



Revista Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología

www.elsevier.es/rot



TEMA DE ACTUALIZACIÓN

Prótesis femorales conservadoras. Vástagos cortos

C. Valverde-Mordt^{a,*} y D. Valverde-Belda^b

^a Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología, Hospital Arnau de Vilanova, Valencia, España

^b Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología, Hospital Doctor Peset, Valencia, España

Recibido el 4 de agosto de 2011; aceptado el 22 de agosto de 2011

Disponible en Internet el 14 de octubre de 2011

PALABRAS CLAVE

Artroplastia
de cadera;
Vástagos cortos;
Implante femoral
conservador

Resumen La artroplastia de cadera no cementada iguala los mejores resultados de las artroplastias cementadas clásicas. Con el fin de preservar el tejido óseo y las partes blandas, se han desarrollado implantes con vástagos más cortos y con apoyo proximal en la metáfisis. Además, la ausencia de carga distal evitaría los fenómenos de remodelación cortical diafisaria y el dolor de muslo de algunas prótesis de geometría cilíndrica o en cuña. Las prótesis de superficie, muy populares como artroplastia conservadora en el adulto joven, han generado inconvenientes relacionados con la fragilidad del cuello y con el par de fricción metálico de cabeza grande. Las prótesis femorales de vástago corto pueden ser una alternativa ventajosa a las prótesis clásicas y a las artroplastias de superficie. Se analizan los diferentes diseños de prótesis conservadora de vástago corto y se clasifican según su morfología y características biomecánicas. Algunas series, a medio plazo presentan resultados prometedores.

© 2011 SECOT. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

KEYWORDS

Hip replacement;
Short stems;
Conservative femoral
implant

Conservative femoral implants. Short stems

Abstract Uncemented hip replacement matches the best results of classic cemented replacements. With the aim of preserving bone and soft tissue, implants with shorter stems and proximal metaphyseal support have been developed. Likewise, the lack of distal load should avoid cortical diaphyseal remodelling phenomena and the thigh pain of some cylindrical and wedge implants. The resurfacing implant, very popular as a conservative hip replacement in the young adult, has disadvantages associated with the fragility of the neck and with large head metal friction torque. Short stem hip replacement may be a reasonable alternative to classic implants and surface hip replacements. The different designs of conservative short stem implants are analysed, and are classified according to their morphology and biomechanical characteristics. Some medium term series show promising results.

© 2011 SECOT. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

* Autor para correspondencia.

Correos electrónicos: carvalmor@telefonica.net, valverde_car@gva.es (C. Valverde-Mordt).

Introducción

Las artroplastias de cadera no cementadas han reproducido la estabilidad y la supervivencia de las mejores prótesis cementadas clásicas. Los diseños de implantes femorales de apoyo metafisario proximal, revestidos de titanio poroso e hidroxiapatita logran una estabilidad primaria y una osteointegración precoz que compite con ventaja con la prótesis cementadas, consideradas hasta recientemente como el patrón oro en la artroplastia de cadera¹.

Estudios recientes revelan tasas de supervivencia a 20 años inferiores en prótesis total de cadera cementada comparada con la no cementada².

Los diseños de vástagos femorales no cementados responden a morfologías y características diferentes: vástagos cilíndricos, cónicos o en cuña, simétricos o anatómicos. Los vástagos de encaje proximal en la metáfisis parecen proporcionar los mejores resultados en cuanto a supervivencia, ausencia de fenómenos de remodelación y ausencia de dolor de muslo¹.

Si obtenemos una buena fijación proximal primaria, no necesitamos una prolongación diafisaria del vástago. Puede obtenerse una estabilidad inmediata y una buena osteointegración con prótesis femorales de vástago corto o sin vástago. Los implantes conservadores respetan el cuello femoral y aprovechan la calidad y volumen del hueso esponjoso de la metáfisis y de la región trocantérea para una fijación primaria sólida y duradera^{3,4}.

Los implantes conservadores de vástago corto o sin vástago se han propuesto inicialmente como una alternativa a los vástagos clásicos después de la experiencia a largo plazo de prótesis de apoyo metafisario proximal puro, en los que la prolongación del vástago no tiene función mecánica sino solamente de ayuda a la alineación. Además, se ha demostrado la conveniencia de evitar el contacto del extremo de la prótesis con la cortical diafisaria para evitar el dolor de muslo y los fenómenos de remodelación que lo acompañan. La reciente controversia apoyada en numerosas publicaciones que reflejan las complicaciones asociadas al diseño de las prótesis de superficie (*resurfacing*): fractura del cuello, aflojamiento cotiloideo, y al uso de pares de fricción metálicos: ALVAL (vasculitis linfocítica aséptica y lesiones asociadas)⁵, pseudotumores, aumento en sangre periférica de los niveles de iones cobalto y cromo y en suma, la polémica actual sobre los pares de fricción metálicos⁶, colocan a las prótesis cortas como la alternativa a las prótesis de superficie. En el paciente joven, la elección estaría justificada por la preservación ósea de la vertiente femoral. Pero con mayor motivo, las prótesis de superficie no han demostrado un resultado funcional que mejore el de las artroplastias totales⁷.

Igual que en las prótesis femorales clásicas, el diseño de los distintos vástagos actuales llamados conservadores es variado. Trataremos de describir los distintos implantes según su morfología, sus cualidades biomecánicas y los resultados publicados, en series que aún son de corto o medio plazo de evolución.

Por otra parte, no todos los implantes «conservadores» son de vástago realmente corto, ni son respetuosos por igual con el cuello femoral, con la masa de tejido esponjoso y con la metáfisis.

Algunos fabricantes se han limitado a acortar sus implantes clásicos, sin modificar el diseño. Esto puede llevar consigo una menor estabilidad de la prótesis.

La prótesis se apoya en el cuello femoral, preservándolo y el vástago se aloja en la metafisodiáfisis siguiendo la estructura trabecular del cuello (modelo Pipino/CFP).

Siguiendo el modelo de Morrey (*Mayo conservative*) la prótesis se implanta en el tejido esponjoso de la metáfisis como una cuña, con una pequeña prolongación distal alineadora.

La prótesis sin vástago, con apoyo circunferencial proximal y recorte alto del cuello sigue el prototipo de Santori.

Un diseño de transición con las prótesis de superficie son las prótesis con recorte subcapital y una cabeza semiesférica maciza que se implanta en el eje del cuello femoral mediante un vástago cónico, recto, pororevestido.

Vástagos clásicos, acortados

Fitmore (Zimmer), SMF (Short Modular Femoral Hip) (Smith Nephew), Taperloc Microplasty y Balance Microplasty (Biomet) son versiones más cortas de vástagos clásicos precedentes. No disponemos de resultados publicados de estos implantes. Sin embargo, es preciso demostrar que el acortamiento de un vástago sin cambio en su perfil no altera la estabilidad primaria.

Prótesis conservadora del cuello, apoyada en el mismo

Entre los implantes conservadores disponibles en el momento presente, la idea más antigua es el diseño propuesto en 1979 por Pipino con el nombre BIODINÁMICA⁸. El vástago CFP™ (*collum femoris preserving*) (Link) es una evolución del modelo de Pipino. Se trata de un implante conservador del cuello, con collar ajustado al apoyo cervical. El vástago es curvo, estriado y relativamente corto. La carga se hace en los tres planos con el fin de obtener una estabilidad rotatoria. Se apoya en el cuello y en la esponjosa metafisaria, busca un apoyo fisiológico siguiendo las líneas trabeculares de la metáfisis y su extremo distal se encaja en la diáfisis proximal⁹. El manejo de este segmento es el más exigente técnicamente ya que se han descrito fracturas de la cortical externa de la diáfisis femoral proximal. También se ha detectado reabsorción o redondeo de cuello femoral y refuerzo cortical distal con patrones radiológicos típicos de remodelación¹⁰. Hay que señalar, que estos patrones son los que en las prótesis no cementadas de vástago largo se relacionan con el dolor de muslo. Los resultados publicados a medio plazo reflejan una alta tasa de supervivencia del implante, aunque las series son cortas^{11,12}. Un estudio radioestereométrico (RSA)¹³ muestra niveles bajos de migración y hundimiento a los dos años. Sin embargo, un estudio reciente de osteodensitometría por tomografía computarizada (TC), con CFP, capaz de diferenciar entre la densidad ósea (DO) del hueso cortical y la del esponjoso, demuestra una pérdida progresiva de DO en el hueso cortical proximal entre las mediciones del primer año ($\emptyset$ -8%) y el tercero ($\emptyset$ -22%). La DO del hueso esponjoso proximal también disminuyó progresivamente entre el primer año

($\emptyset$ -33%) y el tercero ($\emptyset$ -45%). Concluyen los autores que con el diseño CFP no se puede obtener fijación metafisaria. Por debajo del trocánter menor no se observa pérdida de DO cortical. Este estudio sugiere que la fijación de este modelo es diafisaria¹⁴.

Prótesis implantada en cuña en la metáfisis

El vástago Mayo (Zimmer), ideado por Morrey en el inicio en 1984 y aprobado por la *Food and Drug Administration* (FDA) en 1988, tiene un diseño de doble cuña. Preserva el cuello femoral. La parte proximal de sección trapezoidal sigue el perfil del calcar y cuello femoral y el extremo distal corre paralelo y en contacto con la cortical externa del fémur¹⁵. Se han descrito perforaciones de la cortical externa¹⁶, reabsorción de cuello y metáfisis¹⁵ y casos de incidencia elevada de defectos de alineación¹⁷. La revisión de la serie original presenta una supervivencia del vástago sin aflojamiento mecánico de 98,2%¹⁵, aunque los autores refieren casos de osteólisis proximal (6%) y fracturas intraoperatorias sin desplazamiento (6%). Otros autores¹⁸ describen fracturas en el postoperatorio y hundimientos del vástago con líneas radiotransparentes a los 6 años (6,6%). Los estudios DXA (absorciometría de rayos X de energía dual), con un modelo matemático de remodelación ósea, en pacientes con 50,8 años de media de edad y 5,7 años de seguimiento medio, muestran un remodelado significativo con reabsorción proximal y crecimiento óseo medial y lateral. Los autores relacionan la remodelación con la distribución de la carga mecánica definida por el diseño del implante. Sin embargo, de los datos extraídos de la literatura, en comparación con la mayoría de los vástagos largos, concluyen que los vástagos cortos tienen menor reabsorción ósea¹⁶.

También, con la hipótesis de que en la osteonecrosis (ON) de la cabeza femoral el daño no es solo epifisario, sino que alcanza al cuello y a la metáfisis, se ha realizado un estudio comparativo de pacientes con ON y coxartrosis. No se han encontrado diferencias a plazo medio, en los pacientes portadores de prótesis Mayo, en cuanto a migración o valgo¹⁹.

Un estudio experimental en cadáver no muestra un riesgo mayor de fractura de la prótesis Mayo comparada con prótesis de vástago largo. Esto sería un factor predictivo de fracturas periprotésicas relacionadas con el diseño²⁰.

La prótesis Metha (Braun-Aesculap) tiene cuellos modulares que permiten modificar el ángulo cervical y el desplazamiento del cuello (*offset*). En la serie inicial esto fue el origen de fracasos por rotura o desalojo del cuello. Se realizaron cambios en el diseño. Un estudio biomecánico de prótesis con interfaz vástago-cuello en modelos Metha y similares muestra que los micromovimientos en la interfaz pueden ser causa de fracaso²¹. El perfil de Metha es semejante a Mayo, ligeramente más grueso en la metáfisis. Su anclaje es metafisario. No tiene collar ni expansión trocánterea. Tiene un revestimiento de plasmaporos proximal. Su extremo distal se apoya en la cortical externa. Requiere una técnica muy precisa⁴. Existen pocas publicaciones y los plazos son cortos²².

El vástago Nanos (Smith & Nephew) sin collar, como Metha, tiene un diseño inspirado en Mayo, algo más grueso,



Figura 1 Vástago CFP. Se apoya en el cuello femoral y su extremo se aloja en la diáfisis proximal.

con un apéndice distal corto. Hay una serie de corta evolución comparativa con Alloclassic, con un estudio DXA²³.

Mini Hip (Corin) y Collo MIS (Lima) tienen un perfil curvo, cónico, sin expansión metafisaria. Aida (Implant cast) es más cónica y con el extremo más curvo. Su perfil recuerda a la prótesis Mayo. Hay un estudio de geometría radiológica con Mini-Hip²⁴. No hay resultados clínicos publicados de estos productos.

Del implante Cut (ESKA), cilindro metafisario rugoso con un pequeño apéndice distal incurvado, aunque hay una serie de 5 años con buenos resultados²⁵, se han publicado tasas de aflojamientos inaceptables y fractura de la prolongación distal²⁶⁻²⁸. No es un implante recomendable (figs. 1-6).

Prótesis sin vástago, de apoyo circunferencial proximal, con recorte alto del cuello

La prótesis Proxima (DePuy J&J) es un implante femoral sin vástago. Proximalmente es más ancho y distalmente más corto que los demás vástagos conservadores. Dispone de una expansión lateral que se aloja en la masa esponjosa de la región trocánterea con el fin de proporcionar una mayor estabilidad rotatoria y aprovechar la calidad y cantidad de hueso esponjoso en el trocánter mayor. La carga en el paciente joven, con buena calidad de tejido óseo, se produce en la esponjosa impactada de la metáfisis. Se conserva el calcar mediante un recorte alto de cuello en su parte medial, y el recorte lateral se hace a nivel de la fosa piriforme. La prótesis tiene un apoyo circunferencial proximal, que reparte cargas y minimiza el riesgo de fractura

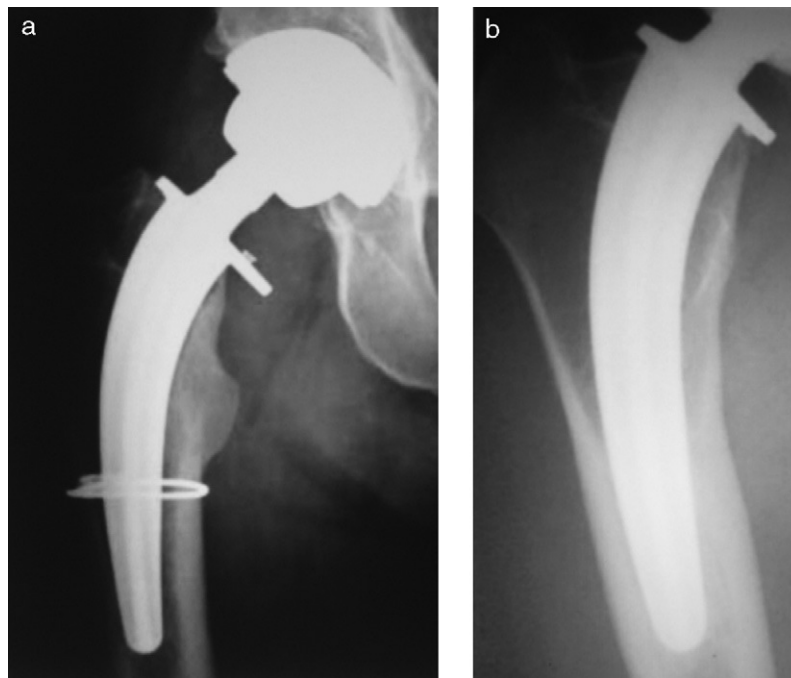


Figura 2 a) Fractura intraoperatoria de la cortical externa de un implante CFP y reabsorción secundaria del cuello (Falez). b) Remodelación con engrosamiento de la cortical diafisaria.

por impactación o por expansión²⁹. La prótesis tiene un doble revestimiento de titanio en plasmaporos y de hidroxiapatita, excepto el extremo distal, pulido. La estabilidad primaria asegura una osteointegración precoz y la formación temprana de puntos de fusión (*spot welds*) y fenómeno de

arbotantes medial y lateral (*buttressing*) que proporcionan una fijación duradera. Los estudios DXA del modelo Santori *Custom*, precursor de Proxima, demuestran una carga proximal efectiva, con preservación del hueso metafisario y mayor densidad de masa ósea periprotésica³⁰.



Figura 3 *Mayo conservative*. a) Vástago en doble cuña, con revestimiento proximal. b) Se aloja en las metáfisis, respetando el cuello; la cuña proximal sigue el perfil medial del cuello femoral, la prolongación distal se apoya en la cortical externa.



Figura 4 Metha, inspirada en la geometría Mayo.



Figura 5 Proxima: recorte alto del cuello y orientación neutra del implante. Una expansión lateral se aloja en la esponjosa del trocánter mayor. Apoyo metafisario circunferencial.

El objetivo de fijar el implante en posición neutra, que garantice la estabilidad primaria, exige una técnica quirúrgica precisa. Requiere una cuidadosa orientación en neutro mediante una guía externa. Es poco permisiva con una posición en varo y con la elección de una talla infradimensionada.

Los prometedores buenos resultados iniciales de Proxima en pacientes jóvenes³¹⁻³⁴, han permitido ampliar las indicaciones a cualquier edad, hasta 88 años³⁵. También se han publicado casos de Proxima como rescate en pacientes con implantes alojados en la diáfisis femoral, que interfieren con una prótesis de vástago largo^{36,37}.



Figura 6 a) Silent, prótesis cefálica apoyada en el cuello. Admite cualquier cabeza sobre un cono 12/14. b) Vástago Silent osteointegrado.

Implante cefálico, como transición con la prótesis de superficie

BMHR (*Birmingham Mid-Head Resection device*) es un diseño intermedio entre la prótesis de superficie BHR (*Birmingham Hip Resurfacing implant*) (Smith & Nephew) y las prótesis de vástago corto con apoyo metafisario. Se trata de una semiesfera metálica maciza, con un grueso vástago poro revestido, que se aloja en el eje del cuello a la manera de una prótesis de superficie, aunque sin cemento. Se realiza una osteotomía subcapital del fémur y se apoya en el cuello. Sustituye a la cabeza femoral deficiente o frágil. Utiliza un cotilo de superficie, sin inserto. Su objetivo es el tratamiento de la cadera cuya cabeza femoral está muy deteriorada o necrótica, así como el rescate de una prótesis de superficie. En las prótesis de superficie, el componente femoral falla con mayor frecuencia que el cotiloideo y la fractura del cuello es el modo de fracaso más frecuente, cerca del 40%³⁸. El estado del cuello femoral puede condicionar la elección del implante de revisión. Las limitaciones de BMHR son el tamaño de la cabeza, condicionado por el cotilo y el contróvertido par metal con metal. Además, Mid-head no ha demostrado una fuerza mecánica superior ni mayor resistencia a la fractura en comparación con BHR³⁸.

Silent (DePuy J&J), con el mismo principio de BMHR (un vástago revestido, no cementado, implantado en el eje del cuello femoral), dispone de un cono 12/14 que puede alojar una cabeza metálica o cerámica articulable con un cotilo estándar mediante un inserto de polietileno, cerámica o metal. Permite por lo tanto, escoger el cotilo y el par de fricción, cerámico, metálico, cerámica con polietileno o cerámica con metal. Es más versátil. Se encuentra en fase de ensayo clínico.

Discusión

La prótesis de cadera de superficie (*resurfacing*) ha sido muy popular en los últimos años para el tratamiento de las enfermedades de la cadera del adulto joven. Es conservadora en la vertiente femoral, pero no tanto en la vertiente cotiloidea. Necesita una viabilidad razonable de la cabeza femoral. La cabeza ha de cementarse. Pequeños defectos de fresado y recorte pueden originar fracturas del cuello o muescas fragilizadoras del mismo (*notching*). Una vez cementado el casquete femoral, la cabeza femoral remanente queda invisible. El par de fricción es de metal con metal⁶. Numerosas publicaciones señalan complicaciones específicas de la prótesis: la vasculitis linfocítica aséptica y sus lesiones asociadas (ALVAL) y la aparición de pseudotumores con destrucción de las partes blandas de la región de la cadera hacen preciso un control estrecho, clínico y radiológico del paciente y una cirugía de revisión a veces compleja. El efecto de los iones de cobalto y cromo no es bien conocido. Estas partículas metálicas son de escala nanométrica, a diferencia de las partículas de polietileno, que son de escala micrométrica³⁹. Así, los desechos de polietileno causan una enfermedad de partículas de extensión local, mientras que las partículas metálicas se difunden por el sistema circulatorio, en menor volumen, pero en mayor número debido a su pequeño tamaño.

La prótesis conservadora puede ser una alternativa a la artroplastia de superficie.

Los resultados a largo plazo de las prótesis no cementadas igualan o mejoran los de las prótesis cementadas clásicas. Los vástagos femorales de apoyo metafisario presentan las mejores supervivencias libres de dolor de muslo¹. Los vástagos conservadores carecen de la prolongación diafisaria y se apoyan en la metáfisis o en el cuello^{4,8,10}. Los diferentes diseños respetan en mayor o menor medida la anatomía del cuello femoral. Se implantan sin cemento. Los estudios DXA comparando los vástagos cortos con componentes femorales no cementados anatómicos clásicos muestran un aumento de DO proximal en los vástagos cortos (zona 1 de Gruen), y reducción distal, en la zona 7, mientras que en los vástagos clásicos la DO está reducida en las zonas 1 y 7. Esto se produce sin diferencias clínicas ni radiológicas⁴⁰. Todavía no disponemos de estudios clínicos a largo plazo de implantes femorales de vástago corto o sin vástago, pero las publicaciones de series a medio plazo muestran resultados prometedores en cuanto a la estabilidad primaria, osteointegración precoz, ausencia de dolor de muslo y de fenómenos de remodelación diafisaria indeseables⁴. También reflejan un bajo índice de complicaciones si la técnica quirúrgica es cuidadosa, ya que en general el vástago corto puede tender a situarse en varo por carecer de una prolongación diafisaria autoalineadora.

En cuanto a la ON, comparada con la coxartrosis, en los vástagos cortos no se han encontrado diferencias en los resultados a medio plazo en cuanto a migración o varo¹⁹.

No hay evidencias de que los resultados de cirugía de mínima invasión sean funcionalmente superiores a los abordajes clásicos⁴¹.

Los vástagos femorales dotados de un cono con el estándar 12/14 permiten escoger el par de fricción y el cotilo de elección de cada cirujano.

Por eso, las prótesis conservadoras, prótesis de vástago corto, pueden tener un lugar preferente en el tratamiento quirúrgico de la cadera del adulto joven. Además, la persistencia de buenos resultados extiende las indicaciones de vástago conservador a cualquier edad, en todo paciente en el que esté indicada una prótesis de cadera no cementada³⁵. Una vez acreditada una estabilidad primaria, con osteointegración precoz y una estabilidad duradera comparable con los vástagos clásicos, la investigación puede concentrarse en la estabilidad a largo plazo y la supervivencia del componente acetabular, así como en el desarrollo de pares de fricción cada vez más resistentes al desgaste mecánico, al desgaste corrosivo, a la rotura y a los fenómenos de golpeo, ruidos y chirridos.

La supervivencia y los resultados a largo plazo de las series de vástagos conservadores necesitarán de futuros estudios comparados con las prótesis conocidas.

Nivel de evidencia

Nivel de evidencia: IV.

Protección de personas y animales

Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad de los datos

Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado

Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

- Kim YH. The results of a proximally-coated cementless femoral component in total hip replacement. A five to 12-year follow-up. *J Bone Joint Surg Br.* 2008;90-B:299–305.
- Corten K, Bourne RB, Charron KD, Au K, Rorabeck CH. What works best, a cemented or cementless primary total hip arthroplasty?: minimum 17 year followup randomized controlled trial. *Clin Orthop Relat Res.* 2011;469:209–17.
- Learmonth ID. Conservative stems in total hip replacement. *Hip Int.* 2009;19:195–200.
- Falez F, Casella F, Panegrossi G, Favetti F, Barresi C. Perspectives on metaphyseal conservative stems. *Orthop Traumatol.* 2008;9:49–54.
- Rajpura A, Porter ML, Gambhir AK, Freemont AJ, Board TN. Clinical experience of revision of metal on metal hip arthroplasty for aseptic lymphocyte dominated vasculitis associated lesions (ALVAL). *Hip Int.* 2011;21:43–51.
- Malviya A, Ramaskandhan J, Holland JP, Lingard EA. Metal-on-metal total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am.* 2010;92-A:1675–83.
- Lavigne M, Therrien M, Nantel J, Roy A, Prince F, Vendittoli PA. The functional outcome of hip resurfacing and large head THA is the same: a randomized, double-blind study. *Clin Orthop Relat Res.* 2010;468:326–436.
- Pipino F. Link CFP hip prosthesis-History and Philosophy of neck preserving. EFORT (European Federation of National Associations of Orthopaedics and Traumatology) (8th Congress) Florence May 2007. *J Bone Joint Surg Br.* 2009;91-B: Suppl:S145–6.
- Which Medical Device™ Expert independent opinion What's available in short stem hip replacements [consultado 20 Jul 2011]. Disponible en: <http://www.whichmedicaldevice.com/news/article/66/whats-available-in-short-stem-hip-replacements>.
- Briem D, Schneider M, Bogner N, Botha N, Gebauer M, Gehrke T, et al. Mid-term results of 155 patients treated with a collum femoris preserving (CFP) short stem prosthesis. *International Orthopaedics (SICOT).* 2011;35:655–60.
- Nowak M, Nowak TE, Schmidt R, Forst R, Kress AM, Mueller LA. Prospective study of a cementless total hip arthroplasty with a collum femoris preserving stem and a trabeculae oriented pressfit cup: minimum 6 year follow-up. *Acta Orthop Trauma Surg.* 2011;131:549–55.
- Pons M. Learning curve and short term results with a short stem CFP system. *Hip Int.* 2010;20 Suppl 7:52–7.
- Röhl SM, Pedersen E, Ullmark G, Nivbrant B. Migration pattern of a short femoral neck preserving stem. *Clin Orthop Relat Res.* 2006;448:73–8.
- Schmidt R, Gollwitzer S, Nowak TE, Nowak M, Häberle L, Kress A, et al. Periprosthetic femoral bone reaction after total hip arthroplasty with preservation of the collum femoris: CT assisted osteodensitometry 1 and 3 years postoperatively. *Orthopäde.* 2011;40:591–9.
- Morrey BF, Adams RA, Kessler M. A conservative femoral replacement for total hip arthroplasty. A prospective study. *J Bone Joint Surg Br.* 2000;82-B:952–8.
- Chen HH, Morrey BF, An KN, Luo ZP. Bone remodeling characteristics of a short-stemmed total hip replacement. *J Arthroplasty.* 2009;24:945–50.
- Gilbert RE, Salehi-Bird S, Gallagher PD, Shaylor P. The Mayo conservative hip: experience from a district general hospital. *Hip Int.* 2009;19:211–4.
- Goebel D, Schultz W. The Mayo cementless femoral component in active patients with osteoarthritis. *Hip Int.* 2009;19:206–10.
- Zeh A, Weise A, Vasarhelyi, Bach AG, Wohlrab D. Mittelfristige Ergebnisse der Mayo™-Kurzschaffprothese bei Hüftkopfnecrose (Medium-term results of the Mayo™ short-stem hip prosthesis after avascular necrosis of the femoral head). *Z Orthop Unfall.* 2011;149:200–5.
- Jakubowitz E, Seeger JB, Lee C, Heisel C, Kretzer JP, Thomsen MN. Do short-stemmed-prostheses induce periprosthetic fractures earlier than standard hip stems? A biomechanical ex-vivo study of two different designs. *Acta Orthop Trauma Surg.* 2009;129:849–55.
- Jauch SY, Huber G, Hoenig E, Baxmann M, Grupp TM, Morlock MM. Influence of material coupling and assembly condition on the magnitude of micromotion at the stem-neck interface of a modular hip endoprosthesis. *J Biomech.* 2011;44:1747–51.
- Synder M, Drobniowski M, Pruszcynski B, Sibinski M. Initial experience with short Metha stem implantation. *Ortop Traumatol Rehabil.* 2009;11:317–23.
- Götze C, Ehrenbrink J, Ehrenbrink H. Is there a bone-preserving bone remodelling in short-stem prosthesis? DEXA analysis with the Nanos total hip arthroplasty. *Z Orthop Unfall.* 2010;148:398–405.
- Jerosch J, Graselli C, Kothny PC, Litzkow D, Hennecke T. Reproduction of the anatomy (Offset CCD, leg length) with a modern short stem hip design. A radiological study. *Z Orthop Unfall.* 2011 (Epub ahead of print).
- Steens W, Skriptiz R, Schneeberger AG, Petzing I, Simon U, Goetze C. Cementless femoral neck prosthesis CUT-clinical and radiological results after 5 years. *Z Orthop Unfall.* 2010;148:413–9.
- Ishaque BA, Donle E, Gils J, Wienbeck S, Basad E, Stürz H. Eight years results of the femoral neck prosthesis ESKA-CUT. *Z Orthop Unfall.* 2009;147:158–65.
- Ishaque BA, Stürz H, Basad E. Fatigue fracture of a short stem hip replacement: a failure analysis with electron microscopy and review of the literature. *J Arthroplasty.* 2011;26:17–20.
- Ender SA, Machner A, Pap G, Hubbe J, Grasshoff H, Neumann HW. Cementless CUT femoral neck prosthesis: increased aseptic loosening after 5 years. *Acta Orthop.* 2007;78:616–21.
- Renkawitz T, Santori FS, Grifka J, Valverde C, Morlock MM, Learmonth ID. A new short uncemented, proximally fitted anatomic femoral implant with a prominent lateral flare: design rationals and study design of an international clinical trial. *BMC Musculoskeletal Disord.* 2008;9:147–56.
- Albanese CV, Santori FS, Pavan L, Learmonth ID, Passariello R. Periprosthetic DXA after total hip arthroplasty with short vs. ultra-short custom-made femoral stems. *Acta Orthopaedica.* 2009;80:291–7.
- Santori FS, Santori N. Mid-term results of a custom-made short proximal loading femoral component. *J Bone Joint Surg Br.* 2010;92-B:1231–7.

32. Kim YH, Kim JS, Joo JH, Park JW. A prospective short term outcome study of a short metaphyseal fitting total hip arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2011. Epub ahead of print.
33. Ghera S, Pavan L. The DePuy Proxima hip: a short stem for total hip arthroplasty. Early experience and technical considerations. *Hip Int*. 2009;19:215–20.
34. Tóth K, Mècs L, Kellermann P. Early experience with DePuy Proxima short stem in total hip arthroplasty. *Acta Orthop Belg*. 2010;76:613–8.
35. Kim YH, Kim JS, Park JW, Joo JH. Total hip replacement with a short metaphyseal-fitting anatomical cementless femoral component in patients aged 70 years or older. *J Bone Joint Surg Br*. 2011;93-B:587–92.
36. Sangüesa Nebot MJ, Cabanes-Soriano F, Fernández-Gabarda R, Valverde-Mordt C. Revision hip arthroplasty with a short femoral component in fractured hydroxiapatite fully coated femoral stem. *J Arthroplasty*. 2010;25:1168e13–6.
37. Kim TY, Lee KB, Kwon DJ, Ha YC, Koo KH. Total hip arthroplasty using a short stemmed femoral component in the presence of a proximal femoral fixation device-a case report. *Hip Int*. 2010;20:261–4.
38. Olsen M, Sellan M, Zdero R, Waddell JP, Schemitsch EH. A biomechanical comparison of epiphyseal versus metaphyseal fixed bone-conserving hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am*. 2011;93-A Suppl 2:S122–7.
39. Valverde C, Doménech J. Ceramic on metal bearings: fundamentals and early results. Abstracts of the 9th Domestic Meeting of the European Hip Society. September 2010. *Hip Int*. 2010;20:341.
40. Kim YH, Choi Y, Kim JS. Comparison of Bone mineral density changes around short, metaphyseal-fitting and conventional cementless anatomical femoral components. *J Arthroplasty*. 2010. Epub ahead of print.
41. Goosen JHM, Kollen BJ, Castelein RM, Kuipers BM, Verheyen CC. Minimally invasive versus classic procedures in total hip arthroplasty: a double blind randomized controlled trial. *Clin Orthop Relat Res*. 2011;469:2000–8.