

Oberflächenersatz am Hüftgelenk

6-Jahres-Erfahrungen mit der dritten Generation

M. Menge



Einführung:

Für das Kniegelenk steht es außer Frage: Der Ersatz der erkrankten Knorpelflächen durch anatomisch angepasste Oberflächenimplantate hat sich durchgesetzt; sog. „Stielknie“ mit diaphysärer Verankerung und mehr oder minder starrer Kopplung der Komponenten bleiben heute vornehmlich der Revisionsoperation vorbehalten.

Am Hüftgelenk konnten die Oberflächenersatzprothesen bisher nicht überzeugen. Die Versagensrate, sei es durch unzuverlässige Fixation der Implantate am Knochen oder an Abriebproblemen bei mechanisch zu wenig stabilen Komponenten, z.B. bei der nur 4 mm starken Polyäthylenpfanne der Kappenprothesen mit Hart-Weich-Paarungen, lag auch für ein „Interimsimplantat“ bisher viel zu hoch. Die „Polyäthylenkrankheit“, also die mittelbare oder unmittelbare Schä-

digung der knöchernen Prothesenlager durch Polyäthylenabrieb führten zur Rückbesinnung auf die Metall-Metall-Paarungen der 70-er Jahre, die zum einen wegen physikalischer Probleme einzelner Modelle, zum anderen jedoch wegen der mittelfristig hervorragenden Ergebnisse der „low friction arthroplasty“ der Hart-Weich-Paarungen verlassen worden sind. Die Ergebnisse der McKee-Farrar-Prothesen (August et al. 1986) und die Wiederkehr der Metall-Metall-Paarung in Form der Metasul-Gelenke (Weber 1992) veranlassten Derek McMinn, die Neuauflage der Oberflächenprothesen, wie sie von Freeman, Wagner und anderen Autoren angegeben wurden, mit einer Paarung von Implantaten aus einer CoCr-Legierung zu versuchen: Die ersten Versuche verliefen erfolgversprechend, so dass die McMinn-Hüfte zunächst in England, dann aber auch im Commonwealth und in Europa zunehmend eingesetzt wurde (McMinn et al. 1996). Den ersten Implantaten der Firmen Corin (McMinn-Hüfte bzw. später Cormet 2000, Bild oben) und Midland Medical Technology (BHR = Birmingham Hip Resurfacing) folgten in den nächsten Jahren eine Reihe sehr ähnlicher Implantate. Amstutz (1996) ergänzte seine Kappenprothese um eine Metallpfanne (Conserve plus), die Firmen Sulzer (Durom), Biomet (Recap), DePuy (ASR) und ESKA stellten eigene Entwicklungen vor. Allen Implantaten ist die Metall-Metall-Paarung einer CoCr-Legierung gemein, wobei im Einzelnen über Details, wie der Form der für die Oberflächenhärte notwendigen Karbide, die Weite des Gelenkspaltes (Radiusdifferenz von Kopf und Pfanne = Clearance), die Dicke der notwendigen Zementschicht an der Kappe oder Form und Größe des Stiels in der Kappe diskutiert wird. Die Pfannenimplantation erfolgt bei allen Produkten zementfrei, die Kappe wird in der Regel zementiert, da bereits McMinn zu Anfang seiner Versuche die zementfreie Kappenimplantation als zu unsicher befunden hatte.

Von den Autoren werden die Kappenprothesen als langlebige Alternativen für jüngere Patienten beworben, erfolgreiche Judoka und Langläufer dienen als Werbeträger für eine „sportlich belastbare“ Hüftprothese. Die veröffentlichten hohen Erfolgsraten von bis zu 99,8% (Daniel et al. 2004, Amstutz et al. 2004) innerhalb der ersten acht Jahre, das knochen sparende Design und das Versprechen der Wiederherstellung der sportlichen Leistungsfähigkeit weckten das Interesse bei den betroffenen Patienten, so dass sich vor allem im Internet auf entsprechenden Foren eine rege Diskussion entwickelte. Probleme, wie etwa die Gefahr einer Schenkelhalsfraktur, wurden von den Autoren, trotz entsprechender Erfahrungen aus den 70-er Jahren, nur als mögliche Rarität eingeräumt und die erste größere Statistik der BHR-Anwender 2003 nennt nur 0,83% Revisionen für die ersten 22.269 Implantationen (Band 2003). In 57% dieser Revisionen war eine Schenkelhalsfraktur Ursache der Nachoperation. Andere Gründe, wie Pfannenlockerungen, Infektionen oder Hüftkopfnekrosen unter der Kappe wären demnach extrem selten.

In Europa war und ist die Erinnerung an die Problematik der Erfolge der Wagner- bzw. der Freeman-Kappenprothesen noch wach und die Mehrzahl der Hüftchirurgen haben aufgrund dieser Erfahrungen und auch wegen der als überschwänglich empfundenen Erfolgsmeldungen der Autoren dieser neuen Implantate noch erhebliche Vorbehalte gegen den Oberflächenersatz. Hinzu kommt der hohe Preis der Kappenprothesen, der die Vorgaben der Fallpauschalen bzw. der DRG's bedeutend übersteigt.

Unsere eigenen Erfahrungen mit verschiedenen Hüftprothesen bei Patienten unter einem Alter von 65 Jahren sind unterschiedlich (Maaz und Menge 1985). Selbst die bei uns bewährte Druckscheibenprothese nach Huggler und Jacob weist bei erfahrenen Operateuren eine Revisionsrate wegen unzureichender knöcherner Integration von etwa 3% auf und die Rehabilitationsdauer bis zum Erreichen eines Harris-Score von 90 Punkten ist mit zwei bis drei Jahren sehr lang. Die sonst empfohlenen zementfreien Schaftprothesen scheinen den verschiedenen Publikationen nach eine deutlich bessere Standfestigkeit in situ aufzuweisen, sind im klinischen Ergebnis hinsichtlich „Komfort“ und Funktion jedoch deutlich schlechter als die zementierten Hüftsysteme, was aus den selten mitgeteiltem klinischen Ergebnis, etwa dem Harris-Score, aber auch aus den Daten der Schwedenstudie erkennbar wird (Herberts 2003). Wir haben daher 1999 in sorgfältig ausgewählten Fällen mit dem Oberflächenersatz nach McMinn begonnen, die ersten 215 Fälle in einer klinischen prospektiven Studie verfolgt und die 4-Jahres-Ergebnisse bereits veröffentlicht (Menge 2003). Inzwischen haben wir über 950 Kappenprothesen der Typen BHR, Cormet 2000, Durom, ASR, Bionik und Icon implantiert und an dieser Stelle soll nun ein Überblick über die Risiken und Resultate aus unserer Erfahrung gegeben werden.

Indikation und Op-Technik

Das Fehlen unabhängiger Studien über ausreichend lange Verläufe führt zwangsläufig zur Einschränkung auf Indikationen, die mit anderen Verfahren nicht ausreichend sicher und langfristig endoprothetisch versorgt werden können, also auf Patienten unter 65 Jahren, die aufgrund ihrer Lebenserwartung mit hoher Wahrscheinlichkeit nach Versorgung mit den herkömmlichen Implantaten eine Revision erleben werden. Voraussetzung ist weiterhin eine „akzeptable“ knöcherne Struktur des Schenkelhalses und des Hüftkopfes, größere strukturelle Defekte verschlechtern die Prognose mit hoher Wahrscheinlichkeit. Aufgrund der Belastung des Organismus mit Metallabrieb wird bei Niereninsuffizienz von einer Metall-Metall-Paarung generell abgeraten. Metallallergien werden unterschiedlich beurteilt, nach unseren Erfahrungen stellt eine kutane Co- oder Cr-Allergie keine Kontraindikation für Metall-Metall-Paarungen dar. Der Metallabrieb und die erhöhten Metallspiegel von Kobalt und Chrom werden noch kontrovers diskutiert (s. Tharani et al. 2001, Davies et al. 2005, Menge 2004). Solange keine anderen Gleitpaarungen für den Oberflächenersatz zur Verfügung stehen, wird man bei entsprechender Indikation mit dem Gedanken an eine sehr geringe Möglichkeit eines Risikos leben müssen.

Der operative Zugang zum Gelenk erfolgt in der Regel über einen dorsalen oder lateralen Zugang. Für beide Zugänge ist die operative Schwierigkeit deutlich höher als bei der Standardprothetik, da der Hüftkopf belassen wird und auch nach der Verkleinerung durch die Präparation den Zugang zur Pfanne wesentlich erschwert. In der „medium-invasiven“ Technik wird bei dorsalem Zugang (Abbildung rechts) und Achsorientierung am Schenkelhals ein Zugang zwischen 8 und 15 cm, je nach Kontraktur und subkutaner Gewebisdicke, beim lateralen Zugang zwischen 12 und 20 cm benötigt. Die Operationsdauer ist ebenfalls verlängert, was für die Klinik neben den hohen Einstandspreisen der Implantate auch einen erhöhten Personalaufwand bedeutet.



Wesentlich für die Wahl der Implantatgrößen ist der Durchmesser des Azetabulums: Eine, für den Hüftkopf günstigere, großzügige Erweiterung ist wegen der unterschiedlich dünnen dorsalen Pfannenwandung (Abb. links) nicht möglich, weiterhin steht im Langzeitverlauf auch die Pfannenlockerung mit möglicherweise notwendig werdender Revision mit im Vordergrund der Überlegungen zur Planung des Erhalts der Gehfähigkeit im weiteren Leben. Daher muss sich die Wahl der Kappengröße nach dem minimal notwendigen Pfannenimplantat richten, das wiederum die Größe der Kappe bestimmt.

Bei der Operation wird zunächst der Kopf zubereitet, wobei die Kappe im Verhältnis zum Schenkelhalswinkel neutral bis leicht valgisch ausgerichtet werden soll. Eine Einkerbung des Schenkelhalses ist möglichst zu vermeiden, um nicht durch eine zusätzliche Kortikalisverletzung eine Schenkelhalsfraktur zu erleichtern. Die mechanische Stabilität des Kopf-Hals-Übergangs wird durch die zylindrische Verkleinerung des Kopfes messbar beeinträchtigt (s. Mardones et al. 2005) und die spannungsoptisch und rechnerisch beobachteten Spannungsspitzen konzentrieren sich auf die Grenzregion zwischen Fräsgrenze und Kappenöffnung.

Bei der auf die Präparation des Hüftkopfes folgende Pfannenpositionierung ist wegen des relativ geringen Bewegungsumfanges eines Oberflächenersatzes ein steilerer Pfanneneingangswinkel und eine physiologische Anteversion anzustreben, um ein späteres Impingement zwischen natürlichem Schenkelhals und Pfannenrand bei der Beugung und Innendrehung zu vermeiden. Nach der Implantation der Pfanne wird die Kappe auf den Kopf aufzementiert, wobei darauf zu achten ist, dass sie bis auf die gefräste Kopfgröße heruntergetrieben wird, da die Frakturgefahr durch Verlängerung des Schenkelhalses erhöht wird. DIE Abbildung zeigt einen Oberflächenersatz im Röntgenbild. Durch die unvermeidbaren mechanischen Operationschritte, wie Fräsen und Aufschlagen der Kappe, werden die spongiösen Strukturen des Kopfes und des Schenkelhalses deutlich belastet, Mikrofrakturen der trabekulären Trajektorien sind also zu vermuten. Daneben ist zu bedenken, dass der zentralen Bohrung ebenfalls tragende Strukturen im proximalen Femur geopfert werden müssen.



Die Nachbehandlung soll den operativen Stress auf das Femur berücksichtigen: Aufgrund der genannten Belastungen und der in den ersten Wochen noch insuffizienten Funktion der pelvitrochantären Muskulatur können Biegebelastungen durch reflektorische Muskelanspannung noch nicht kompensiert werden. Ein Krafttraining mit hoher Belastung bzw. hoher Wiederholungsrate oder Übungen am langen Hebel sollten für die ersten sechs Wochen unterbleiben. Ansonsten folgt die Nachbehandlung den üblichen Regime: Aufstehen nach Vermögen, ab 2. Tag Drei-Punkte-, ab 4. bis 5.

Tag Vier-Punkte-Gang, Treppensteigen kann nach Heilungsfortschritt ab dem 5. Tag geübt werden, bei ausreichender Sicherheit ist die Entlassung der in der Regel jüngeren Patienten bereits vor Fadenzug problemlos möglich.

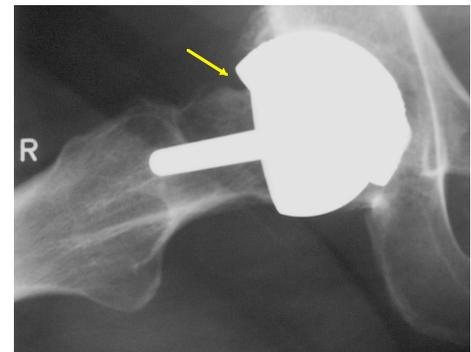
Komplikationen:



Unsere überaus positive Grundstimmung zu Beginn der ersten 140 Kappenoperationen 1999 wurde bald durch unerwartete Komplikationen getrübt: Die bedeutendste war mit 2,8% die Schenkelhalsfraktur in der frühen postoperativen Phase (Abb. links).

Unerklärlich waren auch belastungs- und bewegungsabhängige Leistenschmerzen in etwa 4%, die sich bei genauerer Untersuchung als Impingement-Syndrom (Abb. rechts) bei zu geringer Anteversion der Pfanne, zum Teil auch als Pfannenrand-Syndrom mit Irritation den ventralen Weichteilen am harten Pfannenrand deuten ließen. Insgesamt haben wir (im gesamten Kollektiv) viermal eine Pfannenumsetzung durchführen

müssen, wobei sich die Pfanne erfreulicherweise relativ leicht entfernen ließ. In allen Fällen konnten wir nach Anfrischen des Azetabulums eine Pfanne der gleichen Größe unter vermehrter Anteversion erfolgreich implantieren.



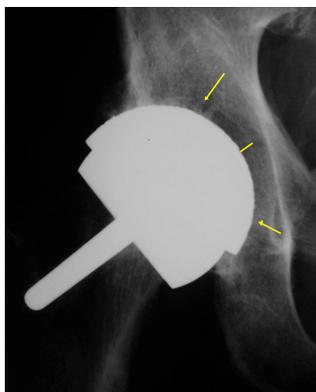
Zwei Patienten klagten über ein rezidivierendes „Rubbeln“ oder „Klicken“ bei bestimmten Bewegungen, das wir als Folge einer unzureichenden Schmierung deuteten. Völlig überraschend war bei 2,8% unserer Patienten ein meist nur kurz anhaltendes Quietschen im Gelenk, das in der Mehrzahl der Fälle nach 3 bis vier Monaten bei langsamen Bewegungen unter Last, z.B. beim Treppensteigen, in einem Fall aber auch beim Eishockey (!) auftrat. Gedeutet haben wir das „Syndrom des trockenen Gelenkes“ als unzureichende Schmierung im Gelenkspalt nach Abklingen der entzündlichen Reaktionen, also den Verlust der schmierenden Exsudationen und Bildung einer neuen Kapsel während der Einlaufphase mit Trennung des Gelenkes vom Lymphzustrom.

Eine Lockerung der Kappe durch nekrotische Reaktionen im Hüftkopf trat zweimal auf (1,4%), in beiden Fällen wurde das Problem mit einem anderen Hüftschaff und zur Pfanne passendem Modularkopf gelöst.

Eine postoperative Luxation nach dorsal trat im Kollektiv der von dorsal operierten Gelenken nur bei einer hypermobilen Patientin auf, die am zweiten Tag schon über 90° beugen konnte und bei der die korrekte Pfannenanteversion nicht erreicht wurde. Wir achten seither auf die korrekte Refixation der kurzen Außendreher (m. piriformis, mm. gemelli und m. obturatorius ext.) beim Verschluss der Wunde und begrenzen die Beugung in den ersten beiden Wochen auf 90°. Bei lateralem Zugang scheint die Luxationshäufigkeit (nach ventral) geringfügig höher als beim dorsalen Zugang.

Im Vergleich der beiden genannten Zugänge ergeben sich hinsichtlich der Frührehabilitation eher Vorteile für den dorsalen Zugang, der insgesamt weniger traumatisch erscheint als der laterale. So ist z.B. der Transfusionsbedarf beim dorsalen geringer als nach lateralem Zugang. Nach einem viertel Jahr haben wir keine Unterschiede im klinischen Ergebnis erarbeiten können, so dass letztlich die Empfehlung gegeben werden kann, zur Sicherheit der Orientierung den gewohnten Zugang weiter zu verwenden.

In zwei Fällen des Gesamtkollektives wurden Revisionen wegen persistierender Schmerzen im Gelenk notwendig, wobei die histologische Untersuchung der Kapsel lymphozytäre Infiltrationen als ungewöhnlichen Befund ergab. Eine allergische Reaktion auf Kobalt oder Chrom (RAST) konnte serologisch jedoch nicht nachgewiesen werden. Ähnliche Reaktionen wurden auch von anderen Metall-Metall-Paarungen berichtet (Davies et al. 2005).



Ein Problem bereitet häufig die Platzierung der Pfanne im Azetabulum. So konnte in einigen Fällen die Pfanne nicht bis in den Grund des gefrästen Lagers eingebracht werde. Aufgrund der äquatorialen Klemmung saß die Pfanne unverrückbar in der Pfanneneingangsebene fest. In der Folge kam es meist zur partiellen trabekulären Überbrückung des Spaltes in der Tiefe (Abb. links), ein Nachsintern mit sekundärer Verfestigung in der Tiefe haben wir nur einmal nachweisen können.

In zwei Fällen haben wir Fissuren im Azetabulum beobachtet, die durch die notwendige Krafteinwirkung beim Eintreiben der Pfanne entstanden sind. In beiden Fällen heilten die Fissuren ohne besondere Maßnahmen folgenlos aus. Bei entsprechend festen Strukturen im Pfannenlager empfiehlt es sich daher, den letzten Fräsvorgang mit nur einem Millimeter Differenz zum Pfannendurchmesser durchzuführen.

Pfannenlockerungen traten im ersten Jahr zwar auf, aber nur bei dysplastischen Pfannen, die das Implantat nicht voll umfassten. Für Dysplasi-coxarthrosen stehen für die BHR und die Cormet 2000 spezielle Pfannen mit der Möglichkeit der zusätzlichen Fixation durch Stützschrauben zur Verfügung, allerdings fehlen speziell angepasste Rechts- und Linksversionen, so dass diese Pfannen nicht in der wünschenswerten Anteversion eingebracht werden können, da die Schrauben bei den dysplastischen Pfannenanlagen ansonsten das Ileum nicht mehr erreichen.

Die eigenen Erfahrungen haben in der Folge Auswirkungen auf Indikation, Operationstechnik und Nachbehandlung gezeitigt. So versuchen wir, durch nur minimale Weichteilablösungen vom Schenkelhals insbesondere dorsal die Durchblutung des Hüftkopfes so gering wie möglich zu stören, der traumatische Stress auf den Schenkelhals wird durch leichtes Überfräsen des Hüftkopfes und Verwendung von niedrigviskösen Zement bei Prothesen mit enger Passung zwischen Fräse und Innendurchmesser der Kappe (BHR, Cormet 2000, Icon) gemindert. Die postoperativen Besonderheiten der Rehabilitation bei Kappenprothesen wurden schon erwähnt.

Ergebnisse:

Den perioperativen Problemen stehen die ausnehmend positiven klinischen Ergebnisse in der überwiegenden Mehrzahl der Patienten gegenüber. Die Rehabilitation verlief überraschend schnell und der Harris-Score des prospektiv kontrollierten Kollektivs der ersten 215 Hüften erreichte bereits nach 6 Monaten 90 Punkte (Abb. rechts). Diskutiert wird immer wieder der bessere Erhalt der Tiefensensibilität des Gelenkes durch Erhalt der anatomischen Strukturen des proximalen Femur. Viele Patienten konnten nicht nur die vorherige berufliche Tätigkeit wieder aufnehmen, sondern wurden in ihrer angestammten Sportart wieder leistungsfähig. Selbst Sportarten, von denen nach den Standardprothesen wegen der Luxationsgefahr abgeraten wird, wie z. B. Springreiten, konnten wieder problemlos ausgeübt werden.



Zusammenfassung und Ausblick

Nach über 950 implantierten Kappenprothesen in den letzten sechs Jahren haben wir, abweichend von den optimistischen Darstellungen der Hersteller der Implantate, doch ein Spektrum von Risiken aufzeigen können. Größtes Risiko

ist wohl die postoperative Schenkelhalsfraktur als Folge der operationstechnisch bedingten Schwächung des Kopf-Hals-Übergangs des Femur. Beidseitige Operationen in einer Sitzung sollten daher möglichst vermieden werden: Murray berichtete auf dem 2. Internationalem BHR-Symposium über eine Frakturrate von über 12% bei beidseitiger Operation in Seitenlage, wobei die Fraktur in der Regel die erstoperierte Seite betraf. Hüftkopfnekrosen traten in unserem Gesamtkollektiv insgesamt neunmal (0,9%) nach einem mittleren Zeitintervall von 22 Monaten auf, wobei einige Fälle sicher auf die zugrunde liegende Hüftkopfnekrose als primäre Diagnose zurückzuführen sind. Erfahrungen aus Asien, wo Hüftkopfnekrosen Hauptindikation für den Oberflächenersatz darstellen und wo, allerdings bei kleinen Kollektiven und kürzeren Nachbeobachtungszeiten, sekundäre Lockerungen durch knöchernes Versagen innerhalb der Kappe angeblich nicht in nennenswerter Zahl aufgetreten sind, lassen wiederum den mechanischen Faktor der hohen Belastung durch das bei uns in der Regel wesentlich höhere Körpergewicht als Teilursache vermuten. Wir können allerdings noch keine Empfehlung aussprechen, übergewichtige Patienten von der Kappenversorgung auszuschließen.

Alle Patienten, die einen Oberflächenersatz wünschen, sollten darauf hingewiesen werden, dass die Größe des Azetabulums die Größe der Prothesen bestimmt und dadurch eine für einen großen Bewegungsumfang wünschenswerte Kappengröße nicht immer erreicht werden kann. Schließt der Kappenrand eng mit dem Schenkelhals ab, wird durch den Anschlag des Schenkelhalses am Pfannenrand der Bewegungsumfang auf 90° begrenzt. Auch wenn der physikalisch nutzbare Bewegungsumfang bei der Operation durch geeignete Platzierung der Pfanne für die physiologischen Anforderungen soweit wie möglich optimiert wird, ist eine volle Bewegungsfreiheit nicht zu garantieren. Ziel der Versorgung mit einer Oberflächenprothese am Hüftgelenk ist die schmerzfreie Gehfähigkeit und nicht die häufig gewünschte Sportfähigkeit.

Unsere Erfahrungen über sechs Jahre reichen nicht aus, den Einsatz der Oberflächenprothesen generell zu empfehlen. Im Einzelfall soll unter Würdigung des Lebensalters, des Aktivitätsniveaus und der Akzeptanz des Patienten, neben den typischen Risiken des Hüftersatzes die zusätzlichen Risiken des Oberflächenersatzes zu tragen. Eine Tendenz zur Lockerung der Implantate mit der Zeit konnte bisher nicht festgestellt werden, so dass sich die Problematik der Wagner-Kappen entweder gar nicht oder nur sehr verzögert wiederholen könnte. Der ursprünglich angestrebte Zeitgewinn bis zum Erreichen des „prothesenfähigen Alters“ scheint also Realität zu werden, die Frage, wie lange die Versorgung mit einer Metall-Metall-Oberflächenprothese im Hüftgelenk funktioniert, kann erst in der Zukunft beantwortet werden.

Literatur:

Amstutz HC, P Grigoris: Metal-on-Metal Bearings in Hip Arthroplasty. Clin Orthop 1996, 329S, S11-S34

Amstutz HC, PE Beaulé, FJ Dorey, MJ Le Duff, A Campbell, TA Gruen: Metal-on-Metal Hybrid Surface Arthroplasty: Two to Six-Year Follow-Up Study. JBJS 86-A, 2004, 28-39

August AC, CH Aldam, PB Pynsent: The McKee-Farrar Hip Arthroplasty. JBJS 68-B, 1986, 520-7

Band T: Microstructure and Metallurgy for Metal-on-Metal Bearings. The International Resurfacing Forum, 2003, June 13th –15th, Malaga

Daniel J, PB Pynsent, DJW McMinn: Metal-on-metal resurfacing of the hip in patients under the age of 55 years with osteoarthritis. JBJS 86-B, 2004, 177-84

Davies, AP, HG Willert, PA Campbell, ID Learmonth, CP Case: An Unusual Lymphocytic Perivascular Infiltration in Tissues Around Contemporary Metal-on-Metal Joint Replacements. JBJS 87-A, 2005, 18-27

Herberts P, H Malchau, G Garrelick: Annual Report. www.jru.orthop.gu.se

Maaz B, M Menge: Aktuelle Probleme der zementfreien Hüftendoprothetik. Symposiumsband, Thieme-Verlag, Stuttgart, 1985

- Mardones RM, C Gonzales, Q Chen, M Zobitz, KR Kaufmann, RT Trousdale: Surgical Treatment of Femuroacetabular Impingement: Evaluation of the Effect of the Size of the Resection. JBJS 87-A, 2005, 273-9
- McMinn D, R Treacy, K Lin, P Pynsent: Metal-on-Metal Surface Replacement of the hip. Clin Orthop 1996, 89-98
- Menge M.: Aktueller Stand der Hüftendoprothetik mit proximalen knochensparenden Alloplastiken. Orthop. Praxis 39, 555-563, 2003
- Menge M.: Metal-on-Metal in Resurfacing Arthroplasty: Risks or Benefits? In: JY Lazennec, M Dietrich (ed.): Bioceramics in Joint Arthroplasty. 9th Biolog Symposium, Proceedings. Steinkopff, 2004, 111-117
- Tharani R, FJ Dorey, TP Schmalzried: The Risk of Cancer Following Total Hip or Knee Arthroplasty. JBJS 83-A, 2001, 774-80
- Weber BG : Metall-Metall-Totalprothese des Hüftgelenkes: Zurück in die Zukunft. Z Orthop 130, 1992, 306-309