

Tratamiento quirúrgico de la osteoartritis en la cadera: actualidades en artroplastia total de cadera

Víctor M. Ilizaliturri Sánchez, Gerardo Mangino Pariente y Javier Camacho Galindo

División de Reconstrucción Articular de Cadera y Rodilla. Instituto Nacional de Rehabilitación. México DF. México.

La artroplastia total de cadera es uno de los procedimientos quirúrgicos más exitosos en cirugía ortopédica. Hay dos técnicas para la fijación de implantes protésicos en la cadera: la cementada y la no cementada. La combinación de ambas se denomina híbrida. De la estabilidad de los implantes al hueso depende la duración del implante. El desgaste de las superficies articulares es la principal limitación a la durabilidad de los implantes estables. El desgaste del polietileno del acetábulo genera partículas que acceden a las interfaces implante-hueso o hueso-cemento-implante y generan inflamación, osteólisis y aflojamiento. Existen polietilenos mejorados con más resistencia al desgaste y articulaciones sin polietileno (duro en duro) para disminuir el desgaste. Los accesos quirúrgicos de mínima invasión limitan la lesión de los tejidos blandos y facilitan una mejor y más rápida recuperación.

Palabras clave: Osteoartritis de cadera. Artroplastia total. Cirugía ortopédica.

Surgical Treatment of Hip Osteoarthritis: Update in Total Hip Arthroplasty

Total hip replacement is one of the most successful procedures in orthopaedic surgery. There are two different technologies for implant fixation in total hip replacement: cemented and cementless, both can be combined, which is called Hybrid arthroplasty. Long term implant stability results in long term function. The most important factor that limits longevity of well-fixed implants is the wear of the articular surfaces. Wear of the polyethylene from the acetabulum generates particles that access the implant bone or the implant-cement-bone interface. This produces an inflammatory reaction,

osteolysis and implant loosening. Polyethylene of higher resistance to wear and prosthetic articulations without polyethylene (hard on hard bearings), have been introduced to improve wear particle generation. Minimally invasive surgical techniques minimize surgical trauma to sort tissue around the hip joint, facilitating a better and more rapid recovery.

Key words: Hip arthritis. Total hip replacement. Orthopaedic surgery.

Introducción

La artroplastia total de cadera ha entrado en su cuarta década de historia habiendo probado ser uno de los procedimientos más efectivos para mejorar la calidad de vida de pacientes con osteoartritis en la cadera. Comúnmente se trata de pacientes con afección monoarticular a quienes el reemplazo total de cadera proporciona una mejoría radical de los síntomas y les permite regresar sin restricciones a las actividades cotidianas¹⁻³. Es importante considerar que en el caso de los reemplazos articulares dicha mejoría debe ser duradera, idealmente para toda la vida⁴. Hay dos aspectos fundamentales que determinan la durabilidad de una artroplastia total de cadera: la capacidad de fijación de los implantes al hueso y la duración del par articular protésico.

Hay aspectos técnicos fundamentales que han evolucionado: la fijación de los implantes, la superficie articular y el abordaje quirúrgico.

Para lograr una fijación exitosa y duradera de los implantes al hueso, es necesaria una metódica y adecuada técnica quirúrgica. Existen dos métodos distintos para la fijación a largo plazo de los implantes: la fijación cementada y la fijación no cementada. La combinación de ambas se denomina fijación híbrida (comúnmente acetábulo no cementado y componente femoral cementado)^{5,6}.

El incremento en la expectativa de vida después del reemplazo total de cadera⁴ y el incremento de actividad física de los pacientes sometidos a dicho procedimiento⁷ han estimulado el desarrollo de articulaciones alternati-

Correspondencia: Dr. V.M. Ilizaliturri Sánchez.
Avda. México-Xochimilco, 289. Col. Arenal de Guadalupe. Ciudad de México.
14389 México.
Correo electrónico: vichip2002@yahoo.com.mx

vas para incrementar la duración de los implantes⁸. Otra área de reciente desarrollo es el uso de incisiones de menor extensión o la llamada técnica mínimamente invasiva⁹.

Fijación de implantes protésicos en la cadera

Artroplastia total de cadera cementada

Gracias a la técnica de cementación, la artroplastia total de cadera se convirtió en un procedimiento seguro y reproducible. Actualmente hay resultados a largo plazo de diseños tradicionales como la prótesis de Charnley^{10,11}. En el caso de la fijación del implante femoral (vástago), cuando se logra un manto de cemento adecuado, se puede obtener resultados con permanencia del implante de hasta el 90% a 20 años¹². Se considera que el manto de cemento es adecuado cuando envuelve con un espesor de 1,5-2 mm el implante femoral dentro del canal sin grietas o defectos de llenado en la interfaz cemento-hueso, cemento-implante o en su espesor. El manto de cemento debe de situarse hasta 1 cm por debajo de la punta del implante femoral¹³. Para lograr un adecuado manto de cemento, la técnica de cementación debe ser adecuada y precisa; lo más importante: oclusión o taponamiento del canal femoral aproximadamente 1 cm por debajo de la posición de la punta del implante femoral; presurización del cemento dentro del canal femoral, e introducción del vástago femoral en el centro del canal presurizado¹². Si no se ocluye efectivamente el canal, lo que ocurre es el libre flujo del cemento distal que resulta en un inadecuado manto de cemento, con excesiva migración distal. Para la oclusión del canal se han utilizado tapones óseos tomados del fragmento de la cabeza y preferentemente los tapones artificiales¹⁴. De ellos hay dos tipos: los materiales absorbibles y los no absorbibles (polietileno). La adecuada presurización del canal depende de la efectividad del tapón distal para contener el cemento a presión en el fémur proximal sin presentar migración distal. Nosotros realizamos un estudio comparativo entre tapones absorbibles y tapones de polietileno, y se obtuvo mantos de cemento de mejor calidad con los tapones de polietileno¹⁵. Una vez ocluido el canal, se debe verificar que esté seco, sin sangre o coágulos, lo que se logra con un lavado agresivo, preferentemente con dispositivos de lavado pulsátiles¹². Con el canal en condiciones adecuadas, se introduce el cemento utilizando una pistola de presurización que permite aplicar el cemento a presión y de forma retrógrada¹². Finalmente, se introduce el vástago femoral en el canal presurizado con cemento. Los implantes modernos cuentan con dispositivos centradores para asegurar que su posición final sea en el centro del manto de cemento¹⁶. Para el adecuado funcionamiento de las copas acetabulares cementadas, se debe lograr un manto de ce-

mento sin defectos alrededor del implante de 1,5-2 mm de espesor. Al igual que para la colocación de los implantes femorales, se debe obtener una superficie ósea seca y sin coágulos en el acetábulo para la adecuada fijación del cemento. Los implantes acetabulares cementados cuentan con espaciadores para lograr un manto homogéneo alrededor de ellos¹⁷.

Artroplastia total de cadera no cementada

Recientemente varios autores han considerado los vástagos femorales de titanio con recubrimiento poroso proximal con forma acuñada el estándar de la artroplastia total de cadera¹⁸⁻²¹. La estabilidad inicial de dichos implantes depende de la colocación ajustada dentro del canal medular proximal del fémur, y a largo plazo se estabilizan mediante el crecimiento de hueso en la superficie porosa o texturizada del implante (osteointegración). Parvizi et al¹⁸ publicaron una tasa de permanencia del 99,1% con el vástago Taperlock (Biomet, Warsaw, Indiana, Estados Unidos) en 129 caderas de pacientes con un promedio de edad de 60 años y seguimiento promedio de 11 años. McLaughlin et al¹⁹ comunicaron 108 artroplastias con vástagos Taperlock en pacientes menores de 50 (media, 37) años y un seguimiento promedio de 10,2 años, 100% de seguimiento y 100% de permanencia de los componentes femorales. Bourne et al²⁰ publicaron 307 vástagos no cementados Mallory-Head (Biomet, Warsaw, Indiana, Estados Unidos) en pacientes con un promedio de edad de 64 años, seguimiento de 10 a 13 años y permanencia de 100% para aflojamiento aséptico. Park et al²¹ comunicaron 76 implantes de cadera en pacientes con edad promedio de 50 años utilizando el vástago Mallory-Head, con un seguimiento promedio de 10,1 años y permanencia del 97,3%.

Las copas hemisféricas acetabulares no cementadas con recubrimiento texturizado de titanio están consideradas el estándar actual para la reconstrucción del acetábulo en artroplastia total de cadera. Dichas copas dependen de una colocación ajustada en el hueso acetabular para su estabilidad inicial. La estabilidad inicial se puede incrementar utilizando tornillos, pernos o aletas. La estabilidad a largo plazo del implante depende de la osteointegración²². Tanto los implantes femorales como los acetabulares son considerados de estabilidad biológica y ambos dependen de una adecuada salud ósea del paciente para lograr estabilidad a largo plazo, por lo que en general se prefiere utilizar implantes cementados para pacientes ancianos o que presentan alguna condición que pudiera comprometer la capacidad biológica para la estabilización de implantes no cementados (diabetes mellitus, artritis reumatoide, lupus eritematoso sistémico, etc.)²³. También se ha demostrado que es posible realizar artroplastia total de cadera no cementada en pacien-

tes ancianos de manera reproducible y segura^{24,25}. En el caso de las enfermedades reumáticas, recientemente se han utilizado igualmente diseños no cementados, con resultados adecuados a mediano plazo^{26,27}.

La técnica para la colocación de los implantes femorales no cementados es más sencilla que con los implantes cementados, razón por la cual muchos cirujanos, principalmente en Estados Unidos, favorecen el uso de implantes femorales no cementados. Una de las razones por las que típicamente se solicita implantes cementados para pacientes ancianos, cuya expectativa de vida es menor, es el costo de los implantes. Tradicionalmente se ha tenido la percepción de que los implantes cementados son de menor costo que los no cementados. Cuando se utilizan todos los elementos requeridos para obtener mantos de cemento de buena calidad y se considera el mayor tiempo quirúrgico que se requiere para esperar el fraguado del cemento, el costo de ambas técnicas es muy similar²⁸. Actualmente la decisión sobre utilizar o no la técnica cementada depende de la experiencia del cirujano (fig. 1).

Articulaciones alternativas en artroplastia total de cadera

Como ya se comentó, la evolución tecnológica ha permitido que la fijación de los implantes al hueso sea reproducible y segura. Al lograr la estabilidad del implante en el hueso a largo plazo, el eslabón débil de la artroplastia total de cadera es el par articular. Introducido por Charnley en los años sesenta, la articulación más común para artroplastia total de cadera es el par de copas acetabulares de polietileno de alta densidad con cabezas protésicas metálicas²⁹. El desgaste del polietileno de alta densidad es actualmente el elemento que limita la duración de los implantes. Las partículas producidas por el desgaste del polietileno acceden a la interfaz hueso-implante y generan una reacción inflamatoria que produce osteólisis y aflojamiento de los implantes³⁰. Recientemente se han identificado numerosas variables que influyen en el comportamiento del polietileno, tales como el método de esterilización³¹, la degradación in vivo del polietileno secundaria a oxidación³², el tiempo de almacenamiento del implante empaquetado antes de su uso³³, el método de fabricación y las características de la resina de polietileno utilizada, el flujo frío y el desgaste de tercer cuerpo³⁴. Tomando en cuenta la cantidad de factores que influyen en el desempeño del polietileno de alta densidad in vivo en una artroplastia total de cadera, es difícil calcular o predecir la tasa anual de desgaste de dicho material, que se estima entre 0,005 y 0,24 $\mu\text{l}/\text{año}$ ³⁵. Entender el desgaste ha derivado en la producción de polietilenos con mejores características de desgaste. Recientemente el polietileno con gran cantidad de enlaces cruzados (*highly crosslinked polyethylene*) se ha introduci-



Figura 1. Radiografía anteroposterior de la pelvis. Se observa en el lado izquierdo una artroplastia total no cementada de cadera con articulación metal contra metal de 38 mm de diámetro. En el lado derecho se observa una artroplastia total no cementada con articulación metal contra metal de 38 mm de diámetro. El vástago es la versión de mínima invasión (vástago corto) del vástago colocado en el lado opuesto. En ambas caderas los implantes presentan indicios de osteointegración.

do a la aplicación clínica en artroplastia total de cadera. El polietileno de enlaces cruzados es un material cuyas moléculas han sido alteradas rompiendo sus cadenas moleculares (comúnmente con métodos físicos como la radiación gamma) induciendo enlaces entre cadenas (enlaces cruzados) en ausencia de oxígeno (con oxígeno, los sitios de rotura de las cadenas pueden unirse a radicales libres O_2 , lo que resulta en oxidación del material y afecta a sus propiedades de resistencia al desgaste)^{36,37}. Se ha demostrado en estudios in vitro e in vivo que el polietileno con gran cantidad de enlaces cruzados es superior al polietileno convencional en sus propiedades de resistencia al desgaste y generación de partículas³⁸. Combinar los polietilenos con superficies cerámicas como el óxido de aluminio o de zirconio puede mejorar sus características de desgaste, ya que esas cerámicas son más hidrófilas que cualquier aleación metálica, lo que mejora su lubricación. También es posible obtener superficies más perfectamente pulidas en la cerámica, lo que disminuye el índice de fricción contra el polietileno³⁹.

Las articulaciones denominadas duro en duro son las que no tienen polietileno (articulaciones duro contra blando) y consisten en una superficie dura que se articula contra otra igualmente dura. Existen dos tipos distintos de superficie duro en duro: metal contra metal y cerámica contra cerámica.

El par articular metal contra metal es el más antiguo de todos. Originalmente se usó en los primeros diseños de artroplastia total de los años cincuenta, ahora conocidos como artroplastias metal contra metal de primera generación. Dichos diseños fueron abandonados después del

éxito de las prótesis con acetábulos contruidos de polietileno de alta densidad^{29,40}. Publicaciones recientes describen a pacientes con articulaciones de metal contra metal de primera generación con permanencia de los implantes de más de 20 años^{41,42}. La razón del desempeño excepcional de algunas prótesis de primera generación de metal contra metal no es demográfica, sino tribológica. Ahora sabemos que las articulaciones metal contra metal deben ser contruidas en aleaciones de cromo y cobalto con alto contenido de carbono, con esfericidades casi perfectas tanto en la cavidad acetabular como en la cabeza protésica y una estrecha tolerancia en las diferencias de diámetro entre cabeza y acetábulo (*clearance*). Cuando la *clearance* entre el acetábulo y la cabeza es demasiada, se presenta desgaste polar y el sistema falla. Si es muy poca, se genera atrapamiento ecuatorial y el sistema falla⁴³. En los sistemas de metal contra metal se busca un tipo de lubricación hidrodinámica, que depende de una delgada capa de fluido entre ambas superficies. Para lograrlo, la *clearance* adecuada debe ser de 102-140 μm , dependiendo del diámetro de la cabeza. Los sistemas metal contra metal funcionan mejor con cabezas de mayor diámetro⁴⁴. Las nuevas generaciones de articulaciones metal contra metal pueden ser opciones adecuadas para los pacientes jóvenes o con actividades físicas más exigentes⁴⁵. Preocupan los probables efectos sistémicos o la carcinogénesis por la exposición a iones metálicos provenientes del desgaste de los sistemas articulares metal contra metal. De momento no se ha demostrado que dichos iones incrementen la incidencia de cáncer o tengan efectos sistémicos adversos^{45,46}. El probable efecto de las partículas de desgaste en los fetos en formación motiva que la única contraindicación establecida para los sistemas metal contra metal sea en las mujeres en edad gestacional, aunque la evidencia señala que la placenta es capaz de filtrar dichas partículas⁴⁷. Recientemente se ha observado el resurgimiento de los sistemas de resuperficialización o revestimiento, en los cuales se retira únicamente el cartilago desgastado de la cabeza femoral y se conserva el cuello y el núcleo de la cabeza sobre la cual se coloca un implante, generalmente cementado, que únicamente reviste y reemplaza la porción articular de la cabeza femoral funcionando sobre el cuello femoral natural y con un diámetro externo muy cercano al de la cabeza femoral original. El acetábulo de revestimiento es obligadamente de tipo metal contra metal. Es de paredes delgadas (de 4-6 mm de espesor) y cuenta en su interior con una articulación metal contra metal de cromo-cobalto de última generación y en su exterior, una capa de recubrimiento poroso de titanio con o sin hidroxapatita para la osteointegración. Tiene la ventaja de ser el sistema más conservador en el fémur proximal, que en caso de fallar se puede revisar a un sistema de vástago femoral primario. La tecnología de revestimiento actual sólo es posible con diseños metal contra metal⁴⁸.

Los sistemas cerámica contra cerámica son los que menos desgaste presentan, ya que son los más hidrófilos, lo que proporciona mejor lubricación y menor generación de partículas. Las partículas de desgaste son mejor toleradas por el organismo⁴⁹. La fricción de los sistemas cerámica contra cerámica es muy similar a la de los sistemas metal contra metal. Requieren esfericidad casi perfecta y una tolerancia muy precisa en la *clearance* entre las superficies articulares por las razones antes expuestas. El principal riesgo de estas articulaciones es la posibilidad de fallo catastrófico por fractura de la cerámica. Tales roturas son más probables en prótesis implantadas con angulaciones o rotaciones inadecuadas que producen contacto entre el borde de la copa y el cuello protésico femoral^{50,51}.

Accesos quirúrgicos de mínima invasión

Inicialmente, Charnley²⁹ propuso el acceso quirúrgico para la artroplastia total de cadera mediante una osteotomía del trocánter mayor. Posteriormente la técnica de osteotomía del trocánter mayor fue abandonada por accesos quirúrgicos que no la requerían, con lo que se evita las complicaciones como falta de unión, rotura de alambres y tiempos operatorios prolongados⁵². Tradicionalmente se ha utilizado el acceso posterior⁵³ y el lateral directo⁵⁴. Recientemente el interés por una recuperación más rápida para la consecuente reintegración temprana a las actividades de la vida diaria ha estimulado el desarrollo de accesos quirúrgicos diseñados para limitar el daño de los tejidos blandos. Podemos agrupar los accesos quirúrgicos de mínima invasión en los que son únicamente modificaciones de los accesos quirúrgicos tradicionales (como el mínimamente invasivo posterior⁵⁵ y el mínimamente invasivo lateral directo⁵⁶) (fig. 2) y accesos quirúrgicos especialmente diseñados para técnicas de mínima invasión, como el de dos incisiones⁵⁷, que utiliza una incisión anterior para la colocación de la copa, que normalmente es de 4-6 cm de longitud, y una segunda lateral proximal al trocánter mayor de aproximadamente 4 cm para el vástago y el acceso anterior, con o sin tracción^{58,59}. El acceso quirúrgico de dos incisiones fue acogido inicialmente con gran interés, pero ha disminuido su popularidad por la gran cantidad de complicaciones al inicio de la curva de aprendizaje y la mayor destrucción de los tendones abductores^{60,61}.

Conclusiones

Como al inicio con el primer diseño exitoso para artroplastia total de cadera, el objetivo principal del procedimiento debe ser el alivio del dolor²⁹. Actualmente sabemos que el reemplazo total de cadera es un procedimiento quirúrgico reproducible y seguro, con una



Figura 2. Fotografía intraoperatoria de un reemplazo total de cadera derecha con incisión mínimamente invasiva (acceso lateral directo). Ambos componentes se encuentran en su posición definitiva y se observa el cuello del vástago femoral y una cabeza para sistema metal contra metal de 38 mm.

tasa de complicaciones aceptable en manos de un cirujano con experiencia. El éxito de dicho procedimiento depende de detalles técnicos y de una adecuada selección del paciente. La artroplastia de cadera ha tenido un gran impacto en la calidad de vida de los pacientes con osteoartritis, pero eso la ha convertido en una víctima de su propio éxito. La posibilidad de que el paciente regrese adecuadamente a sus actividades durante décadas, aunado al incremento de sus expectativas de vida, ha hecho que la duración media de los implantes sea alcanzada frecuentemente, lo que obliga a la cirugía de revisión o recambio protésico, que también beneficia a la calidad de vida de los pacientes pero a un costo mayor^{62,63}. Esto ha obligado al cirujano ortopeda a buscar opciones de fijación de implantes y duración de la articulación a largo plazo, idealmente por el resto de la vida del paciente. Las articulaciones llamadas alternativas son una posibilidad cada vez más tangible en la artroplastia total de cadera.

Otra realidad es la necesidad del paciente de reintegrarse pronto a la vida productiva, ya que muchos de ellos se someten al reemplazo total de cadera todavía durante su período de vida económicamente activa. Esto ha sido el motor del desarrollo de las técnicas de cirugía de mínima invasión. De modo que por una parte se busca una pronta reintegración a las actividades de la vida diaria y, por otra, la máxima duración de los implantes, todo de una manera reproducible y segura.

Bibliografía

1. Ethgen O, Bruyere O, Richey F, Dardennes C, Reginster JY. Health-related quality of life in total hip and knee arthroplasty. A qualitative and systematic review of the literature. *J Bone Joint Surg Am.* 2004;86-A:963-74.

2. Roder C, Staub LP, Egli S, Dietrich D, Busato A, Muller U. Influence of preoperative functional status on outcome after total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am.* 2007;89:11-7.
3. Soderman P, Malchau H, Herberts P. Outcome of total hip replacement: a comparison of different measurements methods. *Clin Orthop Relat Res.* 2001;390:163-72.
4. Soderman P, Malchau H, Herberts P, Zugner R, Regner H, Garellick G. Outcome after total hip arthroplasty: Part II. Disease-specific follow-up and the Swedish National Total Hip Arthroplasty Register. *Acta Orthop Scand.* 2001;72:113-9.
5. Kwon YM, Morshed S, Malchau H. Cemented or cementless stem fixation in THA: What is the current evidence? *Orthopedics.* 2006;29:793-4.
6. Berend ME. Cemented femoral fixation: A historical footnote. *Orthopedics.* 2006;29:791-2.
7. Sechriest VF 2nd, Kyle RF, Marek DJ, Spates JD, Saleh KJ, Kuskowski M. Activity level in patients with total hip arthroplasty: A 5-year minimum follow-up. *J Arthroplasty.* 2007;22:39-47.
8. Santavirta S, Böhler M, Harris WH, Konttinen YT, Lappalainen R, Muratoglu O, et al. Alternative materials to improve total hip replacement tribology. *Acta Orthop Scand.* 2003;74:380-8.
9. Duncan CP, Toms A, Masri BA. Minimally invasive or limited incision hip replacement: clarification or classification. *Instr Course Lect.* 2006;55:195-7.
10. Schulte KR, Callaghan JJ, Kelley SS, Johnston RC. The outcome of Charnley total hip arthroplasty with cement after a minimum twenty-year follow-up. The results of one surgeon. *J Bone Joint Surg Am.* 1993;75:961-75.
11. Hook S, Moulder E, Yates PJ, Burston BJ, Whitley E, Bannister GC. The Exeter universal stem: a minimum 10-year review for an independent centre. *J Bone Joint Surg Br.* 2006;88:1584-90.
12. Ranawat CS, Ranawat AS, Rasquinha VJ. Mastering the art of cemented femoral stem fixation. *J Arthroplasty.* 2004;19 Suppl 1:85-91.
13. Rasquinha VJ, Ranawat CS. Durability of the cemented femoral stem in patients 60 to 80 years old. *Clin Orthop Relat Res.* 2004;419:115-23.
14. Faraj AA, Rajasekar K. The effect of two different types of cement restrictors on the femoral cement mantle. *Acta Orthop Belg.* 2006;72:702-8.
15. Ilizaliturri VM Jr, Bobadilla G, Espinosa R, Garin DE, Chaidez PA, Valero FS, et al. Plug migration and cement mantle assessment in total hip replacement. *Int Orthop.* 2004;28:11-5.
16. Goldberg BA, El-Habbal G, Noble PC, Paravic M, Liebs TR, Tullos HS. Proximal and distal femoral centralizers in modern cemented hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 1998;349:163-73.
17. Cornell CN, Ranawat CS. The impact of modern cement techniques on acetabular fixation in cemented total hip replacement. *J Arthroplasty.* 1986;1:197-202.
18. Parvizi J, Keisu KS, Hozack WJ, Sharkey PF, Rothman RH. Primary total hip arthroplasty with an uncemented femoral component. A long-term study of the taperlock stem. *J Arthroplasty.* 2004;19:151-6.
19. McLaughlin JR, Lee KR. Total hip arthroplasty in young patients. *Clin Orthop Relat Res.* 2000;373:153-63.
20. Bourne RB, Rorabeck C, Patterson JJ, Guerin J. Taper titanium cementless total hip replacement: A 10 to 13 year follow-up study. *Clin Orthop Relat Res.* 2001;393:112-20.
21. Park MS, Choi BW, Kim SJ, Park JH. Plasma spray-coated Ti femoral component for cementless total hip arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2003;18:626-30.
22. Rodriguez JA. Acetabular fixation options, notes from the other side. *J Arthroplasty.* 2006;21 Suppl 1:93-6.
23. Morsher EW, Wirz D. Current state of cement fixation in THR. *Acta Orthop Belg.* 2002;68:1-12.
24. Berend KR, Lombardi AV, Mallory TH, Dodds KL, Adams JB. Cementless double-tapered total hip arthroplasty in patients 75 years of age or older. *J Arthroplasty.* 2004;19:288-95.
25. Lester DK, Campbell P. 100-year-old patient with pressfit prosthesis: a postmortem retrieval study. *Am J Orthop.* 1996;25:30-4.
26. Odent T, Journeau P, Prieur AM, Touzet P, Pouliquen JC, Glorion C. Cementless total hip arthroplasty in juvenile idiopathic arthritis. *J Pediatr Orthop.* 2005;25:465-70.
27. Effenberger H, Ramsauer T, Bohm G, Hilzensauer G, Dorn U, Lintner F. Successful hip arthroplasty using cementless titanium implants in rheumatoid arthritis. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2002;122:80-7.
28. Yates P, Serjeant S, Rushfort G, Middleton R. The relative cost of cemented and uncemented total hip replacement. *J Arthroplasty.* 2006;21:102-5.
29. Charnley J. Arthroplasty of the hip: A new operation. *Lancet.* 1961;1:1129-32.
30. Orishimo KF, Claus AM, Sychterz CJ, Engh CA. Relationship between polyethylene wear and osteolysis in hips with a second-generation porous-coated cementless cup after seven years of follow-up. *J Bone Joint Surg Am.* 2003;85-A:1095-9.

31. Kurtz SM, Rinnac CM, Hozack WH, Turner J, Marcolongo M, Goldberg VM, et al. In vivo degradation of polyethylene liners after gamma sterilization in air. *J Bone Joint Surg Am.* 2005;87-A:815-23.
32. Kurtz SM, Hozack WJ, Purtill JJ, Marcolongo M, Kraay MJ, Goldberg VM, et al. 2006 Otto Aufranc Award Paper: significance of in vivo degradation of polyethylene in total hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 2006;453:47-57.
33. Sychterz CJ, Young AM, Orishimo K, Engh CA. The relationship between shelf life and in vivo wear for polyethylene acetabular liners. *J Arthroplasty.* 2005;20:168-73.
34. Affatato S, Bersaglia G, Foltran I, Taddei P, Fini G, Toni A. Performance of gamma and ETO-sterilized UHMWPE acetabular cups tested under severe simulator conditions. Part 1: role of the third body wear process. *Biomaterials.* 2002;23:4839-46.
35. Saikko VO, Paavolainen PO, Slati P. Wear of the polyethylene acetabular cup. Metallic and ceramic heads compared in a hip simulator. *Acta Orthop Scand.* 1993;64:391-402.
36. Heisel C, Silva M, Schmalzried TP. In vivo wear of bilateral total hip replacements: conventional versus crosslinked polyethylene. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2005;125:555-7.
37. McKellop H, Shen FW, Lu B, Campbell P, Salovey R. Development of an extremely resistant high molecular weight polyethylene for total hip replacements. *J Orthop Res.* 1999;17:157-67.
38. Geerdinck CH, Grimm B, Ramakrishnan R, Rondhuis J, Verburg AJ, Tonino AJ. Crosslinked polyethylene compared to conventional polyethylene in total hip replacement: pre-clinical evaluation, in-vitro testing and prospective clinical follow-up study. *Acta Orthop.* 2006;77:719-25.
39. Hernigou P, Bahrami T. Zirconia and alumina ceramics in comparison with stainless-steel heads. Polyethylene wear after a minimum ten-year follow-up. *J Bone Joint Surg Br.* 2003;85-B:504-9.
40. Jacobsson SA, Djerf K, Wahlstrom O. Twenty-year results of McKee-Farrar versus Charnley prosthesis. *Clin Orthop Relat Res.* 1996;329 Suppl: S60-80.
41. Schmalzried TP, Peters PC, Maurer BT, Bragdon CR, Harris WH. Long-duration metal-on-metal total hip arthroplasties with low wear of the articulating surfaces. *J Arthroplasty.* 1996;11:322-31.
42. Brown SR, Davies WA, DeHeer DH, Swanson AB. Long term survival of McKee-Farrar total hip prostheses. *Clin Orthop Relat Res.* 2002;402: 157-63.
43. Cuckler JM. The rationale for metal-on-metal total hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 2005;441:132-6.
44. Dowson D, Jin ZM. Metal-on-metal hip joint tribology. *Proc Inst Mech Eng (H).* 2006;220:107-18.
45. Saito S, Ryu J, Watanabe M, Ishii T Saigo K. Midterm results of Metal-on-metal total hip arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2006;21: 1105-10.
46. Visuri TA, Pukkala E, Pulkkinen P, Paavolainen P. Cancer incidence and causes of death among total hip replacement patients: a review based on Nordic cohorts with a special emphasis on metal-on-metal bearings. *Proc Inst Mech Eng (H).* 2006;220:399-407.
47. Brodner W, Grohs JG, Bancher-Todesca D, Dorotka R, Meisinger V, Gottsauner-Wolf F, et al. Does the placenta inhibit the passage of chromium and cobalt after metal-on-metal total hip arthroplasty? *J Arthroplasty.* 2004;19 Suppl 3:102-6.
48. Nishii T, Sugano N, Miki H, Takao M, Koyama T, Yoshikawa H. Five years results of metal-on-metal resurfacing arthroplasty in Asian patients. *J Arthroplasty.* 2007;22:176-83.
49. Capello WN, Dantonio JA, Feinberg JR, Manley MT. Alternative bearing surfaces: alumina ceramic bearings for total hip arthroplasty. *Instr Course Lect.* 2005;54:171-6.
50. Min BW, Song KS, Kang CH, Bae KC, Won YY, Lee KY. Delayed fracture of a ceramic insert with modern ceramin total hip replacement. *J Arthroplasty.* 2007;22:26-31.
51. Toran MM, Cuenca J, Martinez AA, Herrera A, Thomas JV. Fracture of a ceramic femoral head after ceramic-on-ceramic total hip arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2006;21:1072-3.
52. Robinson RP, Robinson HJ Jr, Salvati EA. Comparison of the transtrochanteric and posterior approaches for total hip replacement. *Clin Orthop Relat Res.* 1980;147:143-7.
53. Patiala H, Letho K, Rokkanen P, Paavolainen P. Posterior approach to hip arthroplasty. A study of postoperative course, early results and early complications in 131 cases. *Arch Orthop Trauma Surg.* 1984;102:225-9.
54. Hardinge K. The direct lateral approach to the hip. *J Bone Joint Surg Br.* 1982;64-B:17-9.
55. Sculco TP, Boettner F. Minimally invasive total hip arthroplasty: the posterior approach. *Instr Course Lect.* 2006;55:205-14.
56. Ilizaliturri VM Jr, Chaide PA, Valero FS, Aguilera JM. Small incision total hip replacement by the lateral approach using standard instruments. *Orthopedics.* 2004;27:377-81.
57. Berger RA. Total hip arthroplasty using the minimally invasive two-incision approach. *Clin Orthop Relat Res.* 2003;417:232-41.
58. Matta JM, Sharda C, Ferguson T. Single-incision anterior approach for total hip arthroplasty on an orthopaedic table. *Clin Orthop Relat Res.* 2005;441:115-24.
59. Rachbauer F. Minimally invasive total hip arthroplasty. Anterior approach. *Orthopade.* 2006;35:723-9.
60. Bal BS, Haltom D, Aleto T, Barrett M. Early complications or primary total hip replacement performed with a two-incision minimally invasive surgical technique. *J Bone Joint Surg Am.* 2006;88 Am Suppl 1:221-33.
61. Mardones R, Pagnano MW, Nemanich JP, Trousdale RT. The Frank Stinchfield Award: muscle damage after total hip arthroplasty done with the two incision and mini-posterior techniques. *Clin Orthop Relat Res.* 2005;441:63-7.
62. Klein GR, Levine BR, Hozack WJ, Strauss EJ, D'Antonio JA, Macaulay W, et al. Return to athletic activity after total hip arthroplasty. Consensus guidelines based on a survey of the Hip Society and American Association of Hip and Knee Surgeons. *J Arthroplasty.* 2007;22:171-5.
63. Rasanen P, Paavolainen P, Sontonen H, Koivisto AM, Blom M, Ryyanen OP, et al. Effectiveness of hip and knee replacement surgery in terms of quality-adjusted life years and costs. *Acta Orthop.* 2007;78:108-15.