (4, 8).

19 Patienten gehörten der Gruppe „chronische Traumaschulter“ an (Abb. 5). In der Klassifikation nach *Boileau* und *Walch* (Abb. 2) besteht das entscheidende prognostische Kriterium darin, ob bei Implantation einer Kopfprothese eine Mobilisation der Tuberkula erforderlich ist oder nicht, da im Falle einer notwendigen Osteotomie mit der sekundären Nekrose der

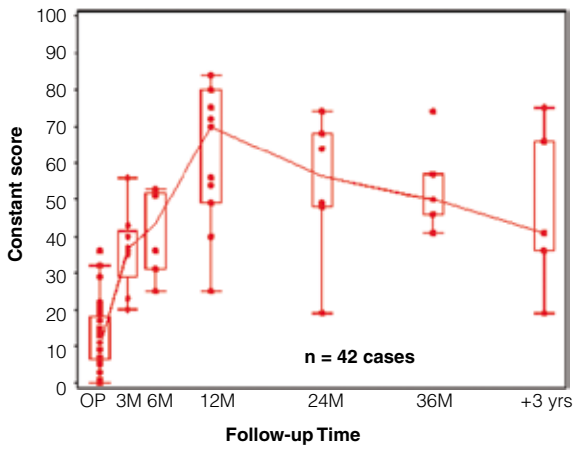


Abb. 7 a: Entwicklung des alters- und geschlechtskorrigierten Constant-Score im zeitlichen Verlauf (Medianwerte, Interquartilsbereich 25 % und 75 %, min., max., o = Ausreißer, die zwischen dem 1,5- und 3-fachen der Größe des Interquartilsbereichs von einer Interquartilgrenze entfernt liegen; kompletter Datensatz von 42 Patienten).

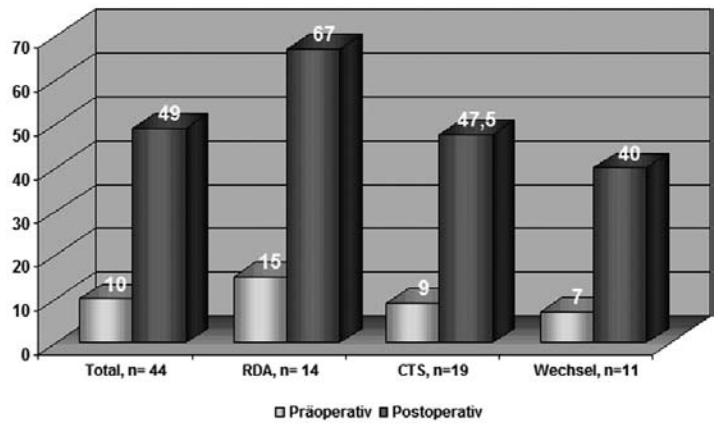


Abb. 7 b: Diagnoseabhängige Entwicklung des Constant-Score (Medianwerte; RDA = Rotatorendefektarthropathie; CTS = chronische Traumaschulter; Wechsel = Wechsel anatomische auf inverse Endoprothese).

Fragmente und daraus resultierendem Versagen der Rotatorenmanschette zu rechnen ist (2, 3). Zwei Patienten waren den Gruppen 1 und 2 zuzurechnen, in denen keine Mobilisation erforderlich ist – dies sind speziell für die Implantation einer Kopfprothese geeignete Fälle. Dagegen wiesen 2 Patienten den Schweregrad 3 und 15 Patienten den Grad 4 auf – in diesen Fällen ist bei Implantation einer Kopfprothese eine Osteotomie der fehlverheilten Tuberkula mit allen daraus resultierenden Risiken notwendig, so dass die Implantation einer inversen Prothese bevorzugt wurde.

Bei 11 Patienten wurde ein Endoprothesenwechsel erforderlich (Abb. 6). 7-mal erfolgte dies wegen Migration einer Fraktur- endoprothese infolge Nekrose

der Tuberkula, einmal wegen einer sekundären Rotatorenmanschettenruptur nach Implantation einer Kopfprothese und 3-mal erfolgte ein zweizeitiger Endoprothesenwechsel wegen einer septischen Lockerung. Aseptische Schaftlockerungen, Glenoidlockerungen und Glenoiderosionen traten in dieser Gruppe nicht auf.

Im zeitlichen Verlauf war im Constant-Score für die Gesamtgruppe im Durchschnitt eine Verbesserung von 10 auf 70 Punkte nach 12 Monaten zu verzeichnen. Danach trat ein allmählicher Abfall der Werte auf 56,5 nach 24 Monaten und 41,0 nach mehr als 36 Monaten ein (Abb. 7 a).

Im Constant-Score verbesserten sich die Ergebnisse für die Gesamtgruppe (Abb. 7 b) im

Durchschnitt von 10,0 Punkten auf 49,0 (Δ 39) Punkte (Medianwerte), für die RDA von 15,0 auf 67,0 (Δ 52), die CTS von 9,0 auf 47,5 (Δ 38,5), für die Wechseloperationen von 7,0 auf 40,0 (Δ 32) Punkte (prä-/postoperative Veränderung in allen Gruppen $p < 0,0001$, deshalb keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen nachweisbar). Die geringste Verbesserung wurde erwartungsgemäß in der Wechselgruppe erzielt. Die Verbesserung betraf alle Komponenten des Constant-Scores, besonders aber die Schmerzlinderung und die Verbesserung der Kraft (Tab. I). Die deutlichste Schmerzlinderung und Kraftverbesserung wurden in der RDA-Gruppe erreicht.

Diese Ergebnisse spiegeln sich auch in einer Verbesserung der aktiven Anteversion von 41,0 auf 90,9 Grad (Tab. II) und der aktiven Abduktion von 36,4 auf 86,4 Grad wider (Gesamtgruppe). Die Außenrotation mit anliegendem Oberarm stieg dagegen nur von -9,3 auf 13,6 Grad, die Außenrotation mit abduziertem Arm von -2,8 auf 23,6 Grad. Besonders auffällig war, dass die Verbesserung der Außenrotation in der RDA-Gruppe deutlich höher ist als bei der

Tab. I: Schmerzlinderung und Kraftverbesserung in Abhängigkeit von den Diagnosegruppen.

	Kraft Max. 25 Punkte			Schmerz Max. 15 Punkte		
	Präop.	Postop.	P	Präop.	Postop.	P
RDA, n=14	2,0	11,6	$p \leq 0,004$	0,8	12,9	$p \leq 0,001$
CTS, n=19	0,1	9,7	$p \leq 0,001$	2,4	11,9	$p \leq 0,001$
Wechsel, n=11	0,0	9,0	$p \leq 0,008$	1,0	8,6	$p \leq 0,002$
Total	0,7	10,0	$p \leq 0,001$	1,5	11,8	$p \leq 0,001$

CTS und den Wechseloperationen (prä-/postoperative Veränderung in allen Gruppen signifikant, Unterschiede zwischen den Gruppen nicht signifikant, $p=0,22$). Eine Aussage über die Bedeutung des Zustandes des M. teres minor ist aufgrund der fehlenden MRT-Filme nicht möglich.

Als spezifische Komplikationen einer inversen Endoprothese sind nach *Boileau* Luxationen, Akromionfrakturen und das Skapulanotching zu werten (2).

Ein Skapulanotching (Abb. 4 und 10) war in unserer Gruppe mit einer Häufigkeit von 50 % zu verzeichnen. Es ist aber zu beachten, dass die Schweregrade 1 und 2 nach *Sirveaux* nur vollständig erfasst werden können, wenn eine exakt orthograde Aufnahme vorliegt – falls dies nicht der Fall ist, wird eine unkorrekt niedrige Notchingrate registriert (17)! Aus diesem Grund zogen wir lediglich 42 Aufnahmen zur Beurteilung heran. Es handelte sich in 19 Fällen um nur geringe Veränderungen entsprechend Grad 1 und 2 (*Sirveaux* Grad 0: 21x, Grad 1: 8x, Grad 2: 10x, Grad 3: 1x, Grad 4: 2x). Ein Einfluss auf den Constant-Score war nicht feststellbar. Aufgrund der geringen Gruppengröße konnte ein Zusammenhang zwischen der Glenoiderosion nach *Sirveaux* und der Notchingrate nicht festgestellt werden.

Luxationen traten 2-mal (6,5 %), und eine Akromionfraktur einmal auf. An weiteren Komplikationen waren 3 Revisionen wegen Weichteilproblemen und 5 we-

gen Hämatomen zu verzeichnen. Infekte wurden in 11,6 % (alle voroperiert, 2x wegen Infektarthropathie), neurologische Ausfälle (temporär) in 2,1 % beobachtet. In 2 Fällen kam es zu einer Dekonnektion der Komponenten, verbunden mit einem massiven Skapulanotching. Insgesamt betrug die Revisionsrate 10,6 % und die Komplikationsrate 25,8 % (ohne Skapulanotching).

Radiologisch erkennbare Lyse säume wurden lediglich je einmal in Zone 1 und 2 (obere und untere Basisplatte) an der Glenoidkomponente beobachtet. Am Humerusschaft wurden keine Resorptionszonen festgestellt. Manifeste Lockerungen waren nicht zu verzeichnen. Heterotope Ossifikationen traten in 5 Fällen im Bereich der unteren Gelenkkapsel auf. Allerdings war ein knöcherner Sporn am medialen Rand der Skapulanotch bei 11 Patienten (26,3 %) vorhanden. Dadurch wurde ein tieferes Notching vorgetäuscht, als tatsächlich vorhanden war.

Diskussion

Die Problematik der RDA, CTS und der revisionspflichtigen Endoprothesen resultiert aus einem instabilen Drehzentrum bei gleichzeitiger Zerstörung der Gelenkpartner. Daraus ergibt sich ein hochschmerzhafter Funktionsverlust, dessen Behandlung eine Herausforderung darstellt.

In diesen Fällen ist in der Regel zwischen der Implantation einer

anatomischen ungekoppelten Prothese oder einer halbgekoppelten inversen Prothese abzuwägen (9). Erstere kann nur zu einem begrenzten Ergebnis führen, da zwar der Ersatz der Gelenkkörper möglich ist, nicht aber die Wiederherstellung eines stabilen Drehzentrums. Die Ergebnisse sind deshalb nicht sicher voraussehbar, sondern hängen ganz wesentlich von der Wiedererlangung der Funktion der Rotatorenmanschette ab. Trotz sorgfältiger Rekonstruktion der Sehnen, Reinsertion der Tuberkula und präoperativer Beurteilung der fettigen Infiltration im MRT kann aber im Einzelfall nicht mit letzter Sicherheit vorausgesagt werden, ob eine akzeptable Funktion erreicht werden kann oder nicht (2, 3, 5).

Die Implantation einer inversen Prothese erlaubt stattdessen die Wiederherstellung eines stabilen Drehzentrums und schafft somit die Voraussetzungen für die Wiedererlangung der Funktion. Dies spiegelt sich unter Berücksichtigung der oft katastrophalen Ausgangsverhältnisse in erstaunlich guten Ergebnissen wider (Abb. 7), dabei ist nicht so sehr die Höhe des postoperativen Wertes, sondern eher die Verbesserung zwischen dem prä- und postoperativen Zustand von ausschlaggebender Bedeutung – ein absolut gesehen niedriger postoperativer Wert kann für den einzelnen Patienten eine große Verbesserung in Relation zum präoperativen Zustand bedeuten. Im Literaturvergleich erzielten wir in un-

Tab. II: Diagnoseabhängige Entwicklung der aktiven Beweglichkeit.

	Abduktion (°)			Anteversio(n) (°)			Außenrotation/tief (°)			Außenrotation/hoch (°)		
	Präop.	Postop.	P	Präop.	Postop.	P	Präop.	Postop.	P	Präop.	Postop.	P
RDA, n=14	53,8	95,0	$p \leq 0,002$	59,2	101,3	$p \leq 0,001$	1,9	25	$p \leq 0,028$	2,0	45	$p \leq 0,031$
CTS, n=19	27,4	87,7	$p \leq 0,001$	31,8	90,0	$p \leq 0,001$	-18	11	$p \leq 0,001$	-3,8	22,0	$p \leq 0,001$
Wechsel, n=11	31,0	75,0	$p \leq 0,002$	34,5	81,7	$p \leq 0,002$	-9	6,7	$p \leq 0,061$	-8,6	5,0	$p \leq 0,187$
Total	36,4	86,4	$p \leq 0,001$	41,0	90,9	$p \leq 0,001$	-9,3	13,6	$p \leq 0,001$	-2,8	23,6	$p \leq 0,001$

Tab. III: Ergebnisse nach Implantation einer inversen Schulterendoprothese (RDA = Rotatorendefektarthropathie; RMR = Rotatorenmanschettenruptur; * max. 10 Punkte/VAS, ** max. 15 Punkte, *** max. 100 Punkte; P = Punkte Constant-Score, % = korrigierter Constant-Score; **** Arm 0° abduziert, ***** Arm 90° abduziert).

Autoren	Diagnose	N	NU Mon.	Anteversio in Grad		Außenrotation in Grad		Constant Prä/post		ASES Prä/post		Schmerz Prä/post	
				Prä/post	Prä/post	Prä/post	Prä/post						
Sirveaux 2004	RDA	80	44	73	138	4**** 17*****	11P**** 40*****	23 P.	66 P.	-	-	2,7**	13,4**
Frankle 2005	RDA	60	36	55	105	12	41	-	-	34	68	6,3*	2,2*
Seebauer 2005	RDA	57	18	-	-	-	-	26-43 %	94 %	-	-	98 % zufrieden	
Boileau 2006	Gemischt	45	40	55	121	7	11	17 P.	58 P.	-	-	-	3,2*
Favard 2006	RDA	127	49	70	135	8**** 24*****	11**** 46*****	23 P.	65 P.	-	-	3**	13**
Gohlke 2006	Wechsel Frakturpr.	20	18	-	-	-	-	18 %	63 %	-	-	88 % gut oder ausgezeichnet	
Gonzales 2006	RDA, Re-OP	42	50	82	123	5	7	25 P.	56 P.	-	-	3,3**	11,1**
Jouve 2006	Gemischt 65	65	46	49	116	2**** 12*****	2,5**** 27*****	17 P.	49 P.	-	-	3,2**	10,5**
Klein 2006	Gemischt 46	-	13	-	-	-	-	-	86 %	--	-	-	-
Molé 2006	RMR	47	30	80	133	10	13	40 %	90 %	-	-	4**	12,7**
Paladini 2005	Wechsel Kopfpr.	7	36	-	-	-	-	23 P.	49 P.	-	-	-	-
Wall 2006	Wechsel Totalpr.	24	38	61	114	18**** 51*****	11**** 46*****	33 %	71 %	-	-	5,3**	11,1**
Werner/Gerber 2006	RDA	58	38	42	100	17****	12****	29 %	64 %	-	-	5,2**	10,5**
Irlenbusch 2007	Gemischt	44	18	41	91	-3****	24****	10 P.	49 P.	-	-	1,5**	11,8**

serer Studie im Constant-Score zwar etwas niedrigere Werte, allerdings waren auch die präoperativen Ausgangswerte in allen drei Gruppen niedriger. Der kontinuierliche Abfall der Werte nach einem Jahr ist schwierig zu diskutieren und wahrscheinlich multifaktoriell bedingt. Eine große Rolle spielt sicher die nachlassende Betreuung dieser Patienten, d. h. speziell eine weniger intensiv durchgeführte Physiotherapie. Zu Diskutieren ist auch eine gewisse „Ermüdung“ des M. deltoideus als ein Zeichen der Überforderung sowie die Auswirkung von Komplikationen. Diese traten im Beobachtungszeitraum jedoch nicht in dem Maße auf, dass sie den Abfall des Constant-Scores im beobachteten Ausmaß erklären könnten.

Die Verbesserung ist in funktio- neller Hinsicht insbesondere auf

die Steigerung der Flexion und Abduktion zurückzuführen, wo- hingegen sich die Außenrotati- onsfähigkeit in der Regel nicht oder nur ungenügend verbes- sert. Verschiedene Autoren sind des- halb dazu übergegangen, den Status der Außenrotatoren, speziell des M. teres minor, im MRT präoperativ zu beurteilen und den Eingriff ggf. mit einer Latissimus-dorsi-Plastik zu kom- binieren (10, 11, 12, 16).

In verschiedenen Fällen ist aller- dings in Abhängigkeit von der Beschaffenheit der Rotatoren- manschette, speziell der Mm. infraspinatus und teres minor, auch ohne Muskeltransferope- ration eine deutliche Verbesse- rung bis Normalisierung der Au- ßenrotation möglich. In unserer Gruppe war auffällig, dass die Außenrotation bei RDA deutlich bessere Werte aufwies als bei CTS und den Wechselperatio-

nen (Tab. II). Wir werten dies als ein Indiz dafür, dass auch bei der Implantation einer inversen Prothese auf eine sorgfältige Behandlung bzw. Reinsertion der Rotatorenmanschette ge- achtet werden sollte, sofern die anatomischen Verhältnisse dies zulassen.

Wir erreichten im Durchschnitt im Constant-Score eine Verbes- serung von 10 auf 49 Punkte und liegen damit unter Berück- sichtigung des niedrigen Aus- gangswertes auf vergleich- barem Niveau mit den Angaben in der Literatur (Tab. III). Wei- terhin ist fest-zuhalten, dass die Ergebnisse eindeutig vom Ausgangsbefund abhängen. In unserer Studie wurde die größ- te Verbesserung im Constant- Score bei der RDA, gefolgt von der CTS und den Wechselo- perationen erreicht. Auch dies steht in Übereinstimmung mit

den Angaben in der Literatur (2, 20). Die etwas geringeren Unterschiede in unserer Studie führen wir auf eine strenge Selektion in der RDA-Gruppe zurück. In der Literatur wird die Prothese auch bei alleiniger Rotatorenmanschettenruptur ohne bzw. mit nur leichten degenerativen Gelenkveränderungen empfohlen (6, 17, 20). Im Gegensatz dazu stellt ein irreparabler Rotatorendefekt allein, auch im Falle einer Reruptur, für uns keine Indikation zur Implantation einer inversen Prothese dar, sondern sollte einer Muskeltransferoperation (Latissimus-dorsi- oder Pek-toralis-major-Plastik) zugeführt werden (10, 11, 12). Aus diesem Grunde haben wir ausschließlich Patienten mit höhergradigen Rotatorendefektarthropathien, d. h. vor allem Hamada-Grad 3 und 4 in dieser Gruppe zu verzeichnen (8). Von den einzelnen Komponenten des Constant-Scores scheinen die Schmerzlinderung und die Verbesserung der Kraft die wichtigsten Parameter für die allgemeine Funktionsverbesserung zu sein (Tab. II). Dieser Schluss ist etwas irreführend, da sich der hohe Anteil aus der Bewertung dieser Komponenten im Constant-Score mit 15 bzw. 25 Punkten gegenüber maximal 10 Punkten für die anderen Parameter ergibt. Bemerkenswert ist, dass wiederum die besten Ergebnisse in der RDA-Gruppe erzielt wurden, wohingegen die CTS- und die Wechselgruppe einen geringeren Kraftzuwachs und eine niedrigere Schmerzlinderung aufwiesen. Dies deckt sich mit den Angaben von Wall (20).

Die niedrige Luxationsrate von 6,5 % gegenüber bis zu 25 % in der Literatur führen wir auf die sorgfältige Positionierung der Gelenkpartner, Vorspannung des Deltoideus und Korakobrachialis, ausgiebige Mobilisation und Resektion kontrakter Kapselanteile und Knochenfragmente sowie die bestmögliche Rekonstruktion der Außen- und

Innenrotatoren der Rotatorenmanschette zurück (2, 4). Auch die Revisionsrate von 10,6 % (5-mal Hämatom, 1-mal Korakoidfraktur, 1-mal Akromionfraktur, 3-mal Weichteilprobleme) ist niedriger als die in der Literatur angegebenen Werte mit 16,6 bis 50 % (5, 14). Die Revisionen betrafen alle die CTS- und Wechselgruppe. Entsprechend wird in der Literatur eine niedrigere Revisionsrate in der RDA-Gruppe als in der CTS- und Wechselgruppe angegeben (2, 20). Auch ohne Berücksichtigung des Skapulanotchings ergibt sich eine Komplikationsrate von 25,8 %. Sie liegt damit etwas niedriger, als die von Levy für den Prothesenwechsel angegebenen Werte (14). Wall und Werner beobachteten unter Einbeziehung sämtlicher, auch leichter, Komplikationen eine Rate von 50 % (20). Das Verfahren ist deshalb als sehr risikobehaftet einzustufen und sollte nur den Fällen vorbehalten bleiben, bei denen mit anderen Methoden keine zufrieden stellende Verbesserung erreicht werden kann. Nur in Ausnahmefällen sollte es vor dem 70. Lebensjahr angewandt werden. Diese Aussage wird durch die Problematik des Skapulanotchings verstärkt. Wir registrierten im Literaturvergleich einen relativ hohen Wert (16, 17). Operationstechnische Fehler dürften hierfür nicht verantwortlich sein, wie aus der niedrigen Luxations- und Revisionsrate zu entnehmen ist. Vielmehr resultiert sie aus einer kompletten Erfassung auch leichter Osteolysegrade (Sirveaux I und II) infolge einer sorgfältigen Röntgentechnik. Die Gründe für das Notching sind dem Umstand geschuldet, dass die Glenoidkomponente über keinen Hals verfügt. Dies dient dem Ziel, den Drehpunkt des Gelenkes zu medialisieren, so dass er unter der Basisplatte bzw. auf Höhe der Resektions-ebene liegt. Auf diese Weise konnte die hohe Lockerungsra-

te, mit denen ältere gekoppelte und teilgekoppelte Prothesenmodelle behaftet waren, gesenkt werden.

Eine Vermeidung des Notchingphänomens wäre relativ mühelos über eine Lateralisierung des Drehpunktes möglich, wie dies die Encore-Prothese verfolgt (5). Die daraus resultierenden Gefahren wurden bereits diskutiert. Weiterhin würden ein steilerer Inklinationwinkel und/oder eine Abflachung des medialen Randes der Humeruskomponente die Notchinggefahr minimieren, aber zu einer deutlich höheren Luxationsneigung führen. Aus diesem Grunde streben praktisch alle Operateure und Hersteller über eine Optimierung unterschiedlicher Faktoren die Reduzierung des Notchingphänomens an: eine Kaudalisierung der Glenoidkomponente, eine veränderte Schraubenposition bzw. Verankerungstechnik des Glenoids, eine geringfügige Minderung des Inklinationswinkels der Humeruskomponente und Abflachung des medialen Pfannenrandes sowie einen größeren Radius der Glenoid- und Pfannenkomponente. Ein leicht nach caudal geöffneter Winkel zwischen der Glenoidkomponente und dem Skapulahals wird dagegen kontrovers beurteilt – zwar kann das Notchingphänomen durch den veränderten Winkel gemindert werden, durch die daraus resultierende Medialisierung des Implantates wird es aber gleichzeitig wieder verstärkt (16). Außerdem werden verschiedene Maßnahmen zur Vermeidung der PE-Krankheit diskutiert, da diese wahrscheinlich für die höhergradigen Notchingphänomene (Grad 3 und 4, d. h. über die inferiore Schraube hinausgehend) verantwortlich ist (2).

Die Deltaprothese weist technisch bedingt wesentlich höhere Hohlräume auf als konventionelle Prothesenmodelle (z. B. unter der Glenosphäre). Aus diesem Grund ist eine höhere Infektanfälligkeit immer wieder Gegen-

stand der Diskussion. In unserer Studie fanden wir hierfür keinen Anhaltspunkt. In allen Fällen, in denen wir infektsbedingt revidieren mussten, handelte es sich um voroperierte Patienten nach CTS oder endoprothetischer Versorgung. In drei Fällen war eine Infektanamnese bekannt, in einem Fall nicht. In diesem Zusammenhang weist *Boileau* daraufhin, dass eine low-grade-Infektion auch ohne klinische Anzeichen vorhanden sein kann (2). Aus diesem Grund empfiehlt er die präoperative Abklärung der paraklinischen Entzündungsparameter und die intraoperative Abnahme von Material zur mikrobiologischen Untersuchung. Bei manifester Infektion sei ein zweizeitiges Vorgehen zu empfehlen.

Schlussfolgerung

Die inverse Schulterendoprothese erlaubt die weitgehende Wiederherstellung der Funktion und eine ausgezeichnete Schmerzlinderung bei Patienten mit einer Rotatorendefektarthropathie. Sie eröffnet aber auch Therapieoptionen in schwierigen Situationen, wie Endoprothesenlockerungen oder der so genannten chronischen Traumaschulter. Die Verbesserungen in den letztgenannten Fällen sind naturgemäß niedriger und die Komplikationsrate ist höher als bei Patienten mit einer RDA.

Trotz der erstaunlich guten Resultate muss die Prothese aufgrund der Ergebnisse dieser Studie und in Übereinstimmung mit zahlreichen Angaben in der Literatur als eine „salvage procedure“ angesehen werden. Die Kaplan-Meier-Überlebenszeit wird für das Kriterium Prothesenentfernung mit 91 % nach 120 Monaten, für die Glenoidentfernung mit 84 % und für ein Absinken der Funktion unter 30 Punkte im Constant-Score mit 58 % angegeben (7). Die Implantation sollte deshalb nur bei Patienten mit intolerablen Schmerzen und einem hochgra-

digen Funktionsverlust erfolgen, denen mit konventionellen Methoden nicht geholfen werden kann. Nur bei außergewöhnlich schwierigen Umständen sollte die Operation vor dem 70. Lebensjahr durchgeführt werden. Auch sollte darauf geachtet werden, dass der Patient keine zu hohen Ansprüche mehr an die Prothese stellt (2).

Es bleibt abzuwarten, ob die technische Weiterentwicklung inverser Schulterendoprothesen zu einer längeren Standzeit führen wird und dann der Einsatz auch in Problemsituationen bei jüngeren Patienten empfohlen werden kann.

Literatur

(Weitere Literatur beim Verfasser)

1. *Bateman, J. E.*: The diagnosis and treatment of ruptures of the rotator cuff. *Surg Clin North Am*; 43 (1963) 1523–1530.
2. *Boileau, P., C. Chuinard, J. C. Le Huec, G. Walch, C. Trojani*: Proximale humerus fracture sequelae: impact of a new radiographic classification on arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*; 442 (2006) 121–130.
3. *Buquin, T., A. Hersan, L. Hubert, P. Massin*: Reverse shoulder arthroplasty for the treatment of three- and four part fractures of the proximal humerus in the elderly. *J Bone Joint Surg; Br* 89 (4) (2007) 516–520.
4. *Favard, L., C. Le Du, R. Bicknell, F. Sirveaux, C. Levigne, P. Boileau, D. Molé, G. Walch*: Reverse prosthesis for cuff tear arthritis (Hamada IV and V) without previous surgery. *Nice shoulder course: Reverse shoulder arthroplasty*. Sauramps medical, Montpellier (2006) 113–123.
5. *Frankle, M., J. C. Levy, D. Pupello, S. Siegal, A. Saleem, M. Mighell, M. Vasey*: The reverse shoulder prosthesis for glenohumeral arthritis associated with severe rotator cuff deficiency. A minimum two-year follow-up study of sixty patients. *Surgical Technique. J Bone Joint Surg, Surgical Techniques; Am* 88 (1/2) (2006) 178–190.
6. *Gonzales, J. F., C. H. Chuinard, P. Boileau*: Reverse total shoulder arthroplasty after failed rotator cuff surgery. *Nice shoulder course: Reverse shoulder arthroplasty*. Sauramps medical, Montpellier (2006) 133–147.
7. *Guery, J., L. Favard, F. Sirveaux, D. Oudet, D. Mole, G. Walch*: Reverse total shoulder arthroplasty. Survivorship analysis of eighty replacements followed five to ten years. *J Bone Joint Surg; Am* 88 (8) (2006) 1742–1747.
8. *Hamada, K. et al.*: Roentgenographic findings in massive rotator cuff tears. *Clin Orthop Rel Res*; 254 (1990) 92–96
9. *Irlenbusch, U., L. Irlenbusch*: Aktueller Stand der Schulterendoprothetik. *Z. Orthopädie Unfallchirurgie up2date* 4 (2) (2007) 280–204.
10. *Irlenbusch, U., M. Bernsdorf, H. K. Gansen, U. Lorenz*: Latissimus-dorsi-Plastik zur Versorgung irreparabler Rotatorenmanschettenmassendefekte – eine vergleichende Analyse nach primärer und sekundärer Rekonstruktion in Abhängigkeit vom Ausmaß des Rotatorendefektes und zusätzlicher Läsionen. *Z Orthop*; 141 (2003) 650–656.
11. *Irlenbusch, U., M. Bernsdorf, M. Bracht, H.-K. Gansen, U. Lorenz, J. Thiel*: Latissimus dorsi transfer in case of an irreparable rotator cuff tear – a longitudinal study of 52 patients over 50 months. *J Shoulder Elbow Surg* (2007) zum Druck angenommen.
12. *Irlenbusch, U., M. Bernsdorf, S. Born, H.-K. Gansen, U. Lorenz*: Muscular function analysis by electromyography after the latissimus dorsi tendon transfer. *J Shoulder Elbow Surg* (2007) zum Druck angenommen.
13. *Katolik, L. I., A. A. Romeo, B. J. Cole, N. N. Verma, J. K. Hyden, B. R. Bach*: Normalization in the constant score. *J Shoulder Elbow Surg*; 14 (3) (2005) 279–285.
14. *Levy, J., M. Frankle, M. Mighell, D. Pupello*: The use of reversed shoulder prosthesis for the treatment of failed hemiarthroplasty

- for proximal humerus fracture. *J Bone Joint Surg; Am* 89 (2) (2007) 292–300.
15. *Patte, D.*: Classification of rotator cuff lesions. *Clin Orthop Relat Res* 254 (1990) 81–86.
16. *Simovitch, R. W., H. Naeder, M. A. Zumstein, C. Gerber*: Impact of fatty infiltration of the teres minor muscle on the outcome of reverse total shoulder arthroplasty. *J Bone Joint Surg; Am* 89 (5) (2007) 934–939.
17. *Sirveaux, F., L. Favard, D. Oudet, D. Huquet, G. Walch, D. Mole*: Grammont inverted total shoulder arthroplasty in the treatment of glenohumeral osteoarthritis with massive rupture of the cuff. Results of a multicentre study of 80 shoulders. *J Bone Joint Surg; Br* 86 (3) (2004) 388–395.
18. *Sperling, J. W., R. H. Cofield, C. M. Rowland*: Minimum fifteen-year follow-up of Neer hemiarthroplasty and total shoulder arthroplasty in patients aged fifty years or younger. *J Shoulder Elbow Surg; 13* (6) (2004) 604–613.
19. *Valentini, P. H., D. Boutens, C. Nerot*: Delta 3 reversed prosthesis for osteoarthritis with massive rotator cuff tear: long term results (5 years). In: *Walch, P. Boileau, D. Molé* (eds) 2000 shoulder prostheses ... two to ten year follow-up. Sauramps medical, Paris (2001) 253–259.
20. *Wall, B., L. Nové-Josserand, D. P. O'Conner, B. Edwards, G. Walch*: Reverse total shoulder arthroplasty: a review of results according to etiology. *J Bone Joint Surg; Am* 89 (7) (2007) 1476–1485.

Anschrift für die Verfasser:

PD Dr. med. U. Irlenbusch
 Marienstift Arnstadt
 Orthopädische Klinik
 Wachsenburgallee 12
 D-99310 Arnstadt

56. Jahrestagung der Vereinigung Süddeutscher Orthopäden e. V. 1. bis 4. Mai 2008

Themen:

1. Hauptthema

- Das Hüftgelenk im Kindes- und Erwachsenenalter
- Hüftdysplasie
 - M. Perthes
 - Epiphyseolysis capitis femoris
 - Femoroazetabuläres Impingement
 - Koxarthrose

2. Hauptthema

Orthopädische Rheumatologie: Konservativ und operativ

3. Hauptthema

Computergestützte Operationsverfahren in Orthopädie und Unfallchirurgie

4. Hauptthema

Neue Konzepte in der Wirbelsäulenchirurgie: Sinn oder Unsinn?

- Interspinöse Platzhalter
- Dynamische Pedikelschraubensysteme
- Bandscheibenprothesen/Nukleusersatz
- Intradiskale Therapieverfahren

5. Freie Themen

Weitere Themen:

- Zukunft der Krankenhaus- und Praxislandschaft in Deutschland
- Kurse der ASG-Fellows

Tagungspräsident 2008:

Univ.-Prof. Dr. med. Heiko Reichel
 Orthopädische Universitätsklinik am RKU
 Oberer Eselsberg 45
 89081 Ulm