

Aflojamiento de los cotilos roscados en las prótesis de cadera

Threaded cups loosening in total hip arthroplaty

J. VAQUERO MARTIN

SERVICIO DE CIRUGÍA ORTOPÉDICA Y TRAUMATOLOGÍA. HOSPITAL GENERAL UNIVERSITARIO GREGORIO MARAÑÓN. MADRID.

Resumen. En este trabajo se revisan los resultados a largo plazo de 145 cotilos roscados de tipo Lord (Howmédica) en 126 pacientes operados hace más de 10 años. En este plazo teníamos constancia de 10 pacientes fallecidos (12 prótesis) y de los restantes hemos podido revisar personalmente 65 casos, con una edad media de 60 años. La cotación de Merle d'Aubigné muestra que la mejoría del dolor obtenida tras la operación se mantiene, pero empeora la capacidad de marcha en 0,6 puntos ($p < 0,001$). Tuvimos que rescatar 14 casos movilizados (21%), estando pendientes de sustituir dos más, por lo que el porcentaje de migración sintomática alcanzó el 24%. La estabilidad de este tipo de cotilos a largo plazo parece estar muy comprometida, pudiendo influir en esta tasa de fracaso tanto factores de diseño, técnicos o biomecánicos, que desaconsejan en el momento actual su uso.

Summary. We report our long-term results using a threaded acetabular cup (Lord, Howmedica) in 145 hips with a follow-up longer than 10 years. Ten patients died during this period of time (12 cups) and we have reviewed 65 implants with a mean age at operation of 60 years. The clinical results according to Merle d'Aubigne score, showed that the hip is still pain free, but there was a loss in walking ability of 0,6 points ($p < 0,001$). Fourteen cups were revised for aseptic loosening (21%) and revision was pending at the most recent follow-up examination in additional two cups. The overall percentage of symptomatic migration was 24%. We conclude that long term stability of threaded cups is not warranted and different factors can influence the revision rate (design, biomechanic and technical factors), indicating that further use of these acetabular components cannot be recommended.

Introducción. Tras la generalización de las prótesis totales de cadera una vez resuelto el problema inicial de su fijación gracias a la introducción del cemento acrílico por Charnley (1), los esfuerzos han ido destinados a aumentar su duración en el tiempo.

Los primeros aflojamientos asépticos y su aumento a partir de los diez años (2,3) pusieron en evidencia la alteración del polimetil metacrilato y su deterioro por despolimerización, como ocurre con la mayoría de los plásticos inmersos en un medio agresivo (4).

Fue Ring en 1965 (5) el primero que imaginó una fijación acetabular sin cemento mediante la utilización de una copa metálica que se prolongaba con un vástago dotado de rosca de 75 mm de longitud y

destinado a roscarse en el hueso denso de la pelvis que se extiende desde la articulación sacroiliaca a la zona superior del acetábulo. Este concepto de fijación roscada del acetábulo fue recogido por Mittelmeier (6) y perfeccionado a partir de 1975 por Lord (7) que diseñó un cotilo metálico de geometría tronco-ogival y con un paso de rosca adecuado para proporcionar una excelente estabilidad inicial.

El presente trabajo resume nuestra experiencia con este cotilo que tuvimos la ocasión de utilizar de forma sistemática durante más de 10 años.

Material y método. Convencidos de la superioridad del anclaje biológico, optamos por el modelo de Lord en 1978, y a partir de ese momento y hasta Diciembre de 1997

Correspondencia:

Javier Vaquero Martín
Pasaje de los Ancianos, 22
28034-Madrid
Fax:91-5868429

Tabla 1.
Prótesis totales de cadera (1978-1997)

1998 Prótesis totales	
1970 No cementadas	
Lord Madreporica	632
Lord Polarizada	163
AML + Cotilo Lord	60
Cotilos Roscados	885

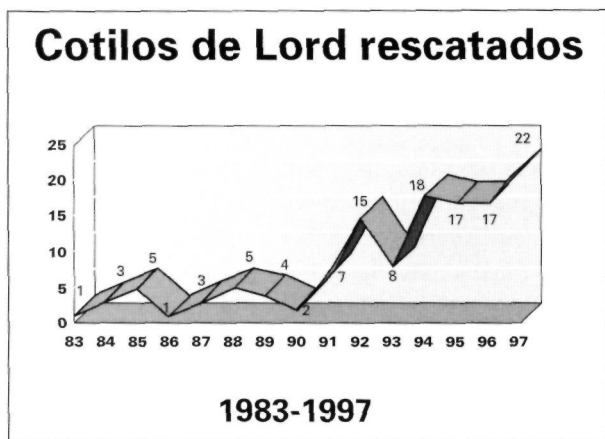


Fig. 1. Cotación de Merle d'Aubigné a lo largo del seguimiento.

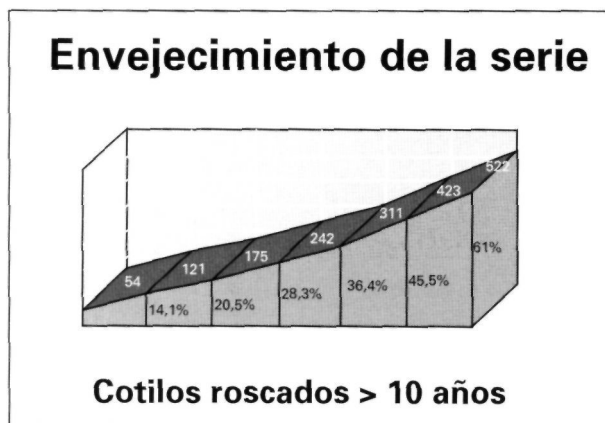


Fig. 2. Incidencia de reintervenciones por aflojamiento de cotilos roscados entre 1991 y 1997

se han implantado en el Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología del Hospital General Universitario Gregorio Marañón 1956 prótesis de cadera no cementadas, de las cuales 855 utilizaban un cotilo roscado de Lord (Tabla 1).

En 1993 hicimos una revisión de 101 pacientes que habían cumplido al menos 10 años desde la intervención en nuestro servicio (8) a los cuales hemos añadido actualmente 25 casos más de nuestra casuística personal con la misma antigüedad mínima.

La serie consta por lo tanto de 126 pacientes portadores de 145 prótesis (9 casos bilaterales). De ellos tuvimos que eliminar 10 pacientes cuyo fallecimiento antes de los 10 años nos constaba (12 prótesis), 9 prótesis retiradas precozmente por infección o inestabilidad y dos prótesis híbridas con cotilo cementado que no entraban en nuestro estudio. Quedaron 121 cotilos que cumplían los requisitos de los cuales hemos podido revisar personalmente 65 (54%), cifra muy respetable si tenemos en cuenta el largo perio-

do de seguimiento (mínimo 10 años y máximo 13). La edad media fue de 60 años, la cadera derecha se intervino con mayor frecuencia (54%) y no existieron variaciones significativas en cuanto a sexo. La cotación utilizada fue la de Merle d'Aubigné y el estudio radiológico fue encaminado a medir el ascenso del anillo metálico en relación con la parte inferior de la U radiológica, así como las variaciones en la anteversión con una plantillas diseñadas por Lord.

Resultados

Valoración funcional. La cotación de Merle d'Aubigné indica una notable mejoría tras la intervención quirúrgica, pasando de 7,6 puntos en el preoperatorio a 16,6 al año. Esta ganancia es a expensas fundamentalmente de la eliminación del dolor desde el primer año (9,1), y este beneficio parece conservarse a los 10 años (9). No ocurre lo mismo con la capacidad de marcha que por el envejecimiento lógico del paciente sufre una pérdida significativa ($p < 0,001$) de 0,6 puntos entre el año y los 10 años, gravando así la cotación final que es un punto menor (Figura 1). Los pacientes reintervenidos parten de unos valores similares tanto en el preoperatorio como al año, pero su puntuación final es menor (15,5 $p < 0,001$).

Rescates. De los 855 cotilos roscados implantados durante el tiempo en que utilizamos esta técnica, hemos rescatado hasta el momento 138, lo cual supone un 16,1%. Si nos ceñimos a la serie estudiada con un seguimiento superior a 10 años, vemos que hemos reintervenido 14 casos (21%) entre los 6 y los 10 años postoperatorios, estando pendientes del rescate dos pacientes más que elevan el porcentaje de aflojamientos hasta el 24%. La curva que muestra el índice de reintervenciones por año (Figura 2) permite ver como esta cifra aumenta de forma evidente a partir del año 1991, cuando empezaba a ser evidente el envejecimiento de nuestra serie (Figura 3).

Estos aflojamientos se resolvieron e 6 casos mediante la colocación de un anillo roscado de mayor tamaño, en 3 mediante

aporte de injerto y la colocación de un anillo de soporte atornillado de Muller, en otros 3 casos con importante pérdida de masa ósea se rellenó el defecto con injertos de hueso y se colocó temporalmente una prótesis bipolar siguiendo la técnica de Dautry, para ser reintervenidos más tarde colocando un anillo que fue roscado en un caso. Finalmente, los casos restantes han sido intervenidos más recientemente y en ellos hemos utilizado la reconstrucción del cotilo con injertos y la colocación de un anillo poroso fijado temporalmente con tornillos, como viene siendo nuestra técnica habitual en la actualidad.

Ascenso. En relación con las mediciones radiológicas señalaremos que el ascenso medido fue menor de 2 mm en 20 casos (30,8%), menor de 10 en 29 (45%) y mayor de 10 mm en 16 casos (24,6%). De estos 16 casos, en 9 fue necesario rescatar el anillo y uno esta pendiente de revisión. Otros 6 casos están asintomáticos hasta el momento y sometidos a controles periódicos para determinar el momento de la cirugía.

Anteversión. La medición de la anteversión con las plantillas no nos permitió obtener ningún resultado válido ya que pequeñas variaciones en la proyección radiológica invalidaban el método comparativo. En 5 casos hubo variaciones superiores o iguales a 10° y sólo dos de ellos correspondían a cotilos movilizados, pudiendo atribuirse en los restantes casos a defectos de medición o proyeccionales al igual que ocurre con las líneas de radiolucencia.

Discusión

Tasa de aflojamiento. El primer problema que se nos plantea se refiere al concepto de aflojamiento. Sin necesidad de recurrir a métodos sofisticados de estereofotogrametría (10), para nosotros la medición más fiable en las radiografías fue el ascenso del cotilo. Así estarían aflojados todos aquellos cotilos que tuvieran un ascenso radiológico superior a los 10 mm o bien entre 5 y 10 mm pero con importante dolor inguinal o a nivel glúteo.

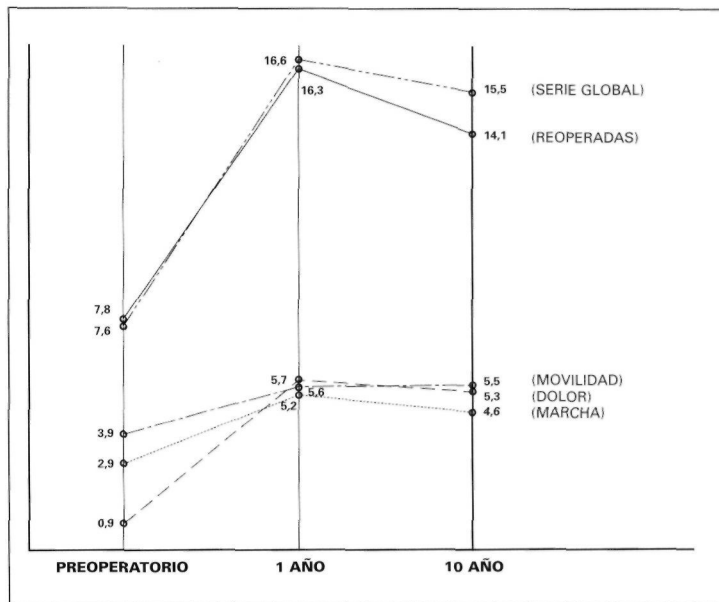


Fig. 3. Porcentaje de implantes con antigüedad superior a los 10 años (envejecimiento de la serie)

Aunque cualquier movilización radiológica traduce un fracaso en la fijación del implante, pensamos que un ascenso menor de 5 mm en un plazo de revisión tan largo como el que presentamos puede deberse al asentamiento inicial del cotilo o a fenómenos de remodelación ósea que no deben llevarnos de entrada a la sustitución del anillo.

La tasa de fracasos de los anillos roscados en nuestra serie es francamente alta (24%), pero es necesario hacer ciertas consideraciones sobre ella.

Desde el punto de vista metodológico debemos considerar que la tasa se refiere a aquellos pacientes que hemos revisado físicamente, y debido a la fidelidad de los mismos a nuestro centro pionero en la técnica, la mayoría de los pacientes que presentaron problemas con su implante acudieron o fueron remitidos al servicio. Esta cifra habría de ser menor si el número de fracasos se hubiera podido referir a la serie global.

Por otro lado, la revisión de las series publicadas con un seguimiento mínimo que supere los 5 años arrojan cifras similares (11, 12, 13, 14). Así Schmitt (14) confiesa haber rescatado sólo un 12,6% de sus cotilos, cuyo diseño es prácticamente idéntico al de Lord, en un plazo comprendido entre 7 y 12 años. Sin embargo reconoce haber encontrado signos de aflojamiento

Tabla 2.
Tasas de aflojamiento

Autor	Año	Tipo	Nº	Seguimiento	Aflojado	Rescates
Lord	1991	Lord	325	10-15		15%
Schmitt	1993	Lord+	77	7-12	33,3%	12,6%
Vaquero	1994	Lord	54	10-13	28%	24%
Fox	1994	T-TAP	68	5-9	38%	25%
Havelin	1995	Ti-Fit	300	>6		21%
Delauny	1997	Zweym	126	5-10	1,5%	0,75%

radiológico en un 33,3%, sin cuantificar la importancia del ascenso. En el otro extremo, Fox (11) refiere haber rescatado el 25% de sus cotilos roscados de titanio, presentando osteolisis progresiva en las radiografías realizadas el 38% y estando en opinión del autor pendientes de rescate (Tabla 2).

Finalmente, en un reciente trabajo sobre 126 anillos de Zweymuller seguidos entre 5 y 10 años, Delauny (15) nos sorprende con una tasa de revisión de tan sólo el 0,75% que tendrá que ser corroborada por nuevos estudios. *Tipos de aflojamiento encontrados.* El estudio detenido de los 16 casos de anillos movilizados en nuestra estadística, nos permite identificar una serie de patrones evolutivos, atreviéndonos a aventurar algunas hipótesis etiopatogénicas.

El primer grupo estaría integrado por aquellos cotilos que en el control radiológico realizado al cumplirse el primer año, se detecta un ascenso o un cambio de inclinación, y que no progresa en los controles anuales sucesivos. Este ascenso se podría atribuir al asentamiento inicial del cotilo y no sería preocupante ya que podríamos suponer que la cúpula tras fracasar el anclaje inicial de sus espiras en el momento de la carga, ha encontrado un fijación estable por apoyo en el hueso subcondral del fondo del cotilo ayudado quizás por una fijación fibrosa sólida. En estos casos hemos encontrado generalmente hueso entre las espiras del anillo.

Un segundo patrón estaría representado por aquellos anillos que emigran de forma progresiva. Generalmente el ascenso suele comenzar entre el primero y segundo años, alcanza los 5 mm a los 4-5 años y llega a superar los 10 mm a los 8-10 años. Podemos interpretar que estos anillos nunca tuvieron una fijación estable y son subsidarios de un rescate. Estos enfermos nos plan-

tean dudas cuando, estando totalmente asintomáticos o con mínimas molestias al iniciar la marcha que no limitan su actividad, acuden anualmente a revisión con signos radiológicos de movilización evidente. Será el buen criterio del cirujano el que establecerá el momento oportuno para la cirugía de rescate y se lo hará entender al paciente, antes de que la pérdida de hueso comprometa esta solución.

Finalmente existen casos en los que el anillo muestra una buena fijación inicial, con relleno óseo entre sus espiras, pero que a partir del quinto año comienza a ascender y a variar su ángulo de inclinación o de anteversión, traduciendo una evidente movilización. En algunos de nuestros pacientes hemos podido ver una excentricidad de la cabeza protésica dentro de la copa e incluso imágenes osteolíticas en la metáfisis femoral, que traducirían la existencia de granulomas de cuerpo extraño como reacción a las partículas de desgaste del polietileno. Estas mismas partículas se irían introduciendo entre el anillo y el hueso (Figura 4), dando lugar a una osteolisis que llevaría al fracaso del anclaje inicial (11). Sin embargo en otros pacientes, cuyos cotilos han tenido este mismo comportamiento, no hemos sido capaces de atribuir la movilización a la presencia de granulomas reactivos. Nos planteamos la posibilidad de que en estos casos, el fracaso sea debido a la osteoporomalacia involutiva de nuestros pacientes ya ancianos. Este idea se fortalece con el dato del trabajo de Hernández-Vaquero (16) que encuentra una tasa significativamente mayor de líneas radiolucen-tes en aquellos pacientes a los que se les colocó un anillo roscado sobre un hueso atrófico, para el cual la osteoporosis posterior puede representar una dramática pérdida de resistencia.

Factores etiológicos. La estabilidad inicial de los cotilos roscados es puramente mecánica y no requiere ningún tipo de crecimiento óseo. Se basa, como en cualquier tornillo, en la existencia de hueso entre las espiras suficientemente resistente como para resistir las fuer-

zas de compresión que se repartirán a lo largo de la interfaz. Además, el contacto de la copa con el fondo del acetábulo contrarresta la componente medial del vector de carga en bipedestación. Podemos por lo tanto individualizar algunos de los factores que pueden llevar al fracaso de la fijación.

Diseño del componente acetabular

Geometría cilíndrica: Se ha demostrado que tanto desde el punto de vista biomecánico (17) como clínico (18), el cotilo roscado hemisférico o en tronco de ogiva es superior al cilíndrico o al troncocónico. Numerosos trabajos realizados con cotilos cilíndricos han mostrado un índice de aflojamiento superior al 20% antes de los 5 años (19,9).

Paso de rosca: Kody (20) demostró sobre modelos en poliuretano que la solidez de la fijación depende del paso de rosca, sin que la variación sea tan evidente en el hueso de cadáver: las espiras más anchas, separadas y sin interrupciones ofrecen una mejor fijación. Además, una espira afilada permitirá una mejor penetración en el hueso y por lo tanto un mayor contacto con el implante.

Superficie del implante: Puppato y Engh (21), utilizando implantes de idéntico

diseño, encontraron mejores resultados cuando estos tenían un recubrimiento poroso. Delaunay (15) cita este factor como determinante en su bajo índice de aflojamientos.

Factores técnicos

Cirugía de revisión: El injerto óseo no parece ser un buen lecho para las espiras de un cotilo roscado. Su reabsorción, aunque sea parcial, llevará a la movilización del anillo. Al igual que a otros autores (22, 23), su utilización en los casos de rescate nos ha decepcionado.

Eliminación del hueso subcondral: La técnica original de Lord recomendaba el fresado de la cavidad acetabular eliminando el hueso subcondral hasta llegar al tejido esponjoso sangrante, y así lo hicimos en nuestros primeros casos, siendo estos los que ascendieron en mayor proporción ya que se elimina el efecto de tope de esta importante zona del cotilo, recayendo toda la responsabilidad de la fijación sobre las espiras.

Penetración de las espiras: La profunda penetración de las espiras en el hueso es fundamental para la obtención del contacto entre el hueso y el implante y el reparto de

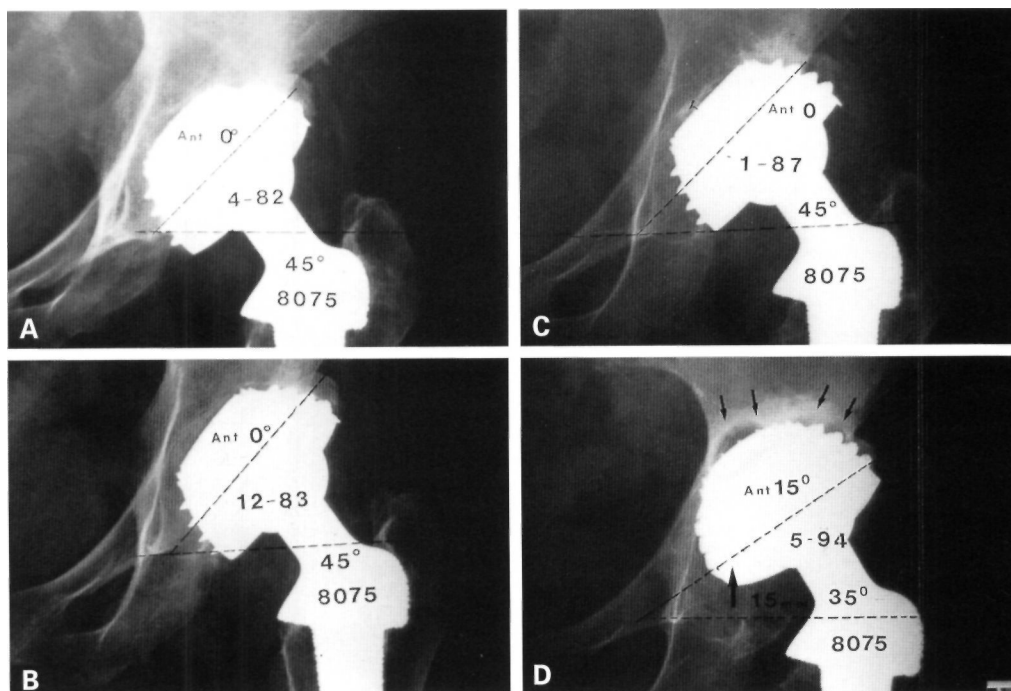


Fig. 4. Control al mes (a) y a los 21 meses (b) de la implantación de un cotilo de tord sin grandes diferencias apreciables. Nótese la excentricidad de la cabeza a los 5 años (c) y el aflojamiento con ascenso e importante reabsorción en la parte superior del cotilo a los 12 años.

presiones. Convencido de esta necesidad, Lord diseñó una terraja cuya utilización era imprescindible para roscar el anillo, sobre todo en nuestra experiencia en aquellos casos de gran esclerosis subcondral, mejorando el enterramiento de las espiras y su resistencia a ser arrancado (24). La dificultad para encontrar el camino labrado y el diseño de unas espiras más afiladas le hicieron abandonar este paso en la técnica. Sin embargo, los trabajos experimentales de Schimmel y Huiskes (25) en los cuales se roscaban dos anillos por el propio Lord en hueso cadavérico, demostraron que el contacto se realiza sólo a nivel de las espiras dando lugar a una alta concentración de presiones en estos puntos, sobre todo en la primera y última espira (26).

Correcta colocación del anillo: La correcta colocación del anillo exige una penetración completa del mismo hasta obtener el contacto en el fondo, así como una correcta inclinación para evitar en ambos casos que queden espiras que no muerdan hueso. La utilización de anillos en tronco de ogiva plantea numerosas dificultades en este aspecto frente a los anillos hemiesféricos, hasta el punto de ser necesario un aparataje de centrado para que la cúpula encaje en el lecho labrado. Es evidente que la incorrecta colocación dejará un espacio sin colmar en el fondo del acetábulo así como algunas espiras no roscadas comprometiendo su estabilidad.

Factores biomecánicos

Rigidez del anillo: Los trabajos de Massin (27) sobre hueso de cadáver así como los estudios de elementos finitos realizados por Huiskes (26) demostraron que la implantación de un

cotilo roscado a fondo conlleva unas importantes fuerzas de tracción periféricas, un aumento muy importante de la rigidez del cotilo y la aparición de fuerzas de tensión muy elevadas que podrían llevar a la remodelación ósea con la subsiguiente esclerosis siguiendo las leyes de Wolf pero que en muchos casos lo que van a producir es la necrosis ósea y la sustitución por tejido fibroso.

Interfaz entre el hueso y el implante: Bien sea debido a la necrosis periprotésica o a la existencia de micro-movimientos en la interfaz, lo cierto es que existe generalmente una membrana fibrosa de interposición alrededor del anillo roscado que Bobyn (28) detectó en una necropsia ya a los dos años y que nosotros hemos visto con mayor grosor por la movilización en nuestros rescates. Para algunos autores (11) sería esta unión permeable la que permitiría el paso de partículas de polietileno, agravando la osteolisis y explicando algunos aflojamientos tardíos.

Algunos factores de índole general implicados por ciertos autores en el aflojamiento de los cotilos roscados como la edad o el sexo (9), tendrían en nuestra opinión mucha menor importancia .

Conclusión. La atractiva idea de la fijación del componente acetabular mediante roscado, reforzada por la impresión de solidez obtenida intraoperatoriamente en el momento de su colocación, no ha sido refrendada por el paso del tiempo, debiendo ser abandonada en el momento actual . Por desgracia los seguimientos a largo plazo no suelen estar disponibles cuando un cirujano se decide a utilizar un nuevo implante. ■■■■■

Bibliografía

1. **Charnley, J.A.** The bonding of prosthesis to bone by cement. *J. Bone Joint Surg.* 1964; 46B:518.
2. **De Lee, J.G.; Charnley, J.** Radiological demarcation of cemented sockets in total hip replacement. *Clin. Orthop.* 1976;121:20-32.
3. **Stauffer, R.N.** Ten year follow-up study of total hip replacement, with particular reference to roentgenographic loosening of the components. *J. Bone Joint Surg.* 1990;64A:983-990.
4. **Atienza Lopez J., Barrientos Valcarce J., Muñoz Jimenez A., Vaquero Martin J.** El uso del cemento óseo (polimetilmetacrilato) en la fijación de las artroplastias. Estudio experimental. *Rev. Ortop.Traum.* 1986; 30 (6):611-631.
5. **Ring P.A.** Complete replacement of the hip by Ring prosthesis. *J. Bone Joint Surg.*1968; 50B: 720-731.
6. **Mittelmeier H.** Zementlose Verankerung von Endoprothesen nach dem Tragrippenprinzip. *Z. Orthop.*1974; 112:27.
7. **Lord G., Marotte J.H., Blanchard J.P., Guillamon J.L., Gory M.** Pour un ancrage biologique sans ciment des arthroplasties totales de hanche. Premier bilan sur 200 protheses madreporiques. *Rev. Chir. Orthop.*1978; Suppl.II: 5-13.
8. **Vaquero J., Muñoz A., Guisasaola I., Alvarez C.** Prótesis madreporicas de cadera. Diez años después. *Rev. Ortop. Traum*1994; 38(5):377-382.
9. **Bruijn J.D., Seelen J.L., Feenstra R.M., Hansen B.E., Bernoski F.P.** Failure of the Mecring screw-ring acetabular component in total hip arthropasty. A three to seven-year follow-up study. *J.Bone Joint Surg.* 1995; 77A: 760-766
10. **Snorrason F, Karrholm J.** Primary migration of fully threaded acetabular prostheses. A roentgen stereophotogrammetric analysis. *J. Bone Joint Surg.* 1990; 72:647-652.
11. **Fox G.M., McBeath A.A., Heiner J.P.** Hip replacement with a threaded acetabular cup. A follow-up study. *J. Bone Joint Surg.*1994; 76A:195-201.
12. **Havelin L.I., Vollset S.E., Engesaeter L.B.** Revision for aseptic loosening of uncemented cups in 4352 primary total hip prostheses. A report from the Norwegian Arthroplasty Register. *Acta Orthop. Scand.*1995; 66(6):494-500.
13. **Lord G., Marotte J.H., Blanchard J.P., Guillamon J.L., Servant J., Samuel P.** Notre expérience avec les prothèses sans ciment. Curso sobre artroplastias no cementadas de cadera (I.Kempf). Strasbourg, Septiembre 1991.
14. **Schmitt D, Bigard O., Bresler F, Mole D, Bernard P.** Résultats à long terme de deux composants cotyloïdiens non cimentés dans les prothèses totales de hanche. *Int. Orthop.* 1993;17:357-364.
15. **Delaunay C.P., Kapandji A.I.** Acetabular screw rings and surface treatment. *Clin.Orthop.* 1997; 340:130-141.
16. **Hernández-Vaquero D., Suarez-Vazquez A., Fernández-Corona C, Menéndez-Vinuela G., Alegre-Mateo R, García-Sandoval M.A.** Loosening of threaded acetabular cups in arthroplasty of the hip. The association with different types of coxarthrosis. *Int. Orthop.*1996; 20:74-76.
17. **Bancel Ph.** Un composant acétabulaire sans ciment d'arthroplastie totale de hanche: l'anneau vissé. Tesis Doctoral. Universidad de Saint-Antoine. Paris, 1982.
18. **Alossa E, Brach del Prever EM, Massé A, Gallinaro P.** Cotili protesici avvitati: analisi della sopravvivenza ad otto anni. *Giorn. Ital. Ortop. Traum.* 1993;XIX(1):13-18.
19. **Engh C.A., Griffin W.L., Marx C.L.** Cementless acetabular components. *J. Bone Joint Surg.* 1990; 72B:53-59.
20. **Kody M.H., Kabo J.M., Markolf K.L., Dorey F.J., Amstutz H.C.** Strength of initial mechanical fixation of screw ring acetabular components. *Clin. Orthop.*1990; 257:146-153.
21. **Pupparo F, Engh C.A.** Comparison of porous-threaded and smooth-threaded acetabular components of identical design. Two-to four -year results. *Clin. Orthop.*1991; 271:201-206.
22. **More R.C., Amstutz H.C, Kabo J.M., Dorey F.J., Moreland J.R.** Acetabular reconstruction with threaded prosthesis for failed total hip arthroplasty. *Clin. Orthop.*1992; 282:114-122.
23. **Witvoet J., Darman P, Christel P, Fumery F.** Arthroplastie totale de hanche avec anneau cotyloïdien en titane vissé. Devenir de 446 prothèses avec un recul moyen de 4 ans.*Rev. Chir. Orthop.* 1993;79:542-552.
24. **Favard L, Bonnard C, Burdin P, Rosset P., Bertrand P, Queguiner A.** Etude expérimentale de la fixation primaire des cotyles vissés. Influence du taraudage préalable. *Rev. Chir. Orthop.* 1992;78:223-227.
25. **Schimmel J.W., Huiskes R.** Primary fit of the Lord cementless total hip. A geometric study in cadavers. *Acta Orthop. Scand.*1988; 59:638-642.
26. **Huiskes R.** Finite element analysis of acetabular reconstruction. Non cemented threaded cups. *Acta Orthop. Scand.* 1987; 58:620-625.
27. **Massin P, Landjerit B., Roy-Camille R., Thourat M., Jacquard-Simon N.** Les déformations du cotyle en charge avant et après l'implantation prothétique. Etude expérimentale. *Rev. Chir. Orthop.* 1993; 79:89-98.
28. **Bobyn J.D., Engh C.A., Giassman A.** Radiography and histology of a threaded acetabular implant. One case studied at two years. *J. Bone Joint Surg.* 1988; 70B:302-304.