

Artrosis de cadera: errores técnicos en artroplastias de cadera operadas por médicos especialistas y residentes*

Estudio comparativo de radiografías posoperatorias

A. GONZÁLEZ DELLA VALLE, J. C. ENCINAS, J. BARLA, G. CAMPANER, E. GARCÉS, F. BURGO. M. BUTTARO. S. CONCARO. M. PETRACHI, R. VESTRI

Servicio de Ortopedia y Traumatología. Hospital Italiano de Buenos Aires. Buenos Aires.

RESUMEN: El entrenamiento en artroplastia de cadera forma parte de los programas de residencias médicas. El médico especialista debe cumplir con su función docente y brindar excelencia en los tratamientos que indica. El propósito de este trabajo es evaluar diferencias en radiografías posoperatorias de artroplastias de cadera realizadas por residentes y especialistas. Se seleccionaron 96 radiografías posoperatorias inmediatas de 44 artroplastias realizadas por especialistas y 52 efectuadas por residentes para determinar en cada una los siguientes parámetros: discrepancia en longitud de miembros, inclinación, cementación y orientación del cotilo, centro de rotación obtenido, alineación y cementado del tallo femoral, alambrado y contacto de los bordes de la osteotomía del trocánter mayor y presencia de falsa vía inadvertida o fractura del fémur. Las diferencias entre los grupos fueron estadísticamente significativas para la ubicación del centro de rotación y el cementado del tallo femoral. Se discuten los resultados con aportes de la bibliografía y las probables implicancias de los hallazgos para la sobrevida de la prótesis. A pesar de una estrecha vigilancia existen diferencias entre artroplastias de cadera realizadas por cirujanos en formación y especialistas. Recomendamos estudios similares en servicios con residentes para determinar las diferencias y orientar el proceso de entrenamiento.

PALABRAS CLAVE: Cadera. Artroplastia. Complicaciones.

HIP ARTHROSIS: TECHNICAL ERRORS IN HIP ARTHROPLASTIES PERFORMED BY SPECIALISTS AND RESIDENTS

ABSTRACT: Training in hip arthroplasty is part of curriculum of medical residence. Specialists are expected to teach trainees and to achieve excellence in the procedures they perform. The aim of this paper is to assess differences in postoperative x-rays of hip arthroplasties performed by specialists and residents. Ninety six immediate postoperative x-rays were selected; 44 procedures had been performed by specialists and 52, by residents. The following parameters were evaluated: limb length discrepancy, inclination, cotyle cementation and orientation, rotation center obtained, femoral stem alignment and cementation, wiring and contact of the osteotomy margins of the greater trochanter, and presence of unrecognized false route or femoral fracture. Differences between both groups were statistically significant for the rotation center location and the femoral stem cementation. The finding and its potential implications for prothesis survival are discussed, and the literature is revised. In spite of close surveillance, there are differences between arthroplasties performed by surgery trainees and specialists. We suggest that similar studies in residence settings be conducted to evaluate the differences and provide guidance in the training process.

KEY WORDS: Hip. Arthroplasty. Complications.

*Premiado en el II Congreso de Residentes - XXXIV Congreso Argentino de Ortopedia y Traumatología, Buenos Aires, 1997. *Correspondencia:*

Dr. A. GONZÁLEZ DELLA VALLE
Servicio de Ortopedia y Traumatología
Hospital Italiano de Buenos Aires
Potosí 4215
(1191) Capital Federal,
Argentina.

El aprendizaje de la técnica quirúrgica para reemplazo articular es parte de los programas de Residencias Médicas en Ortopedia. El entrenamiento de médicos residentes en artroplastias de cadera es un desafío para el médico especialista que debe cumplir con su rol docente y, al mismo tiempo, brindar excelencia en los tratamientos quirúrgicos que indica.

Las fallas de técnica comienzan en la antisepsia

de manos y terminan en el cierre de herida. Comprenden numerosas variables que escapan a un análisis objetivo.

Existen escasas publicaciones que evalúan los resultados obtenidos por cirujanos especialistas y en formación o que determinan curvas de aprendizaje para las cirugías ortopédicas más frecuentes.³

La radiografía simple posoperatoria es un requisito médico-legal y una valiosa herramienta docente. Su estudio permite detectar desde mala posición de los componentes hasta defectos en la técnica de alambrado del trocánter mayor.

El propósito de este trabajo es evaluar diferencias radiológicas en artroplastias primarias de cadera operadas por especialistas y por médicos residentes y discutir las implicancias que puedan tener estos hallazgos en el resultado del reemplazo articular a corto y largo plazo.

Material y método

Se seleccionaron retrospectivamente 96 radiografías simples posoperatorias inmediatas de pelvis de 96 enfermos sometidos a artroplastia de cadera. Cuarenta y cuatro operadas por médicos especialistas en cirugía de la cadera y 52 por médicos residentes supervisados por un médico especialista o *fellow* avanzado.

Fueron incluidos los pacientes con prótesis de Charnley, operados a través de abordaje transtrocanterico, con diagnóstico de coxartrosis primaria unilateral. Fueron excluidos los casos que presentaban radiografías de mala calidad, posición no estricta de frente o donde no se observaban totalmente los elementos implantados, los enfermos con artrosis avanzada contralateral; con discrepancia de longitud de miembros o que habían sido previamente operados.

Se ocultaron los nombres y fechas en los estudios y se los identificó con un valor numérico (de 1 a 96).

La serie radiográfica fue analizada simultáneamente por dos médicos, ambos residentes avanzados o jefe de residentes que habían finalizado su rotación obligatoria de tres meses por el Sector de Patología de Cadera.

Se analizaron los siguientes parámetros radiológicos:

Longitud del miembro: Se utilizó como referencia a la línea bisquiática, que fue trazada a través de la porción más distal de ambas tuberosidades isquiáticas. La longitud del miembro fue definida como la distancia perpendicular medida en milímetros entre la línea de referencia y la porción media del trocánter menor. Los miembros operados que quedaron alargados con respecto al contralateral nor-

mal tomaron valores mayores a cero y los acortados valores menores a cero.

Inclinación del componente acetabular: Fue definida como el ángulo determinado por la intersección de la línea bisquiática y la línea formada por los extremos superior e inferior del cotilo, correspondientes a los alambres marcadores.

Orientación del componente acetabular: En la serie evaluada se utilizaron dos tipos de cotilos: aleateado común y ogee. Se determinó la orientación de los cotilos con marcador radiopaco para la anteverción (tipo ogee) dividiéndolos en tres grupos: anteverso, neutro y retroverso.

Cementación del componente acetabular: La cementación del cotilo fue evaluada con una escala de cero a tres puntos, tomando como guía la clasificación de De Lee que divide al acetábulo en tercios.⁴ Se sumó un punto por cada área con cementado adecuado, considerando a éste como la presencia continua de dos o más milímetros de cemento entre el polietileno y el hueso subcondral en toda el área. La presencia de líneas radiolúcidas o burbujas en la interfaz hueso-cemento fue considerada una cementación inadecuada de esa área y no sumó puntos.

Centro de rotación de la cadera: Se determinó el centro de rotación en la cadera operada utilizando como guía al centro de rotación de la cadera contralateral sana mediante el uso de transparencias con círculos de diámetros crecientes en 1 milímetro. Se midió en milímetros la distancia horizontal y vertical desde la porción inferior de la imagen en lágrima al centro de rotación y esas medidas fueron extrapoladas a la cadera contralateral operada (Fig.). Cuando una o ambas imágenes en lágrima no se observaban adecuadamente, se utilizó co-

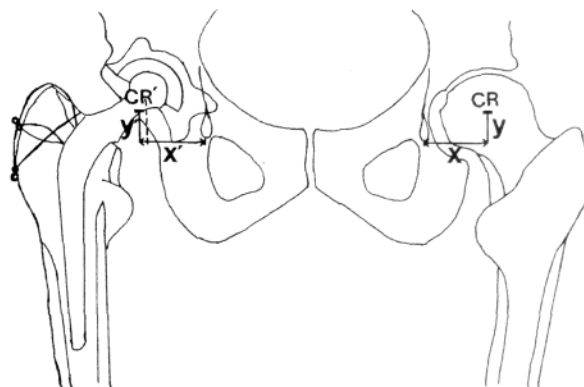


Figura: Cálculo del centro de rotación (CR) en la cadera operada con una articulación contralateral sana: se observa que la distancia lateral y vertical del CR a la base de la imagen en la lágrima (x,y) en la cadera sana es transportada a la operada para determinar su CR ideal (x',y').

mo punto de referencia el ángulo superior y externo del agujero obturador.¹⁷ En los casos con centro de rotación no anatómico se determinó la distancia en milímetros entre el centro de rotación teórico y el obtenido en la artroplastia; y la dirección del desplazamiento (media, lateral, superior, inferior y superior-lateral).

Varo-valgo del tallo femoral: Fue determinado tomando como línea de referencia al eje del fémur observado y el eje del tallo femoral. Los tallos insertados en valgo fueron arbitrariamente medidos como ángulos menores a cero y los varos como valores mayores a cero.

Cementado del tallo femoral: Se determinó la cementación del tallo utilizando una escala de cero a siete puntos tomando como guía la clasificación de Gruen que divide al tallo en 7 sectores.⁸ Se sumó un punto por cada área con cementado adecuado, considerando a éste como la presencia continua de por lo menos dos milímetros de cemento entre el tallo y el hueso en toda el área. La presencia de líneas radiolúcidas o burbujas en la interfaz hueso-cemento o cemento-metal fue considerada una cementación inadecuada de esa área y no sumó puntos.

Falsa vía inadvertida y fractura del fémur: Se definió la primera como la presencia de cemento fuera del canal femoral.

Contacto entre los bordes de la osteotomía y alambrado del trocánter mayor: Se evaluó el contacto en los bordes de la osteotomía trocantérica y se la clasificó en uno de tres grupos: contacto total, contacto parcial y diastasis entre los fragmentos. Se consideró inadecuado el alambrado cuando el fragmento de trocánter era pequeño, presentaba diastasis o se observaban alambres en mala posición o flojos.¹

Las radiografías utilizadas fueron tomadas a una distancia de 1 metro y centradas en la sínfisis del pubis.⁷ Con el objetivo de anular los errores por magnificación se tomaron radiografías simples con marcadores radiopacos de longitud conocida para determinar la escala de ajuste que se aplicó para las mediciones lineales.

A los efectos de determinar si los dos grupos eran comparables, se determinaron las diferencias de edad, sexo y lado operado utilizando la prueba de X^2 cuando la variable dependiente era nominal (sexo, lado operado) y la prueba t para varianzas corregida por la prueba F para muestras de diferente tamaño cuando la variable dependiente era numérica (edad). El análisis estadístico de las determinaciones radiológicas de ambos grupos fue calculado utilizando según fuera apropiado la prueba de X^2 con corrección de Yates o sin ella y la prueba t para varianzas corregida por la prueba F para

muestras de tamaño diferente. En todos los casos el nivel de significación fue establecido en $p = 0,05$. Los cálculos estadísticos fueron realizados utilizando el programa de computación Microsoft Excel para Windows 95 (versión 7.0) (The Microsoft Corporation, 1995).

Resultados

Se estudiaron las radiografías de 44 artroplastias primarias operadas por médicos especialistas (Grupo E). La serie estaba compuesta por 18 hombres y 26 mujeres con una edad promedio de 70 años (rango: 45-88). El lado afectado fue derecho en 29 casos e izquierdo en 15 casos. Fueron evaluadas las radiografías de 52 reemplazos de cadera operados por médicos residentes (Grupo R). La serie estaba compuesta por 18 hombres y 34 mujeres con una edad promedio de 70 años (rango 59-87). El lado afectado fue derecho en 29 casos e izquierdo en 23 casos. El análisis de edad, sexo y lado operado en los dos grupos no mostró diferencias con significación estadística.

Discrepancia en longitud del miembro (DLM): El grupo E obtuvo una DLM promedio de 3,95 mm (rango: -12 a 15); fue menor o igual a 5 mm en 26 casos (59%) y menor o igual a 10 mm en 42 casos (95%). El grupo R obtuvo una DLM promedio de 3,2 mm (rango: -16 a 15); fue menor o igual a 5 mm en 26 casos (50%) y menor a 10 mm en 44 casos (84,6%). La diferencia entre los grupos no fue estadísticamente significativa ($p = 0,38$; Tabla 1).

Ángulo de inclinación acetabular (AIA): El grupo mostró un AIA promedio de 34,5° (rango: 20-48°) y estuvo comprendido entre 35 y 45° en 21 casos (47,7%). El grupo R obtuvo un AIA promedio de 36,1° (rango: 20-50°) y estuvo comprendido entre 35 y 45° en 26 casos (50%). Las diferencias observadas para este parámetro no fueron estadísticamente significativas ($p = 0,154$; Tabla 1).

Orientación del componente acetabular (OCA): Se implantaron 57 cotilos aleteados, 18 por

Tabla 1. Diferencias de parámetros continuos entre los grupos

Variable	Especialistas	Residentes	P
Longitud del miembro (mm)	3,95	3,2	0,38
Inclinación acetabular (°)	34,5	36,1	0,154
Distancia a CR anatómico (mm)	2,3	4,36	0,0001
Orientación del tallo femoral (°)	0,4	0,1	0,23

especialistas y 39 por residentes; y 39 cotilos ogee, 26 por especialistas y 13 por residentes, en los que se determinó la orientación. Los especialistas implantaron 25 cotilos en anteversión o neutro (96%) y 1 en retroversión (4%). Los médicos residentes orientaron 13 en anteversión o neutro (100%) y ninguno en retroversión. No se observaron diferencias significativas entre los grupos ($p = 0,47$).

Cementación del componente acetabular (CA): En el grupo E, 37 casos (84%) presentaron CA adecuada en las tres áreas y 7 casos (16%) en dos áreas. En el grupo R la CA calculada fue adecuada para todas las áreas en 36 casos (69%), adecuada en dos áreas para 15 casos (29%) y adecuada en sólo un área para 1 caso (2%). La diferencia observada entre grupos no fue estadísticamente significativa ($0,2 < p < 0,3$).

Centro de rotación en cadera operada (CR): En el grupo E, 28 casos (63,6%) presentaron CR en posición anatómica comparada con la cadera contralateral sana, 3 casos medial (6,8%), 4 casos lateral (9%), 6 casos ascendido (13,6%), 3 casos ascendido y lateral (7%). El grupo R presentó CR anatómico en 4 casos (7,7%), medial en 11 casos (21,1%), lateral en 7 casos (13,5%), ascendido en 21 casos (40,4%), ascendido y lateral en 6 casos (11,5%) y descendido en 3 casos (5,7%). CR desplazados en el plano horizontal se observaron en 25 casos, 7 en el grupo E y 18 en el grupo R. Estas diferencias fueron estadísticamente significativas ($p < 0,0005$; Tabla 2). La distancia de desplazamiento de CR promedio en el grupo E fue de 2,3 mm (rango: 0 a 10) y en el grupo R fue de 4,36 mm (rango: 0 a 12). Esta diferencia fue estadísticamente significativa ($p = 0,0001$; Tabla 1).

Orientación del tallo femoral (OTF): El ángulo de OTF promedio para el grupo E fue $0,4^\circ$ (rango: -5 a 7) y de $0,1^\circ$ para el grupo R (rango: -5 a 5). Esta diferencia no fue estadísticamente significativa ($p = 0,23$; Tabla 1).

Cementado del tallo femoral: En el grupo E, 34 pacientes (77%) presentaron cementado adecuado en todas las áreas, 8 pacientes (18%) en seis áreas y 2 pacientes (5%) en cinco o menos áreas. En el grupo R el cementado fue clasificado adecuado para todas las áreas en 28 casos (54%), adecuado para seis áreas en 13 casos (25%) y adecuado para cinco

o menos áreas en 11 pacientes (21%). La diferencia entre ambos grupos fue estadísticamente significativa ($p = 0,003$).

Fractura de fémur y falsa vía inadvertida: En el grupo de enfermos analizado no se produjeron fracturas femorales y se observó un caso de falsa vía inadvertida en una paciente operada por un médico residente. Esta diferencia no tiene significación estadística ($p > 0,3$).

Contacto entre bordes de osteotomía (CBO) y alambrado del trocánter mayor: El CBO en el grupo E fue total en 35 casos (79,5%), parcial en 7 casos (16%) y presentó diastasis de los fragmentos en 2 casos (4,5%). En el grupo R fue total en 41 casos (78,8%), parcial en 8 casos (15,4%) y presentó diastasis en 3 casos (5,8%). Las diferencias entre los dos grupos no fueron estadísticamente significativas ($p > 0,6$). El alambrado del trocánter mayor fue adecuado en 39 casos e inadecuado en 5 casos para el grupo E y adecuado en 46 casos e inadecuado en 6 casos en el grupo R ($p > 0,3$).

Discusión

El entrenamiento quirúrgico requiere la incorporación y desarrollo de conocimientos y habilidades cuyos resultados se expresan generalmente en una curva de aprendizaje. Esta curva existe no sólo para el desarrollo de destreza quirúrgica, sino para la utilización del instrumental diseñado especialmente para la colocación de un implante. Escasas publicaciones describen o discuten los resultados obtenidos por médicos en formación y especialistas para cirugías ortopédicas y otros procedimientos médicos.³

Bajo una tutela adecuada, los médicos residentes aprenden y extraen conclusiones sobre cómo mejorar su técnica operatoria y evitar errores como un abordaje mal realizado, sangrado excesivo, mal posición de componentes protésicos, cementado inadecuado, etcétera.

Somos conscientes de que no todas estas fallas pueden ser detectadas a través de las radiografías. La inadecuada exposición, defectos de asepsia, mala hemostasia o manejo poco respetuoso de los tejidos, entre otros defectos técnicos que también in-

Tabla 2. Posición del centro de rotación en artroplastias operadas por especialistas y residentes

	Anatómico	Medial	Lateral	Ascendido	Ascendido y lateral	Descendido	TOTAL
Especialistas	28	3	4	6	3	0	44
Residentes	4	11	7	21	6	3	52
TOTAL	32	14	11	27	9	3	96

$p < 0,0005$

fluyen en el resultado a corto y largo plazo, no son detectables a través de las imágenes de control posoperatorio.

La estrecha vigilancia de médicos especialistas permite cumplimentar el requerimiento formativo sin agregar excesiva morbilidad en los enfermos; sin embargo, como en cualquier disciplina, existe una curva de aprendizaje. A pesar de la supervisión durante esta etapa los errores por inexperiencia del cirujano son inevitables en los servicios con residentes.

En este trabajo se han evaluado los errores técnicos observables en radiografías simples de artroplastias de cadera realizadas por especialistas y médicos residentes.

No hemos encontrado diferencias significativas en las proporciones de alargamiento o acortamiento del miembro operado (Tabla 1). En 5 casos hemos encontrado discrepancias en la longitud de miembro mayores o iguales a 15 mm, 1 caso operado por especialista y 4 por residentes. Creemos que el planeamiento preoperatorio y la selección adecuada del implante debería disminuir la incidencia de esta complicación.

No se observaron diferencias significativas en el ángulo de inclinación, orientación y cementado del cotilo. Nuestra observación difiere de los resultados de Callahan y cols, que observaron una diferencia significativa en la inclinación acetabular para artroplastias de cadera no cementadas operadas *por fellows* en distintas etapas de formación.³ Creemos que el abordaje transtrocanterico, el uso sistemático del orientador de cotilo, las modernas técnicas de cementación y la utilización de cotilos con aletas presurizadoras disminuyen los errores relacionados con la orientación y cementado de este componente.

La posición del CR en las caderas operadas mostró diferencias significativas entre ambos grupos. Este factor junto con la técnica de cementado y la orientación del tallo femoral son factores que contribuyen al aflojamiento protésico, uno de los problemas más frecuentes a largo plazo en estas artroplastias.^{12,17} El CR en ubicación no anatómica produce cambios en las fuerzas mecánicas transmitidas a los componentes protésicos que se asocian, a largo plazo, con aflojamiento precoz del cotilo y del tallo. A pesar de que esta teoría fue propuesta sobre la base de modelos teóricos, matemáticos y mecánicos experimentales por numerosos autores^{5,10,14} no fue sino hasta la década de 1980 que se la demostró clínicamente con estudios retrospectivos en cirugías primarias,^{15,17} revisiones² y artroplastias en caderas con protrusión acetabular.¹⁶ A pesar de que no existe consenso, un CR ubicado excesivamente medial, lateral o superior se ha asociado con índices aumentados de aflojamiento de uno o de ambos componen-

tes.^{6,12,15,17} En la serie evaluada hemos observado el CR en estas posiciones de riesgo en 16 artroplastias operadas por especialistas (36%) y en 35 operadas por residentes (67%). Creemos que la experiencia del cirujano en el fresado y preparación del acetábulo artroscópico y la utilización de un cotilo con tamaño adecuado disminuiría la prevalencia de este error técnico. Karachalios y cols., en una evaluación retrospectiva de 95 artroplastias de cadera con prótesis Charnley, determinaron que la distancia máxima al CR anatómico tolerada por este implante, sin aumento significativo de los índices de aflojamiento, es de sólo 2 mm en sentido lateral.¹² En el grupo de reemplazos articulares operados por residentes, la distancia promedio al CR anatómico duplicó este valor (4,36 mm).

La posición del tallo femoral en varo se ha asociado con un aumento del índice de reabsorción del calcar, de aflojamiento del componente femoral⁶ especialmente en implantes tipo Muller y Charnley-Muller¹³ y con alteraciones en el patrón de marcha.⁹ El diseño del tallo Charnley parecería tolerar más eficientemente el varismo sin presentar estas complicaciones.¹³ En la serie operada por especialistas hemos observado 16 tallos insertados en varo, de los cuales sólo tres tenían un varo mayor o igual a 5°. En el grupo operado por residentes, 18 tallos fueron insertados en varo y sólo uno con un ángulo mayor o igual a 5°. Creemos que la utilización de un abordaje transtrocanterico e instrumental adecuado para su colocación disminuyen el índice de inserción en varo significativamente, coincidiendo con otros autores.¹³

El aumento cementado del tallo femoral depende de numerosos factores como: la experiencia del operador en el labrado del canal, el entrenamiento para introducir en forma manual el cemento sin sangre o aire, la colocación del tallo en dirección rectilínea, el uso de tapón, pistolas para cemento o cánulas para salida del aire en el canal. Debido a la subjetividad para evaluar algunas de estas variables, creemos que el análisis de la diferencia observada entre los grupos escapa a la posibilidad de análisis objetivo.

El contacto de los bordes de osteotomía y alambrado del trocánter mayor no mostraron diferencias posoperatorias significativas entre ambos grupos. A pesar de que este procedimiento añade complejidad a la técnica, sangrado y tiempo operatorio no hemos observado diferencias significativas en los resultados radiológicos posoperatorios de los grupos.

Conclusiones

1. A pesar de una estrecha vigilancia por parte de médicos especialistas en el grupo de cirujanos evaluado, la ubicación del centro de rotación de

- la cadera es la principal variable radiológica con diferencia significativa entre ambos grupos.
2. No hemos encontrado diferencias con significación estadística en la longitud del miembro operado, cementación e inclinación del cotilo, orientación del tallo femoral, la incidencia de falsa vía inadvertida o el contacto entre los bordes de la osteotomía trocantérica.
 3. La información obtenida en este estudio colabora con la función docente del especialista y con el cirujano en formación ya que demuestra aspectos de la cirugía que deben ser vigilados en forma más estrecha.
 4. Creemos que la realización de este tipo de estudios en servicios con entrenamiento de residentes servirá para disminuir la incidencia de fallas técnicas y posibles consecuencias a largo plazo que pudiera presentar cada centro.
 5. La significación de estos hallazgos a largo plazo deberá determinarse a través de estudios prospectivos o retrospectivos con seguimiento prolongado de series numerosas.

Referencias bibliográficas

1. **Amstutz, HC; Mai, LL, y Schmidt, I:** Results of interlocking wire trochanteric reattachment and technique refinements to prevent complications following total hip arthroplasty. *Clin Orthop*, 183: 82, 1984.
2. **Callaghan, JJ; Salvati, EA,** y cols.: Results of revision for mechanical failure after cemented total hip replacement: Analysis of recent cases with two to five years follow-up. *J Bone Joint Surg (Am)*, 67: 1074, 1985.
3. **Callaghan, JJ; Heekin, RD,** y cols.: Evaluation of the learning curve associated with uncemented primary porous-coated anatomic total hip arthroplasty. *Clin Orthop*, 282: 132, 1992.
4. **De Lee, JG, y Charnley, J:** Radiographic demarcation of cemented sockets in total hip replacement. *Clin Orthop*, 121: 20, 1976.
5. **Denham, RA:** Hip mechanics. *J Bone Joint Surg (Br)*, 41: 550, 1959.
6. **Eftekar, NS:** Biomechanics: Fixation and loosening. En: *Total Hip Arthroplasty*. Cap. 6. St. Louis, Missouri: Mosby: pp. 223-312.
7. **Griffith, MJ; Sidenstein, MK,** y cols.: Socket wear in Charnley low-friction arthroplasty of the hip. *Clin Orthop*, 137: 37, 1978.
8. **Gruen, TA; McNeice, GM, y Amstutz, HC:** Modes of failures of cemented stem-type femoral components: A radiographic analysis of loosening. *Clin Orthop*, 141: 17, 1979.
9. **Hodge, WA; Andriacchi, TP, y Galante, JO:** A relationship between stem orientation and function following total hip arthroplasty. *J Arthroplasty*, 6(3): 229, 1991.
10. **Johnston, RC; Brand, RA, y Crowninshield, RD:** Reconstruction of the hip: A mathematical approach to determine optimum geometric-relationships. *J Bone Joint Surg (Am)*, 61: 639, 1979.
11. **Johnston, RC; Fitzgerald, RH Jr,** y cols.: Clinical and radiographic evaluation of total hip replacement: A standard system of terminology for reporting results. *J Bone Joint Surg (Am)*, 72(2): 161, 1990.
12. **Karachalios, T; Hartofilakidis, G,** y cols.: A 12- to 18-year radiographic follow-up study of Charnley low-friction arthroplasty: The role of the center of rotation. *Clin Orthop*, 296: 140, 1993.
13. **McBeath, AA, y Foltz, RN:** Femoral component loosening after total hip arthroplasty. *Clin Orthop*, 141: 66, 1979.
14. **McBeath, AA; Schopler, S, y Seireg, A:** *Circunferential and longitudinal strain in the proximal femur as determined by prosthesis (THRI type and position*. 25^o Reunion Anual de la Orthopaedic Research Society, 20-22 de febrero de 1979, San Francisco, California. EE.UU.
15. **McNamee, PB, y Miles, AW:** A factor in acetabular loosening in total hip replacement. *J Bone Joint Surg (Br)*. 70: 496, 1988.
16. **Ranawat, CS; Dorr, LD, e Inglis, AE:** Total hip arthroplasty in protrusio acetabuli and rheumatoid arthritis. *J Bone Joint Surg (Am)*. 62: 1059, 1980.
17. **Yoder, SA; Brand, RA,** y cols.: Total hip acetabular component position affects component loosening rates. *Clin Orthop*, 228: 79, 1988.