

T. Patzer¹

Das Lima SMR-Schulter-Endoprothesen-System

The Lima SMR system for shoulder arthroplasty

Zusammenfassung: Das Lima SMR-System ist ein bewährtes modulares Schulter-Endoprothesensystem mit der Möglichkeit alle Indikationen der Schulter-Endoprothetik adressieren zu können. Es stehen zementfreie und zementpflichtige Primärschäfte und modulare Lang- bzw. Revisionschäfte mit diversen Adaptern zur Verfügung, welche custom-made erweitert werden können.

Durch die Möglichkeit der Konversion von der anatomischen auf die inverse Situation, mit Erhalt des humeralen Schafts und der glenoidalen Metal-back-Basisplatte mit guten Standzeiten lassen sich Komplikationen reduzieren und Langzeitergebnisse optimieren. Die Materialinvertierung der Komponenten mit einer PE-Glenosphäre und humeralen metaphysären inversen Metall- oder Keramik-Linern vermeidet glenoidale Osteolysen, welche durch ein Skapula-Notching der PE-Liner verursacht werden. Das Metall respektive die Keramik ermöglicht geringere Wandstärken und damit geringere Gesamtdurchmesser sowohl der humeralen Liner als auch der metaphysären Becher. Die Materialkombinationen eignen sich auch für Nickel-Allergiker. Die angebotenen 40 mm und 44 mm Glenosphären erreichen eine bessere glenohumerale Beweglichkeit bei gleichzeitig erhöhter Stabilität.

Schlüsselwörter: Schulterprothetik, Schulterendoprothese, inverse Prothese, Delta-Prothese, Defektarthropathie, Omarthrose

Abstract: The Lima SMR-System is a commonly used modular system for shoulder arthroplasty. It offers the opportunity to treat all indications for shoulder endoprosthesis. There are cementless and cemented stems for primary cases and long stems for revision cases with various adapters and custom-made extensions available.

Due to the potential to convert the primary situation into an inverse situation without explanting the humeral stem and the glenoid base-plate with excellent results, complications are reduced and long term results are optimized. The inversion of the material of the components in the form of a PE glenosphere and a metal or ceramic humeral liner avoids osteolysis caused by scapular notching of the PE liner and reduces the diameter size of the liner in regard to a thinner rim. The components are available for patients with nickel allergy. The available 40 mm and 44 mm liners have shown to increase glenohumeral motion and stability.

Keywords: shoulder arthroplasty, shoulder endoprosthesis, reversed prosthesis, Delta prosthesis, cuff tear arthropathy, omarthritis

Das Lima SMR-Schulter-System wurde 1994 eingeführt. Der Name SMR steht für „Sistema Modulare Randelli“ und wurde von Prof. Mario Randelli entwickelt. Zunächst wurde das Modell für die anatomische Rekonstruktion mit einem zementpflichtigen keeled-Polyethylen (PE)-Glenoid entwickelt. 1995 entstand dann das erste Randelli-Metal-Back-Glenoid mit anatomischem PE-Inlay. 1998 erfolgten dann die ersten Konversionen der glenoidalen Metal-Back-Basisplatten auf ein inverses System mit custom-made Glenosphären. Am 10.04.2002 wurde dann das SMR-System vorgestellt.

Bei dem Lima SMR-System handelt es sich um ein modulares, von anatomisch zu invers konvertierbares Schulter-Endoprothesen-System (Abb. 1, 2). Durch die Variabilität der Schäfte, der metaphysären Bodies, Spacer und Adapter lassen sich auf der humeralen und glenoidalen Seite annähernd alle Indikationen adressieren. Die Möglichkeit der Konversion mit Verzicht auf die Explantation des Humerusschafts und der gut sitzenden Metal-back-Komponente (Abb. 2) im Rahmen der Revision auf eine inverse Arthroplastik, reduziert die Inzidenz von Komplikationen und erhöht

das Potenzial für optimale Langzeitergebnisse [1].

Auf der glenoidalen Seite steht mit einer Metal-back-Basisplatte ein Implantat mit guten Langzeitergebnissen [2, 3] zur Verfügung. Auch diese ist von anatomisch auf invers konvertierbar und bietet die Aufnahme für verschiedenste inverse Glenosphären (Abb. 3, 4). Eine sich am Skapulahals abstützende Revisionsklammer (Abb. 5) kann die Basisplatten-Fixation verbessern und die Augmentation mit einem Knochenspan optimieren.

Ein Vorteil des SMR-Systems ist die Material-Invertierung, d.h. einer PE-Glenosphäre und einem korrespondieren-

¹ Schulterchirurgie, Arthroskopie, Sportorthopädie, Orthopädische Klinik, Dir.: Univ.-Prof. Dr. R. Krauspe, Universitätsklinikum Düsseldorf
DOI 10.3238/oup.2013.0090-0094



Abbildung 1 Konversionsmöglichkeit der anatomischen (linker Bogen) in die inverse (rechter Bogen) Schulter-Totalendoprothese.

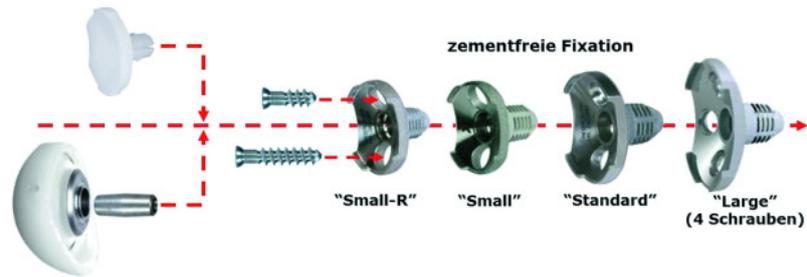


Abbildung 2 Die verschiedenen Größen der Metal-Back-Basisplatte und die Aufnahme des anatomischen Liners oder der inversen Glenosphäre.

den humeralen metaphysären inversen Metall- oder Keramik-Liner.

Die Materialinvertierung mit einer PE-Glenosphäre und einem humeralen Metall- oder Keramik-Liner vermeidet die Osteolyse infolge eines humeralen PE-Liner-Impingements am inferioren Skapulahals.

Die Materialinvertierung mit PE-Glenosphäre und humeralem inversen Metall- oder Keramik-Liner:

Ein großes Problem der inversen Schulterendoprothese stellt das inferiore Skapula-Notching dar [15–19]: Dieses Phänomen wurde von Sirveaux et al. klassifiziert [17]. Hierbei kommt es in Adduktion zu einem Anschlagen der medialen Humerus-Metaphyse an den inferioren Glenoidhals der Skapula. Durch Kontakt des humeralen metaphysären PE-Liners kann es zu PE-Abrieb-bedingter Osteolyse und konsekutiver Lockerung der Basisplatte kommen. Bei der inversen SMR-Prothese wird dieser PE-bedingte Abrieb durch eine Materialumkehr vermieden: Die 40 mm und 44 mm-Glenosphären bestehen aus PE (Abb. 1, 3), die korrespondierenden Liner aus CoCrMo oder Keramik. Ein weiterer Vorteil der Materialumkehr ist, dass die Verwendung von Metall oder Keramik eine geringere Wandstärke und damit auch einen geringeren Gesamtdurchmesser ermöglicht (Abb. 4), und somit auch der 44-mm-Liner in dem inversen Standard-Becher verwendet werden kann. Die Wandstärke eines 44-mm-PE-Liners ist deutlich dicker, was einen vergrößerten Durchmesser des Liners verursacht, aufgrund dessen dieser nicht in dem Standard-Metaphyse-Becher verwendet werden könnte.

Trotz der Neuerungen der inversen Schulterarthroplastik mit guten mittelfristigen Ergebnissen bleibt die Rate des Scapular-notching-Phänomens hoch. Dies bedeutet ein signifikantes Risiko für die Glenoidkomponenten-Lockerung in der Zukunft [18]. Das Scapular notching ist ein der inversen Schulterarthroplastik zuzuordnendes radiologisches Phänomen, dessen klinische und radiologische Konsequenz aber nicht ganz geklärt ist [19].

In Kürze werden u.a. für Revisionsfälle Metal-back-Basisplatten mit längeren zentralen Zapfen und der Möglichkeit einer zentralen Schraubenplatzierung erhältlich sein. Des Weiteren wird eine schafftfreie humerale Metaphyse angeboten, die sowohl die anatomische Situation adressieren als auch die inversen Liner aufnehmen kann.

Durch die Verwendung von Metall oder Keramik ist eine geringere Wandstärke des humeralen Liners im Vergleich zu einem PE-Liner möglich, was den Gesamtdurchmesser des Liners reduziert. Die 40 mm und 44 mm-Glenosphären ermöglichen eine bessere glenohumerale Beweglichkeit bei gleichzeitig erhöhter glenohumeraler Stabilität [4].

Die zementfreie glenoidale Metal-back-Basisplatte

Die Metal-back-Glenoidersatzteile erreichten in den meisten Studien klinisch defizitäre Ergebnisse, verglichen mit den zementierten Polyethylen (PE)-Glenoiden [5, 6] und hatten eine erhöhte Revisionsrate [7, 8]. Ein erklärlicher Grund ist das im Vergleich zu den All-PE-Glenoiden dünnere PE-Inlay, sodass es nach dem Abrieb nicht

selten auch zum Kontakt des Metall-Kopfs mit dem Metal-back kommt. Röntgen-dichte Linien als radiologisches Lockerkriterium waren in den Studien im Durchschnitt jedoch seltener bei den Metal-back-Glenoiden nachzuweisen [8].

Cofield et al. [9] eruierten in einem Review bei 180 zementfreien Metal-back-Glenoiden eine Komplikationsrate von 16 %. Röntgen-helle Linien zeigten sich in 3,3 % und in 2,7 % PE-Dissoziationen von der Basisplatte.

Wallace et al. [8] verglichen zementierte und zementfreie Glenoide bei Schulter-TEPs mit einem Durchschnitts-Follow-up von 5 Jahren und evaluierten eine erhöhte Rate an Frühkomplikationen in der zementfreien Gruppe. Hierbei zeigte sich in 3 von 5 Fällen eine Ablösung des PE von dem Metal-back. Klinisch imponierten vergleichbare Ergebnisse bei vermehrten radiologischen Lockerszeichen in der zementierten Gruppe.

Boileau et al. [7] fanden in einer vergleichenden Studie in 85 % der zementierten PE-Glenoide und in 25 % der zementfreien Metal-back-Glenoide radiologische Lockerszeichen bei klinisch nicht signifikanten Unterschieden. Die Revisionsrate bei relevanter Lockerung war jedoch mit 20 % in der zementfreien versus 0 % in der zementierten Gruppe signifikant höher.

Martin et al. [5] berichten nach 140 zementfreien Glenoid-Implantationen über eine klinische Versagensrate von 11 % und zusätzlich über eine asymptotische radiologische Lockersrate von 8 %. Die Überlebensrate lag hierbei nach 5 Jahren bei 95 % und nach 10 Jahren bei 85 % und war damit geringer als die von zementierten PE-Glenoiden. In einem Review berichten Fox et al. [6]



Abbildung 3 Die Variationen der inversen Glenosphären.



Abbildung 4 Der inverse metaphysäre Standard-Becher zur Aufnahme des 36 mm PE-, der 40 mm und 44 mm Metall- und Keramik-Liner und des 9 mm Extensions-Adapters.

über eine Revisionsrate von 62 % für zementfreie Metal-back-Glenoide und 15 % für zementierte PE Glenoide.

Castagna et al. [2] evaluierten für das SMR-Metal-back-Glenoid (Abb. 2) mit anatomischem PE-Inlay in einer Fall-Kontroll-Studie bei 35 konsekutiven Patienten mit Schulter-Totalendoprothesen und einem Follow-up von 75 Monaten (48–154) gute Ergebnisse mit einer Verbesserung der klinischen Scores, keiner Implantatlockerung, keiner PE-Metal-back-Dissoziation und keinem Implantat bezogenen Versagen. Bei 23 % der Patienten zeigten sich Röntgen-helle Linien < 2 mm mit reaktiver Knochen-Sklerose im Bereich des PEGs, in 3 dieser 8 Patienten zeigte sich eine Knochenresorption im Bereich der superioren Schraube.

Mohammed et al. [3] analysierten das neuseeländische Gelenkregister zu anatomischen Schultertotalendoprothesen über einen Zeitraum von 5 Jahren, wo 192 SMR-Prothesen mit Metal-back-Komponente eingesetzt wurden. In 6 von 192 Fällen mit Metal-back-Komponente war ein Revisions-

Bei einem Follow-Up der Metal-back-Basisplatte von 75 Monaten zeigte sich keine Implantatlockerung, keine PE-Metal-back-Dissoziation und kein Implantat bezogenes Versagen [2].

eingriff erforderlich, aber in keinem Fall war die Glenoidkomponente betroffen [3]. Bei der Untersuchung der Osteointegration der Metal-back-Glenoidkomponente des SMR-Systems an 20 aufeinanderfolgenden Patienten nach durchschnittlich 45 Monaten wurde keine Lockerung der Komponenten beobachtet, und es zeigte sich in 85 % der

Fälle eine Osteointegration. Alle Komponenten wiesen eine Osteointegration um den zentralen Zapfen auf. Diese Ergebnisse bestätigen, dass mit der Metal-back-Glenoidkomponente des SMR-Systems bei anatomischen Schultertotalprothesen mittelfristig eine zuverlässige Osteointegration erreicht wird.

Die guten Ergebnisse mit der SMR-Metal-back-Glenoid-Basisplatte lassen sich zum einen durch die konvexe Form erklären [2]. Szabo et al. zeigten, dass 65 % der konvexen Basisplatten im Vergleich zu 26 % der flachen Basisplatten bei zementfreien Metal-back-Glenoiden in der postoperativen Kontrolle keine Röntgen-dichten Linien aufwiesen [10].

Bei 6 von 192 Metal-back-Implantationen war ein Revisionseingriff erforderlich, wobei in keinem Fall die Glenoidkomponente betroffen war [3].

Anglin et al. zeigten in einer biomechanischen Untersuchung an zementierten PE Glenoiden 50 % weniger Dislokation bei den konvexen im Vergleich zu den flachen Glenoiden [11].

Zum anderen spielt der Mismatch von glenoidalem und humeralen Radius bei dem anatomischen PE-Liner eine Rolle. Nho et al. eruierten, dass fehlender Mismatch mit Konformität der artikulierenden Komponenten die Lockerungsrate erhöhen [12]. Walch et al. eruierten einen idealen Mismatch von 6–10 mm [13]. Young et al. konnten in einer Multicenter-Studie zeigen, dass es keine eindeutig belegte Auswirkung des glenohumeralen Mismatch auf die Ent-

wicklung eines sekundären Rotatoren-manschettendefekts gibt [14].

Ein weiterer Faktor für die guten Ergebnisse der Standzeit des SMR-Metal-back-Glenoids ist der zentrale hohle Press-fit-Peg, der ein gutes knöchernes Einwachsen ermöglicht. Die primäre Stabilität und ein gutes Anpressen wird durch 2 nicht winkelstabile 6,5 mm dicke Spongiosa-Schrauben erreicht [2], die eine optimale Primärstabilität garantieren und das Implantat suffizient an den Knochen anpressen. Die Position der Schrauben sollte leicht divergierend gewählt werden, sodass die craniale Schraube nach anterosuperior in die Coracoid-Basis und die caudale Schraube posteroinferior in die Margo lateralis der Skapula dirigiert wird (Abb. 6).

Die oben genannten Studien evaluierten Ergebnisse der Metal-back-Basisplatten mit einem anatomischen PE-Inlay. Die Ergebnisse können nur teilweise auf die inverse Situation übertragen werden. Bei der inversen Schulter-Prothese kommt es zu einer Verlagerung des Gelenkdrehzentrums nach medial und bei zuvor cranialisiertem Drehzentrum nach distal. Somit liegt das Gelenkdrehzentrum annähernd im Zentrum der Glenosphäre, welche auf die glenoidale Metal-back-Basisplatte aufgesetzt wird. Somit könnte man annehmen, dass die Belastung auf die Metal-back-Basisplatte im Vergleich zur anatomischen Situation reduziert ist, da die Belastung konzentrisch ist, da das Drehzentrum im Zentrum der Basisplatte und der Glenosphäre lokalisiert ist. Dass die Kinematik des Schultergelenks sich durch die inverse Situation insbesondere durch die in-

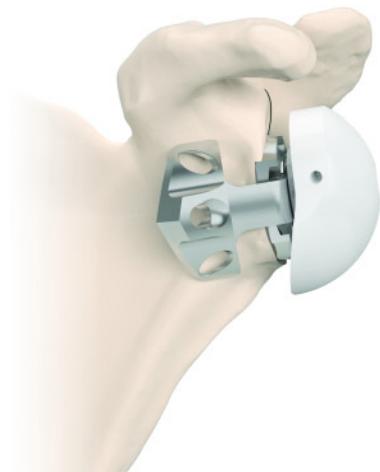


Abbildung 5 Die Glenoid-Revisionsklammer zur Fixation der glenoidalen Metal-Back-Basisplatte mit Abstützung am Skapulalahals.

verse Metaphyse des Humerus komplett verändert, muss dabei jedoch berücksichtigt werden.

Die Analyse von Revisionen von anatomischen Schulter-TEPs zeigte Folgendes [1]: Die Reimplantation einer Glenoidkomponente ist nicht immer möglich. Sie hängt hauptsächlich von der Knochenqualität des Glenoids, einer vorliegenden glenohumeralen Instabilität, von Rupturen der Rotatorenmanschette und von einer Fehlverwachsung des Tuberculum majus ab. Als gangbare chirurgische Option zur Behandlung einer Lockerung des Glenoids infolge dieser schweren Komplikationen wurde die inverse Schulterarthroplastik vorgeschlagen. Der Humerusschaft musste in 92 % der Fälle für die Exposition des Glenoids und die Konversion entfernt werden. Der Humerus wurde in 14 % zur Entfernung des Stamms geöffnet. Während der Entfernung des Humerusschafts kam es in 11 % zu einer Humerusfraktur, die jeweils osteosynthetisiert werden musste. Während der Vorbereitung des Humerus bzw. der Implantation des Schafts kam es in 5 % zu einem Bruch der humeralen Kortikalis.

Das SMR-System, mit dem sich die Explantation des Humerusschafts und der glenoidalen Metal-back-Basisplatte im Rahmen einer Konversion in eine inverse Arthroplastik erübrigt, reduziert die Inzidenz dieser Komplikationen und erhöht das Potenzial für opti-



Abbildung 6 Röntgenbild in antero-posteriorer Projektion einer inversen SMR-Schultertotalendoprothese. Humeral wurde ein CoCrMo-Liner mit Extension (9 mm) verwendet, glenoidal eine 44 mm PE-Glenosphäre.

male Langzeitergebnisse. Die Ergebnisse einer aktuellen Studie zeigen, dass die Metal-back-Komponente erfolgreich für die Konversion einer anatomischen in eine inverse Schultertotalprothese eingesetzt werden konnte, um Patienten mit nachfolgender Schulterinstabilität oder Rotatorenmanschetten-Insuffizienz zu versorgen, ohne dass eine destruktive Entfernung gut sitzender Humerus- und metallischer Glenoidkomponenten erforderlich war.

Einfluss der Glenosphären-Größe auf glenohumerale Beweglichkeit

Beim Vergleich der konzentrischen 36-mm-Glenosphäre und der konzentrischen 44-mm-Glenosphäre [4] zeigt sich eine mit $88^\circ (\pm 1,3^\circ)$ um 23° größere glenohumerale Beweglichkeit in der Skapulaebene bei der 44 mm Glenosphäre. Ein inferiores Impingement imponierte bei der 36 mm Glenosphäre bei $18^\circ (\pm 1,0^\circ)$ und bei der 44 mm Glenosphäre bei $7^\circ (\pm 1,3^\circ)$. Hieraus resultiert eine um 12° erhöhte Adduktion bei der 44 mm Glenosphäre. Ein superiores Impingement wurde bei der 36 mm Glenosphäre bei $83^\circ (\pm 0,5^\circ)$ und bei der 44 mm Glenosphäre bei $94^\circ (\pm 0,5^\circ)$ eruiert, was einer Erhöhung der Abduktion um 11° bei der 44 mm Glenosphäre entspricht.

Technische Details des SMR-Systems

Materialien

Für die humeralen Komponenten (Schafte, Spacer, Bodies und Adapter), die Metal-back-Glenoid-Basisplatte, die anatomischen humeralen Köpfe und für die 36 mm inversen Glenosphären wird Titan verwendet (Ti6Al4V). Dieses Material eignet sich auch für Patienten mit einer Nickel-Allergie.

Chrom-Cobalt-Molybdän (CoCrMo) wird für die Humerusköpfe, die 36 mm Glenosphäre und die 40 mm und 44 mm Metaphysen-Liner verwendet. Hochvernetztes PE (UHMWPE) findet Verwendung in den 36 mm Metaphysen-Linern und dem zementierten Glenoid.

Die 36-mm-Liner und das PEG-Glenoid bestehen aus Cross-Linked-PE (X-UHMWPE). Für die 44-mm-Glenosphäre wird Cross-Linked-PE (X-UHMWPE) + Titan (Ti6Al4V) verwendet. Der inverse humerale Body ist mit HA (Hydroxylapatit, $40\text{--}70\ \mu\text{m}$) beschichtet, die Metal-back-Baseplatte mit Titan + HA.

Als Primärschaft stehen 3 Versionen zur Verfügung:

- Zementfreier Finnen-Schaft mit 3facher Konizität ($4^\circ\text{--}50\ \text{mm}$, $9^\circ\text{--}20\ \text{mm}$, $4^\circ\text{--}10\ \text{mm}$) und metaphysärer Verankerung (30 mm) bei einer Gesamtlänge von 80 mm. Dieser Schaft ist in 14–25 mm Durchmessern (in mm-Schritten) erhältlich.
- Mini-Schaft mit einer Länge von 60 mm (Durchmesser: 11, 12, 13 mm)
- Zementierter Schaft mit einer Gesamtlänge von 80 mm (Durchmesser: 12–20 mm).

Revisionsschäfte:

- Zementfrei: 150 und 180 mm Länge (Durchmesser 13–16 mm, in mm-Schritten)
- Zementiert: 150, 180, 210 mm Länge (Durchmesser 13, 15 mm)
- Zementiert: 200, 240, 280 mm Länge (Durchmesser 7, 10 mm) modulare Spacer: 40, 60, 90, 120 mm Länge, Zwischenstück 40 mm Länge
- Zementiert, Tumorrevisionsschaft: 50, 80 mm Länge (7, 10 mm Durchmesser) Spacer: 20, 30, 40, 50 mm Länge.

Humorale metaphysäre Bodies:

- Anatomischer Body
- Finnen-Trauma-Body in 3 Längen
- Inverser Body (40 mm Länge)
- Inverser Finnen-Trauma-Body (40 mm Länge)

- Inverser Short-Body (30 mm Länge).
- Anatomischer Kopf:**
- CoCrMo 40–54 mm (in mm-Schritten)
 - Ti6Al4V 42–54 mm (in mm-Schritten)
 - Neutraler Adapter in 0 mm und 3 mm Länge
 - Exzentrische Adapter mit 2, 4, 8 mm Exzentrizität 0 mm und 3 mm Länge
 - CTA-Kopf 42–54 mm (in 4 mm-Schritten).

Inverse Metaphysen-Liner (Abb. 4):

- 36 mm UHMWPE-Liner mit 0, 3 und 6 mm Höhe
- 36 mm UHMWPE-Liner retentiv mit 0, 3 und 6 mm Höhe

- 40 mm und 44 mm CoCrMo-Liner mit -2,5, 0, +2,5 mm Höhe
- 40 mm und 44 mm CoCrMo-Liner lateralisiert in 2 Höhen
- 44er Keramik-Liner
- 9 mm Extensions-Adapter.
- CTA-Kopf-Adapter.

Metal-back-Glenoid-Basisplatte (Abb. 2)

- Verfügbar in 4 Größen: small R (28 mm), small (28 mm), standard (32 mm), large (36 mm)
- Press-fit-Zapfen in 2 Längen: (12,2 mm, 15 mm)
- Verankerung mit 2 (4 bei Large) nicht winkelstabilen 6,5 mm Schrauben (20–40 mm Länge, 5 mm-Schritte).

Glenosphären (Abb. 3):

- 36 mm CoCrMo und Ti6Al4V, neutral und exzentrisch
- 40 mm, 44 mm UHMWPE mit Ti6Al4V neutral, 44 mm mit kaudalem Überhang. OUP

Korrespondenzadresse

OA Dr. med. Thilo Patzer
Schulterchirurgie, Arthroskopie,
Sportorthopädie
Universitätsklinikum Düsseldorf
Orthopädische Klinik
Moorenstraße 1–5, 40225 Düsseldorf
thilo.patzer@med.uni-duesseldorf.de

Literatur

- Melis B, Bonneville N, Neyton L et al.: Glenoid loosening and failure in anatomical total shoulder arthroplasty: is revision with a reverse shoulder arthroplasty a reliable option? *Journal of shoulder and elbow surgery/American Shoulder and Elbow Surgeons* 2012; 21: 342–349
- Castagna A, Randelli M, Garofalo R et al.: Mid-term results of a metal-backed glenoid component in total shoulder replacement. *The Journal of bone and joint surgery British volume* 2010; 92: 1410–1415
- Mohammed K: Polyethylene and metal back glenoids in conventional total shoulder arthroplasty: New Zealand joint replacement registry experience *JBJS Br* 2012; 94-B SUPPL. XXI; 56
- Chou J, Malak SF, Anderson IA et al.: Biomechanical evaluation of different designs of glenospheres in the SMR reverse total shoulder prosthesis: range of motion and risk of scapular notching. *Journal of shoulder and elbow surgery/American Shoulder and Elbow Surgeons* 2009; 18: 354–359
- Martin SD, Zurakowski D, Thornhill TS: Uncemented glenoid component in total shoulder arthroplasty. Survivorship and outcomes. *The Journal of bone and joint surgery American volume* 2005; 87: 1284–1292
- Fox TJ, Cil A, Sperling JW et al.: Survival of the glenoid component in shoulder arthroplasty. *Journal of shoulder and elbow surgery/American Shoulder and Elbow Surgeons* 2009; 18: 859–863
- Boileau P, Avidor C, Krishnan SG et al.: Cemented polyethylene versus uncemented metal-backed glenoid components in total shoulder arthroplasty: a prospective, double-blind, randomized study. *Journal of shoulder and elbow surgery/American Shoulder and Elbow Surgeons* 2002; 11: 351–359
- Wallace AL, Phillips RL, MacDougal GA et al.: Resurfacing of the glenoid in total shoulder arthroplasty. A comparison, at a mean of five years, of prostheses inserted with and without cement. *The Journal of bone and joint surgery American volume* 1999; 81: 510–518
- Cofield RH: Uncemented total shoulder arthroplasty. A review. *Clinical orthopaedics and related research* 1994: 86–93
- Szabo I, Buscayret F, Edwards TB et al.: Radiographic comparison of flat-back and convex-back glenoid components in total shoulder arthroplasty. *Journal of shoulder and elbow surgery/American Shoulder and Elbow Surgeons* 2005; 14: 636–642
- Anglin C, Wyss UP, Pichora DR: Mechanical testing of shoulder prostheses and recommendations for glenoid design. *Journal of shoulder and elbow surgery / American Shoulder and Elbow Surgeons* 2000; 9: 323–331
- Nho SJ, Ala OL, Dodson CC et al.: Comparison of conforming and nonconforming retrieved glenoid components. *Journal of shoulder and elbow surgery / American Shoulder and Elbow Surgeons* 2008; 17: 914–920
- Walch G, Edwards TB, Boulahia A et al.: The influence of glenohumeral prosthetic mismatch on glenoid radiolucent lines: results of a multicenter study. *The Journal of bone and joint surgery American volume* 2002; 84-A: 2186–2191
- Young AA, Walch G, Pape G et al.: Secondary rotator cuff dysfunction following total shoulder arthroplasty for primary glenohumeral osteoarthritis: results of a multicenter study with more than five years of follow-up. *The Journal of bone and joint surgery American volume* 2012; 94: 685–693
- Levigne C, Boileau P, Favard L et al.: Scapular notching in reverse shoulder arthroplasty. *Journal of shoulder and elbow surgery/American Shoulder and Elbow Surgeons* 2008; 17: 925–935
- Nyffeler RW, Werner CM, Simmen BR et al.: Analysis of a retrieved delta III total shoulder prosthesis. *The Journal of bone and joint surgery British volume* 2004; 86: 1187–1191
- 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. Results of a multicenter study of 80 shoulders. *The Journal of bone and joint surgery British Volume* 2004; 86: 388–395
- Boughebra O, Duparc F, Adamb JM, Valentic P: Arthroscopic dynamic analysis of scapular notching in reverse shoulder arthroplasty. *Orthopaedics & Traumatology, Surgery & Research* 2011; 97: 779–784
- Levigne C, Garret J, Boileau P et al.: Scapular notching in reverse shoulder arthroplasty: is it important to avoid it and how? *Clinical orthopaedics and related research* 2011; 469: 2512–2520