

Indicaciones del vástago cementado en la cirugía de revisión de prótesis total de cadera

Cemented femoral revision surgery in total hip arthroplasty

A. LIZAU UTRILLA

SERVICIO DE TRAUMATOLOGÍA Y CIRUGÍA ORTOPÉDICA. HOSPITAL GENERAL DE ELDA (ALICANTE).

Resumen. La causa más frecuente del fracaso de la prótesis total de cadera en cirugía primaria es el aflojamiento aséptico del vástago, tanto en los cementados como en los no cementados, aunque por causas diferentes: En los cementados la causa primera es mecánica, por debilitamiento del manto de cemento, y en los no cementados es biológica, por formación de tejido fibroso y no de hueso intrapórico. En los cementados el aflojamiento suele iniciarse tardíamente, pero una vez presente progresa rápidamente; mientras que en los vástagos no cementados la aparición de radiolucencias suele ser más precoz, pero de progresión lenta. Tras cirugía de revisión del vástago la complicación más frecuente sigue siendo el aflojamiento aséptico en ambos tipos de vástagos. Las ventajas de utilizar en cirugía de revisión un vástago cementado son que pueden asociarse antibióticos, que el cemento obstruye el paso de partículas de polietileno a la metafisis femoral y que es posible una buena adherencia aún con mala calidad ósea; el inconveniente es la mayor dificultad de la extracción en caso de fracaso. Las ventajas de utilizar para revisión un vástago no cementado son que es posible el crecimiento óseo sobre un lecho refrescado o cubierto de injertos y que la extracción en caso de fracaso es menos dificultosa; pero el inconveniente es que para propiciar el crecimiento óseo intrapórico es preciso el íntimo contacto entre lecho, o injerto, e implante, lo que no siempre es posible en los casos de revisión o de mala calidad ósea. En la literatura, los resultados en cirugía de revisión con uno u otro vástago son francamente contradictorios, pero todos parecen coincidir en que la elección del vástago depende de varios factores, como la esperanza de vida, demanda de actividad, obesidad, calidad de hueso, cantidad de hueso remanente en el fémur proximal y geometría del mismo. El principal factor es la calidad ósea: Ante buena calidad, los resultados suelen ser favorables, indistintamente del tipo de vástago utilizado; pero ante mala calidad ósea los resultados suelen ser peores con vástagos no cementados.

Summary. The most frequent cause of failure in primary total hip arthroplasties is the aseptic loosening of the femoral component, either in the cemented or uncemented stems, occurring by different causes. In the cemented stems the first cause is mechanical due to weakening of the cement mantle whereas uncemented stems loosen because of fibrous tissue ingrowth into the pores instead of bone. In cemented femoral stems, loosening tends to begin lately, but once it occurs the progression is fast. Uncemented stems may show radiolucent lines early, but its progression is slower. After a revision femoral component, the most common complication continues being aseptic loosening in both types of stems. Several advantages support the use of cemented femoral stems; the cement can be associated to antibiotics while obstructing the migration of polyethylene particles into the femoral metaphysis, in addition, a good adherence can be achieved with bony poor quality. The disadvantage is the difficulty of extraction in the event of failure. The advantages of using uncemented stems are the possible bone ingrowth on a refreshed bone bed or bone grafts, and that the extraction of the stem in the event of failure is less difficult. However, bone ingrowth into the pores requires such good contact between the implant and the recipient that is difficult to obtain in revision surgery with poor bone quality. In the literature, the results in revision surgery with one or other type of stem are very contradictors, but a consensus seem to exist in that the election of the type of femoral component depends on several factors like life expectancy, activity requirement, obesity, bone quality, quantity of remnant bone stock and geometry of the proximal femur. The most important factor in the durability of revision hip arthroplasty is the bone quality: with good bone quality the results tend to be favorable, regardless of the type of used stem; but with poor bone quality the results tend to be worse with uncemented femoral components.

Introducción. La indicación de utilizar vástagos cementados o no en la cirugía protésica de la cadera continua siendo controvertida, tanto en cirugía primaria como en revisión, fundamentalmente debido a los problemas derivados de la duración de la fijación del implante. Se han obtenido buenos y malos resultados con unos y otros, y los continuos avances tecnológicos hacen que debamos ser cautos en nuestras opiniones. En esta actualización nos referiremos exclusivamente a la problemática del vástago.

Los resultados en la cirugía primaria de las primeras prótesis cementadas fueron desalentadores (1-5) por los problemas de fijación que conllevaban, los cuales, referidos al vástago, aumentaban en frecuencia a medida que era mayor el tiempo de seguimiento. Así, con la llamada «primera generación», tanto en diseño del vástago como en la técnica de cementación, de prótesis cementadas en cirugía primaria (6) se presentaron problemas mecánicos del 5 % a los 2-4 años, y de hasta el 40 % a los 15 años, precisándose revisión aséptica del vástago en el 5 al 22 % de los casos. Como se observa en la Tabla 1, los resultados descritos, respecto a la tasa de revisión aséptica en vástagos cementados, son muy dispares debido fundamentalmente a las distintas metodologías de estudio y materiales utilizados.

Esta razón de fracaso de la fijación, junto a la necesidad de preservar el substrato óseo, hizo que cobrase impulso la utilización de vástagos no cementados, aunque se comprobó que tampoco estaban exentos de fracasos de fijación (7-10). Es difícil comparar resultados entre los dos tipos de vástagos, por los diferentes tiempos de seguimiento y tipo de implantes y técnicas utilizadas. Si en los cementados aumenta cronológicamente la tasa de revisión aséptica del vástago, en los no cementados (Tabla 2) el fracaso suele ser más precoz, y aunque el resultado aparente es mejor en las no cementadas debería esperarse a sacar conclusiones a que los tiempos de seguimiento de estas últimas fueran mayores.

Para sentar unas indicaciones del tipo de vástago a utilizar en las revisiones es preciso

conocer las causas que condujeron al fracaso, las cuales son comunes a ambos tipos de vástagos (1,7,11-16): predomina el aflojamiento aséptico en el 70-80 % de los casos, seguido a distancia de infección profunda (2-10 %), luxación (2-5 %), fractura femoral (2-5 %) y rotura de los componentes protésicos (1-2 %).

Sistemas de fijación del vástago.

Dado que el aflojamiento aséptico del vástago es la causa más frecuente de fracaso (17) y en la que no intervienen más factores que el propio sistema de fijación de la prótesis, lo tomaremos como ejemplo para comparar los vástagos cementados con los no cementados.

El aflojamiento aséptico puede involucrarse con la pérdida de hueso y el diseño del implante. Debe distinguirse entre aflojamiento clínico (sin evidencia radiológica, pero con dolor persistente, tras descartar la infección) y aflojamiento radiológico: Presencia de líneas radiolucidas de más de 2 mm, progresivas o circunferenciales; cambio de posición del implante u osteolisis manifiesta. Si bien es verdad que no existe una

Correspondencia:

Dr. Alejandro Lizaur Utrilla
Servicio de Cirugía Ortopédica
Hospital General de Elda
Ctra. Elda-Sax, s/n
03600- ELDA (Alicante)
Fax:96 6989022

Tabla 1.

Protésis totales de caderas primarias, cementadas de primera generación

Autor	Nº Casos	Seguimiento (años)	% Revisión aséptica vástago
Collis, 1984 ¹	51	7	8
Charnley, 1973 ³	106	9-10	1
Sutherland, 1982 ²	100	10	13
Alegre, 1996 ¹¹	97	10	12
Older, 1986 ¹⁷	153	10-12	5
Kavanagh, 1989 ²⁰	166	15	13
McCoy, 1988 ²²	100	15	4
Collis, 1991 ⁷	44	12-18	22
Neumann, 1994 ¹⁵	103	15-20	7
Wroblewski, 1986 ⁵	32	15-21	15

Tabla 2.

Protésis totales de caderas primarias no cementadas

Autor	Nº Casos	Seguimiento (años)	% Revisión aséptica vástago
Gustilo, 1989 ¹⁸	69	5	3
Kim, 1992 ²⁸	82	5	5
Mont, 1993 ¹⁴	44	5	2
Goetz, 1994 ¹²	88	4-8	12
Martell, 1993 ²⁹	121	5-7	3
Heekin, 1993 ¹³	100	5-7	1
Owen, 1994 ¹⁶	241	2-9	2
Engl, 1990 ⁹	959	2-12	10
Engl, 1997 ⁷	174	10-13	2

clara correlación clínica y radiológica cuando las líneas son menores de 2 mm. Es difícil la valoración objetiva de dichas líneas, clasificándose usualmente el aflojamiento como posible, probable o definitivo, lo que impide la correcta comparación de las series.

Vástagos cementados

El aflojamiento aséptico en los vástagos cementados es la pérdida de fijación del cemento al hueso huésped. Se ha comprobado (18-19), que en los vástagos bien fijados a largo plazo el cemento estaba en íntimo contacto con el hueso, sin evidencia de membrana fibrosa interpuesta; el cemento se rodeaba de hueso viable con osteoblastos activos. No así en los vástagos fallidos, en los que la interfase hueso-cemento estaba ocupada por tejido fibroso. Al parecer, la causa desencadenante de la pérdida de fijación no es biológica, sino debida primariamente a causas mecánicas (18,20) probablemente a la fractura por fatiga del manto de cemento, siendo las partículas desprendidas las responsables de iniciar el proceso inflamatorio que culmina con el aflojamiento y la osteolisis. Dependiendo de las propiedades mecánicas del cemento utilizado, grosor del manto y técnica empleada, este puede sufrir mayor o menor estrés, fragilizándose y fracturándose, y liberar partículas de polimetilmetacrilato. Ante estas partículas surge una respuesta inflamatoria (21) con aparición de granulomas de cuerpo extraño, macrófagos e histiocitos, formándose una membrana de tejido conectivo que crea un espacio en la interfase y conduce al aflojamiento del implante. Estas células aumentan la producción local de sustancias (Interleukina I, prostaglandinas E2 y colágena) que inducen a la necrosis y reabsorción óseas, perpetuando y haciendo progresar el aflojamiento.

Pero la osteolisis no solo se debe a las partículas libres de metacrilato, sino que, además, la fractura del manto proximal de cemento puede permitir el acceso al hueso hospedador de partículas de polietileno del cotilo y de partículas metálicas del vástago, haciendo progresar la osteolisis (12,19,22).

Así, la longevidad de la fijación y supervivencia del implante cementado viene determinada por la integridad del manto de cemento, y por tanto, de sus propiedades mecánicas. Las causas de debilitamiento del cemento son varias (19,21,23,24): a) Factores biológicos del propio hueso; b) Factores mecánicos: De transmisión de fuerzas sobre el cemento, que dependen del propio cemento (calidad y preparación) o del vástago (la posición en varo sobrecarga al cemento, los bordes cortantes concentran fuerzas, las estrechas anteroposteriormente producen una mala distribución de fuerzas, el sobretamaño produce pérdida de densidad ósea, con osteolisis en metafisis y endocortical diafisaria); c) Factores mecánicos del vástago: El Cromo-Cobalto es rígido, con un alto módulo de elasticidad lo que aumenta las sollicitaciones mecánicas sobre el vástago y en la punta del mismo (*stress shielding*), pero disminuye las sollicitaciones sobre el cemento; el Titanio es más flexible, con menor módulo de elasticidad, aumentando las sollicitaciones tanto sobre el hueso proximal (calcar) como sobre el cemento proximal (fatiga).

Vástagos no cementados

Con los vástagos no cementados con recubrimiento poroso, se busca una fijación biológica estable mediante el crecimiento de hueso en el interior de los poros. Pero en la práctica (25) este crecimiento óseo solo ocurre en el 10 % del total de superficie porosa, pues de ella solo el 30% es poro (el resto es interporo), y dentro del poro solo el 30% del tejido formado es hueso. Se ha comprobado que la fijación a largo plazo es mediante una combinación de tejido fibroso y penetración ósea en la superficie porosa y de encapsulamiento fibroso en la zona no porosa; lo cual, no obstante, puede aportar suficiente estabilidad (25,26).

Para propiciar el crecimiento óseo intrapórico es necesario (8,25,27,29): a) Estabilidad inicial suficiente (presión metafisaria o diafisaria), e íntimo contacto entre la superficie porosa y el hueso receptor; la movilidad conduce a la aparición de mem-

brana fibrosa en la interfase hueso-implante; b) Una suficiente cantidad de superficie porosa: a mayor superficie mayor probabilidad; pero a su vez los vástagos completos con poros conducen a mayores pérdidas de densidad ósea y a mayor área de reabsorción ósea (23); c) Adecuada calidad del hueso hospedador, ya que cuanto peor menor capacidad osteogénica, incluidos los injertos óseos (8).

Además, la no utilización de cemento puede facilitar el acceso de partículas de polietileno acetabular al área articular (12) y, por tanto, favorecer el aflojamiento en el hueso femoral proximal.

Cementación actual

La realidad es que existe aflojamiento con los dos tipos de vástagos (3,12,26,30,31), por lo que se introdujeron las técnicas de cementación llamadas de segunda y tercera generación, tanto en la técnica de cementado como en el diseño del implante. A nivel del vástago, se hicieron más resistentes (Titanio y Cromo-Cobalto forjado, este último más rígido y con menores sollicitaciones sobre el cemento proximal); más anchas para mejor distribución de fuerzas, con bordes romos, y rectas para un mejor centraje y evitar puntos de contacto directo entre vástago y hueso. Las modernas técnicas de cementación (19,30,32-35) persiguen reducir la porosidad para aumentar su resistencia, mediante: mezcla en vacío a baja presión; centrifugación y presurización (tapón distal, pistola o jeringa y relleno retrógrado); además de un adecuado tratamiento del lecho óseo: meticulosa extracción del cemento anterior, refrescamiento del lecho óseo esclerótico, limpieza por cepillado del lecho, lavado pulsátil, isquemia local (adrenalina), vástagos prerrecubiertos, y utilización de adecuado vástago en forma y tamaño que permita un espesor del manto de cemento de al menos 2 mm (21).

Con estas modernas técnicas de cementación se obtienen resultados más favorables en la cirugía primaria, descendiendo al 1-6% las revisiones con las de segunda gene-

ración (9,32,34-37) y al 1-3% con las de tercera (33,38-40).

Resultados tras la cirugía de revisión.

Ya hemos dicho que la principal causa de revisión de vástagos es el aflojamiento aséptico, con ambos tipos. Es difícil comparar los resultados tras la revisión por esta causa entre ambos tipos, cementados (Tabla 3) y no cementados (Tabla 4) por los distintos seguimiento, geometría del implante, métodos de valoración, etc., por lo que no hemos podido realizar un metaanálisis comparativo. En general, se refieren buenos resultados con ambos, dependiendo de la preferencia del autor en la cirugía primaria, lo que implica sentar la indicación dependiendo de la confianza subjetiva en el tipo de implante.

Realizamos un estudio retrospectivo de los casos de revisión aséptica del vástago con seguimiento de al menos cinco años de varios hospitales. Recogimos 45 casos de los que 29 habían tenido cirugía primaria cementada y 16 no cementada, realizándose recambio cementado del vástago en 14 y no cementado en 31. La muestra es pequeña para ser representativa, pero sí es orientativa. Tras al menos cinco años de la revisión había signos de aflojamiento, posible o definitivo, en el 50% de las revisiones

Tabla 3.
Revisión cementada de prótesis totales de cadera

Autor	Nº Casos	Años	% Aflojamiento*	% Revisión*
Raut, 1995 ³²	351	6	7	3
Izquierdo, 1994 ⁴¹	148	6	9	3
Pierson, 1994 ⁴²	29	8	14	7
Marti, 1990 ³⁶	60	9	20	7
Katz, 1995 ³³	82	10	10	6
Estok, 1994 ⁹	38	12	20	10
G ^o -Cimbrello, 1995 ⁴¹	180	16	22	16

(* Referido sólo al vástago)

Tabla 4.
Revisión no cementada de prótesis totales de cadera

Autor	Nº Casos	Años	% Aflojamiento*	% Revisión*
Hedley, 1988 ³¹	61	2	9	-
Cameron, 1994 ⁵¹	91	2-6	-	6
Gustilo, 1988 ⁵²	57	3	9	-
Hussamy, 1994 ⁵³	41	3-6	5	0
Engl, 1988 ³³	127	3-10	4	4
Lawrence, 1994 ⁴⁰	93	5-13	11	10

(* Referido sólo al vástago)

cementadas y 38% de las no cementadas. En las primeras el aflojamiento suele ser más tardío, pero progresivo, por lo que a tenor de la literatura es presumible que aumente la tasa, en cambio en las revisiones no cementadas suelen aparecer más precozmente signos de aflojamiento posible, pero no progresan tanto. Hubo de realizar un nuevo recambio del vástago, o existía la indicación formal para ello por aflojamiento aséptico, en 5 casos (36%) de las revisiones cementadas y en 3 casos (10%) de las no cementadas ($p=0'04$), lo que representaba que se realizó re-revisión de la totalidad de los casos de aflojamiento definitivo en las primeras y de la mitad de las segundas, ya que en estas era más tolerable por el paciente. Además de estos fracasos asépticos, hubo recambio o extracción por infección en dos casos tras revisión cementada y en un caso tras no cementada.

Tras la cirugía de revisión del vástago, las complicaciones son similares con ambos tipos de implantes (31,41-47), volviendo a sobresalir el aflojamiento aséptico en el 5-20% de los casos de fracaso, seguido de la luxación (5-15%), fractura femoral (2-9%), infección (2-5%), rotura del vástago (0-2%), junto a problemas trocánteros (20-25%) y problemas del nervio ciático (0-1%). Kavanagh y cols. (48) estudiaron las causas de fracaso tras revisiones múltiples cementadas, excluida la infección, y observaron que persistía el aflojamiento aséptico como primera causa seguida de la luxación.

Los recambios plantean una serie de problemas con ambos vástagos (30) como es la necesidad de una curva de aprendizaje larga y la mayor tasa de fracasos con mayor frecuencia de re-recambios (por aflojamiento), más fracturas por la extracción, más infección y cada vez peor calidad y cantidad de hueso remanente.

Criterios de elección del vástago en revisiones. A favor de la utilización del cemento podemos citar (12,14,47,48) que el vástago se apoya en el cemento, el cual tiene un bajo módulo de elasticidad (18); que el cemento obstruye el acceso de

partículas de polietileno, siempre que el manto esté íntegro (12,21); que la asociación con antibióticos es una eficaz profilaxis de la infección; y que puede haber adherencia del cemento aún con mala calidad ósea. En su contra, que en caso de fracaso, aumenta la dificultad y complicaciones de su extracción y que las partículas de metacrilato propician la aparición de osteolisis.

A favor de la utilización de vástagos no cementados (8,13,25,27,28) está que es posible el crecimiento óseo sobre el lecho óseo refrescado o con injertos, que en caso de fracaso produce menor deterioro del substrato óseo y suele ser más fácil la extracción, y que aunque presenta mayor frecuencia de líneas radiolucientes, es menor la tasa de aflojamientos definitivos. En contra, que hay mayor probabilidad de fallo ante mala calidad ósea (por menor osteogenicidad) y que en el caso de las revisiones puede ser frecuente la ausencia de contacto íntimo hueso-poro.

Así, ante la revisión por aflojamiento aséptico la elección del tipo de vástago cementado dependerá de (36,41,42,46,47,49): La esperanza de vida (Mayores de 70 años); demanda de actividad, sobre todo en obesos; calidad del hueso (poco potencial osteogénico, artropatías inflamatorias, y riesgo de fracturas al refrescar el lecho óseo); cantidad de hueso remanente (defectos junto a mala calidad, con o sin injerto dependiendo del grado del defecto); geometría deforme del fémur proximal, con un contorno no óptimo para el contacto necesario en las no cementadas (como en la metafisis en copa de champán o deformidad tras fractura u osteotomía, que no puedan ser reconstruidas con injertos); si intraoperatoriamente no se obtiene una fijación estable con no cementada, es preferible cambiar de estrategia.

Si el mayor reparo en la elección es la calidad ósea, la literatura nos muestra datos frecuentemente contradictorios. Con ambos vástagos se obtienen mejores resultados ante una buena calidad ósea (30,41,49), pero en presencia de mala calidad son peores los resultados con no

cementados. (19) No obstante, ante osteolisis francas y sin utilización de injertos, se han referido excelentes resultados tanto con vastagos cementados en los que el cemento rellena el defecto (5,47,50), como con vástagos porosos en los que ha habido relleno espontáneo de hueso (29,31,45).

En resumen, se han obtenido buenos resultados tras cirugía de revisión con ambos tipos de vástagos, cementados, (38,41,44,46,47) o no (31,42,43,45,51), y los continuos avances pueden hacernos variar frecuentemente de opinión, por lo que actualmente no se puede dogmatizar

sobre este tema. Aunque actualmente no es posible una adecuada comparación de resultados tras cirugía de revisión del vástago, a tenor de la literatura nos inclinaríamos por utilizar en primera instancia vástagos no cementados, con aporte de injerto si fuera necesario, dado el gran riesgo de sucesivos fracasos; seleccionando el vástago cementado en los casos de pacientes mayores de 70 años, con muy mala calidad ósea, artropatías inflamatorias (Artritis reumatoide, Paget, etc.) o cuando la causa del recambio sea la infección, para utilizar cemento con antibióticos. ■■■■■

Bibliografía

1. Collis D. KCe ed total ment hip replacement in patients who are less than 50 years old. *J Bone Joint Surg* 1984; 66A:353-9.
2. Collis DK. Long-term (twelve to eighteen-year) follow-up of cemented total hip replacements in patients who are less than fifty years old. A follow-up note. *J Bone Joint Surg* 1991; 73A:593-7.
3. Freeman MAR, Tennant RE. Cemented versus cementless hip fixation. *Instr Course Lectures* 1991; 40:135-9.
4. Sutherland CJ, Wilde AH, Borden LS, Marks KE. A ten-year follow-up of one hundred consecutive Müller curved-stem total hip replacement arthroplasties. *J Bone Joint Surg* 1982; 64A:970-82.
5. Wroblewski BM. 15-21-year results of the Charnley low-friction arthroplasty. *Clin Orthop* 1986;211:30-5.
6. Charnley J, Cupic Z. The nine and ten year results of the low-friction arthroplasty of the hip. *Clin Orthop* 1973; 95:9-25.
7. Engh CA, Culpepper WJ II, Engh CA. Long-term results of use of the anatomic medullary locking prosthesis in total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg* 1997; 79A:177-84.
8. Engh CA, Massin P, Suthers KE. Roentgenographic assessment of the bilogic fixation of porous-surfaced femoral components. *Clin Orthop* 1990; 257:107-28.
9. Estok DM II, Harris WH. Long-term results of cemented femoral revision surgery using second-generation techniques. An average 11.7-year follow-up evaluation. *Clin Orthop* 1994; 299:190-202.
10. Gustilo RB, bechtold JE, Giacchetto J, Kyle RF. Rationale, experience, and results of long-stem femoral prosthesis. *Clin Orthop* 1989; 249:159-68.
11. Alegre Mateo R, Suárez Vázquez A, García Sandoval MA, Menéndez Vihuela G, Hernández Vaquero D. Artroplastia total de cadera de baja fricción. *Rev Ortop Traumatol* 1996; 40:415-9.
12. Goetz DD, Smith EJ, harris WH. The prevalence of femoral osteolysis associated with components inserted with or without cement in total hip replacements. *J Bone Joint Surg* 1994; 76A:1121-9.
13. Heekin RD, Callaghan JJ, Hopkinson WJ, Savory CG, Xenos JS. The porous-coated anatomic total hip prosthesis, inserted without cement. *J Bone Joint Surg* 1993; 75A:77-91.
14. Mont MA, Maar DC, Ktackow KA, Jacobs MA, Jones LC, Hungerford DS. Total hip replacement without cement for non-inflammatory osteoarthritis in patients who are less than forty-five years old. *J Bone Joint Surg* 1993; 75A:740-51.
15. Neumann L, Freung KG, Sorenson KM. Long-term results of Charnley total hip replacement. Review of 92 patients at 15 to 20 years. *J Bone Joint Surg* 1994; 76B:245-51.
16. Owen TD, Moran CG, Smith SR, Pinder IM. Results of uncemented porous-coated anatomic total hip replacement. *J Bone Joint Surg* 1994; 76B:258-62.
17. Older J. Low-friction arthroplasty of the hip. A 10-12-year follow-up study. *Clin Orthop* 1986;211:36-42.
18. Jasty M. Why cemented femoral component become loose. *Instr Course Lectures* 1991; 40:151-9.
19. Salvati EA, Huo MH, Buly RL. Cemented total hip replacement. Long-term results and future outlook. *Instr Course Lectures* 1991; 40:121-34.
20. Kavanagh BF, Dewitz MA, Ilstrup DM, Stauffer RN, Coventry MB. Charnley total hip arthroplasty with cement. Fifteen-year results. *J Bone Joint Surg* 1989; 71 A:1496-503.
21. Noble PC, Tullos HS, Landon GC. The optimum cement mantle for total hip replacement. Theory and practice. *Instr Course Lectures* 1991; 40:145-50.
22. McCoy TH, Salvati EA, Ranawat CS, Wilson PD Jr. A fifteen-year follow-up study of one hundred Charnley low-friction arthroplasties. *Orthop Clin North Am* 1988; 19:467-76.
23. Engh CA, Bobyn JD. The influence of the stem size and extent of porous coating on femoral bone resorption after cementless hip arthroplasty. *Clin Orthop* 1988; 231:7-28.
24. Mallory TH. Femoral component geometry. A factor in total hip arthroplasty durability. *Clin Orthop* 1987; 223:208-12.
25. Cook SD, Thomas KA, Haddad RJ Jr. Histologic analysis of retrieved human porous-coated total hip components. *Clin Orthop* 1988;2 34:90-101.

26. **Rothman RH, Cohn JC.** Cemented versus cementless total hip arthroplasty. A critical review. *Clin Orthop* 1990; 254:153-69.
27. **Collier JP, Mayor MB, Chae JC, Surprenant VA, Surprenant HP, Dauphinais LA.** Macroscopic and microscopic evidence of prosthetic fixation with porous-coated materials. *Instr Course Lectures* 1991; 40:97-9.
28. **Kim Y-H, Kim VEM.** Results of the Harris-Galante cementless hip prosthesis. *J Bone Joint Surg* 1992; 74B:83-7.
29. **Martell JH, Pierson RH III, Jacobs JJ, Rosenberg AG, Maley M, Galante JO.** Primary total hip reconstruction with a titanium fiber-coated prosthesis inserted without cement. *J Bone Joint Surg* 1993; 75A:554-71.
30. **Callaghan JJ.** Results and experiences with uncemented and hybrid primary total hip replacements. *Instr Course Lectures* 1991;40:117-9.
31. **Hedley AK, Gruen TA, Ruoff DP.** Revision of failed total hip arthroplasties with uncemented porous-coated anatomic components. *Clin Orthop* 1988; 235:75-90.
32. **Harris WH, McGann WA.** Loosening of the femoral component after use of the medullary-plug cementing technique. Follow-up note with a minimum five-year follow-up. *J Bone Joint Surg* 1986; 68A:1064-6.
33. **Oishi CS, Walker RH, Colwell CW Jr.** The femoral component in total hip arthroplasty. Six to eight-year follow-up of one hundred consecutive patients after use of a third-generation cementing technique. *J Bone Joint Surg* 1994; 76A:1130-6.
34. **Russotti GM, Coventry MB, Stauffer RN.** Cemented total hip arthroplasty with contemporary techniques. A five-year minimum follow-up study. *Clin Orthop* 1988; 235:141-47.
35. **Weber BG.** Pressurized cement fixation in total hip arthroplasty. *Clin Orthop* 1988; 232:87-95.
36. **Ballard WT, Callaghan JJ, Johnston RC.** Revision of total hip arthroplasty in octogenarians. *J Bone Joint Surg* 1995;77A:585-9.
37. **Mulroy WF, Estok DM, Harris WH.** Total hip arthroplasty with use of so-called second-generation cementing techniques. A fifteen-year-average follow-up study. *J Bone Joint Surg* 1995; 77A:1845-52.
38. **Katz RP, Callaghan JJ, Sullivan PM, Johnston RC.** Results of cemented femoral revision total hip arthroplasty using improved cementing techniques. *Clin Orthop* 1995;319:178-83.
39. **Madey SM, Callaghan JJ, Olejniczak JP, Goetz DD, Johnston RC.** Charnley total hip arthroplasty with use of improved techniques of cementing. The results after a minimum of fifteen years of follow-up. *J Bone Joint Surg* 1997; 79A:53-64.
40. **Sullivan PM, MacKenzie JR, Callaghan JJ, Johnston RC.** Total hip arthroplasty with cement in patients who are less than fifty years old. A sixteen to twenty-two-year follow study. *J Bone Joint Surg* 1994; 76A:863-9.
41. **García-Cimbrelo E, Munuera L, Diez-Vázquez V.** Long-term results of aseptic cemented Charnley revisions. *J Arthroplasty* 1995; 10:121-31.
42. **Gustilo RB, Pasternak HS.** Revision total hip arthroplasty with titanium ingrowth prosthesis and bone grafting for failed cemented femoral component loosening. *Clin Orthop* 1988;235:111-9.
43. **Hussamy D, Lachiewicz PF.** Revision total hip arthroplasty with the BIAS femoral component. *J Bone Joint Surg* 1994; 76-A: 1137-48.
44. **Izquierdo RJ, Northmore-Ball MD.** Long-term results of revision hip arthroplasty. Survival analysis with special reference to the femoral component. *J Bone Joint Surg* 1994;76-B:34-9.
45. **Lawrence JH, Engh CA, Macalino GE, Lauro GR.** Outcome of revision hip arthroplasty done without cement. *J Bone Joint Surg* 1994; 76A:965-75.
46. **Marti RK, Schuller HM, Besselaar PP, Vanfrank Haasnot EL.** Results of revision of hip arthroplasty with cement. A five to fourteen-year follow-up study. *J Bone Joint Surg* 1990; 72A:346-54.
47. **Pierson JL, Harris WH.** Cemented revision for femoral osteolysis in cemented arthroplasties. *J Bone Joint Surg* 1994;76B:40-4.
48. **Kavanagh BF, Fitzgerald RH Jr.** Multiple revisions for failed total hip arthroplasty not associated with infection. *J Bone Joint Surg* 1987; 69A:1144-9.
49. **Wilson PD Jr.** Revision total hip arthroplasty. Current role of polymethylmethacrylate. *Clin Orthop* 1987; 225:218-28.
50. **Raut VV, Siney PD, Wroblewski BM.** Cemented Charnley revision arthroplasty for severe femoral osteolysis. *J Bone Joint Surg* 1995; 77B:362-5.
51. **Cameron HU.** The two- to six-year results with a proximally modular noncemented total hip replacement used in hip revisions. *Clin Orthop* 1994; 298:47-53.