

Artículo original

Artroplastía total de cadera con vástago no cementado

Francisco José Cruz Vázquez,* Antonio Velasco Leija**

Hospital Regional Militar de Guadalajara, Jal. y Hospital Central Militar

RESUMEN. Una de las prótesis totales de cadera no cementadas que han sido más ampliamente utilizadas es la AML (Anatomic Medullary Locking), la cual es una prótesis que tiene una fijación principalmente diafisaria, con cubierta porosa, metáfisis recta y vástago cilíndrico, modular y que ha demostrado su utilidad en algunos estudios con seguimiento de hasta 20 años. En el Hospital Central Militar estudiamos 74 caderas en 66 pacientes seguidas un mínimo de 3.5 años y un máximo de 9 años, promedio de 6.8 años. El promedio de edad para los hombres estudiados fue de 57.05 años y para las mujeres de 68.06 años. De los pacientes estudiados, sólo 2 han requerido revisión, en un caso por infección profunda y otro por aflojamiento secundario a mala colocación del vástago femoral. El resto de las complicaciones han sido pocas, todas ellas menores y que no han ameritado revisión de las prótesis ni han condicionado incapacidad a los pacientes. Como se menciona en la literatura mundial las principales complicaciones han sido dolor moderado en el muslo, stress shielding, desigualdad de las extremidades y luxación de la prótesis. Concluimos que la prótesis AML no cementada es una excelente opción para reemplazo de la cadera, por artrosis de cualquier origen, siempre y cuando no exista una mala calidad ósea y se realice una adecuada planeación preoperatoria. Los resultados son comparables a los publicados en la literatura mundial.

Palabras clave: artroplastía, prótesis, cadera, coxartrosis, cemento, fijación.

SUMMARY. One of the most frequently used cementless hip prostheses is the AML (Anatomic Medullary Locking) device, a prosthesis with a predominantly diaphyseal fixation, porous coating, straight metaphysis and a cylindrical modular stem, which has proven useful in studies with a follow-up as long as 20 years. We studied 74 hips in 66 patients at the Central Military Hospital, with a minimum follow-up of 3.5 years and a maximum of 9 years, mean follow-up was 6.8 years. Mean age of males was 57.05 years and 68.06 years for females. Of the patients studied, only 2 needed a revision; one case due to deep infection and another one due to loosening secondary to misplacement of the femoral stem. The remaining complications were few; all of them were minor, did not warrant revision surgery and did not lead to patient disability. As reported in the world literature, main complications include moderate thigh pain, stress shielding, leg length discrepancy, and dislocation of the prosthesis. We concluded that the AML cementless prosthesis represents an excellent option for hip replacement, whether due to arthrosis or any other reason, provided the patient has good bone quality and proper preoperative planning is done. Results are comparable to those published in the world literature.

Key words: arthroplasty, hip, prosthesis, coxarthrosis, hip, cement, fixation.

* Teniente Coronel Médico Cirujano, Jefe de Ortopedia del Hospital Regional Militar de Guadalajara, Jalisco.

** Teniente Coronel Médico Cirujano, Jefe de la Sala de Ortopedia de Mujeres y Cirugía de Cadera del Hospital Central Militar.

Dirección para correspondencia:

Dr. Francisco José Cruz Vázquez. Hospital Regional Militar. Medrano Núm. 701. Colonia Analco. C.P. 44450
Guadalajara, Jalisco. Teléfonos: 0133 31224354, 013331569111.

Introducción

La artroplastía total de la cadera continúa siendo el tratamiento de elección en pacientes con artrosis de la articulación coxofemoral de cualquier origen; y la tasa de éxito de esta cirugía ha ido en aumento conforme pasa el tiempo y mejoran las técnicas quirúrgicas, se perfeccionan los implantes y los materiales empleados en la fabricación de los mismos. El uso de determinadas prótesis de cadera no cementadas ha mostrado ser una excelente opción en el reemplazo articular, con una tasa muy baja de complicaciones y una duración a largo plazo comparable con muchas de las prótesis cementadas que han mostrado más larga duración.

Existe una amplia gama de modelos de prótesis no cementadas, cada una de ellas con algunas diferencias en cuanto al material, el sitio de apoyo, la cubierta porosa, la forma del vástago, el uso o no de collar, los recubrimientos con hidroxiapatita, etc.

Después de numerosos estudios biomecánicos y clínicos, a mediados de los años setenta los doctores Morreо y Engh comenzaron a utilizar una prótesis con bloqueo medular anatómico y cubierta porosa completa, la llamada AML (Anatomic Medullary Locking). A partir de ese año, ciento cincuenta y nueve artroplastías se llevan a cabo con esta prótesis.¹ Para el año de 1983 se incrementa el número de tamaños de la prótesis de uno a seis y se retira la cubierta porosa de los últimos 5 cm de la prótesis; la cabeza de cromo-cobalto permanece de 32 mm y aún no es modular.¹ Por esas mismas fechas se comienza a utilizar el componente acetabular de cubierta porosa AML. Y a partir de mediados de los 80 se comienzan a realizar una gran cantidad de estudios, tendientes ellos a valorar diferentes características de la prótesis entre las cuales se estudiaron:

Mejoría clínica de los pacientes operados con esta prótesis utilizando escalas como la de Merle D'Aubignee o la de Harris en diferentes períodos de tiempo.^{2,3}

Valoración radiográfica en búsqueda de signos de aflojamiento, remodelación o stress shielding, resorción ósea,^{1,2,4-6} etc.

Aflojamiento aséptico, luxación o falla mecánica de los componentes.^{1,5}

Recuperación de prótesis de cadáveres para valorar la osteointegración y el desgaste de los componentes.^{1,7}

Migración de componentes, micromovimientos, estudios densitométricos.^{3,5}

Uno de los autores que más experiencia tiene en el uso de la prótesis AML es el Dr. Charles Anderson Engh quien es director y fundador del Anderson Orthopaedic Research Institute en Arlington Virginia EUA. Él y algunos colaboradores tienen experiencia de más de 20 años con este tipo de prótesis y han reportado (al igual que muchos otros cirujanos) excelentes resultados en cuanto a fijación de los componentes,^{1,6,8} una tasa muy baja de recambios y muy pocas complicaciones. Entre las complicaciones existe

una tasa muy baja de aflojamiento aséptico, dolor femoral postoperatorio que no ha sido tan significativo como para causar un gran número de revisiones y que por lo generalcede después de cierto tiempo y osteólisis por partículas de polietileno tampoco tan importante como para provocar un gran número de aflojamientos, aunque esto último es la principal causa del aflojamiento aséptico^{7,9} (como ocurre en otros tipos de prótesis no cementadas).

En el año de 1997, el Dr. Engh y colaboradores, publican los resultados del seguimiento de 174 prótesis de cadera AML, por un período de 12 años, en donde reportan una tasa de supervivencia de la copa acetabular de $0.92 + 0.03$ y del vástago femoral de $0.97 + 0.02$.⁸ En ese mismo año, los doctores Krishnamurty y Paprosky¹⁰ reportan un estudio de 297 prótesis AML seguidas un mínimo de 60 meses (5 a 14 años) en donde encuentran una tasa de falla mecánica de 2.4% y una tasa total de complicaciones de 5.7% representando la luxación 2.6%.¹⁰ El Dr. Chess y colaboradores reportan un estudio en 221 prótesis AML, en las que encontraron fijación biológica ósea en 41%, fijación fibrosa estable en 56% e inestabilidad en sólo 3% de los casos, así como dolor importante en el muslo en 4% y dolor leve-moderado tolerable en 20%.² Estos resultados han sido similares tanto en casos de osteoartritis degenerativa primaria como en casos de artritis reumatoide¹¹ y de necrosis avascular de la cabeza femoral.¹² Así mismo se han utilizado los vástagos de cubierta porosa AML y subsecuentes tanto en cirugías primarias como de revisión.^{10,13}

En otros países se emplea este tipo de prótesis, y aunque el tiempo de seguimiento es menor, los resultados son igualmente alentadores como lo muestran los estudios del Dr. Ohsawa en Japón¹⁴ y de los Drs. Chess y cols. en Canadá² entre otros.

En el Hospital Central Militar en el año de 1968, el Dr. Octavio Sierra Rojas realizó las primeras artroplastías totales de cadera no cementadas con la prótesis de Ring (metal-metal) de las cuales se reportó una alta tasa de aflojamiento debido a la deficiente fijación mecánica al hueso y a la falta de experiencia en el uso del cemento, por lo que cayeron en desuso. Algunos años después, en las décadas de los 70 y 80 se utilizaron en nuestro hospital, mayormente las prótesis totales de cadera cementadas,¹⁵ y no es sino hasta fines de los 80 y principios de los 90 cuando se comienzan a utilizar algunos modelos de prótesis no cementadas del tipo Omnifit y PCA. Es en el año de 1995 cuando se coloca la primera prótesis AML en el Hospital Central Militar.

El presente estudio tiene como finalidad dar a conocer la experiencia del Hospital Central Militar con el uso de esta prótesis comparándola con la experiencia mundial; poniendo así a consideración de los cirujanos ortopédistas de nuestro país una técnica bien estudiada de un implante conocido desde hace más de 3 décadas y perfeccionado para el tratamiento de los pacientes con artrosis de la cadera.

Material y métodos

Población

Se estudiaron 105 prótesis totales de cadera AML colocadas en el Hospital Central Militar entre enero de 1995 y julio de 2001, con un seguimiento mínimo de 3.5 años y máximo de 8 años (promedio 6.8 años).

Criterios de inclusión:

1. Se incluyeron los pacientes a quienes se realizó artroplastía total de cadera con prótesis AML desde enero de 1995 a julio de 2001.
2. Pacientes con diagnóstico de artrosis moderada o gravemente incapacitante de cadera de cualquier etiología.
3. Pacientes con buena calidad ósea independientemente de la edad y sexo determinada mediante un índice corticodáfisario mayor de 0.39.¹⁵

Criterios de exclusión:

Se excluyeron aquellos pacientes en quienes no se pudo llevar un seguimiento adecuado ya sea por no haber acudido a sus consultas subsecuentes o por no completar las variables estudiadas en este trabajo.

Recopilación de la información.

Los datos se recopilaron en una base de datos Works con los siguientes apartados:

Matrícula, nombre, edad, sexo, dirección, teléfono, antecedentes, diagnóstico, estado radiológico, fecha de cirugía, cirugía, implantes utilizados, duración de la cirugía, profilaxis utilizada, complicaciones (trans o postoperatorias), consultas subsecuentes especificando tiempo de evolución y presencia o no de las complicaciones mencionadas previamente (dolor del muslo leve, moderado o severo, satisfacción del paciente, datos radiográficos de aflojamiento, etc.).

El estudio es un reporte de serie de casos, transversal, descriptivo, longitudinal, abierto. Las variables fueron analizadas y se les aplicó estadística descriptiva con el programa SPSS 10 empleando, cálculo de frecuencias, medidas de tendencia central y dispersión conforme se distribuyeron las variables estudiadas.

Para establecer el grado de éxito o falla de las artroplastías consideramos las siguientes complicaciones medidas en número de casos, frecuencia de aparición y media en los casos que aplique:

1. Aflojamiento aséptico del *componente femoral*; determinado clínica y radiográficamente.
2. Luxación de los componentes.
3. Dolor en el muslo (incapacitante, tolerable o nulo).
4. Desigualdad postoperatoria de las extremidades que ocasiona marcha en Trendelenburg evidente para el observador.

5. Casos de infección superficial o profunda.
6. Stress shielding u osteólisis evidenciados radiológicamente y que afecten más de tres zonas *femorales* de Gruen.
7. Otras complicaciones.

Estos resultados los interpretamos y los clasificamos como: excelentes, buenos, regulares o malos de la manera siguiente:

- A. Malos (Revisión): aquellos pacientes que por alguna complicación propia de la artroplastía hayan requerido revisión de algún componente o de toda la prótesis (Por ejemplo: infección profunda, luxaciones recurrentes, aflojamiento aséptico, etc). O pacientes que no pueden caminar por dolor intenso.
- B. Regulares: Pacientes con dolor moderado o que no se encuentran completamente satisfechos por alguna complicación o situación atribuible a la artroplastía, o pacientes que hayan tenido alguna complicación que se resolvió sin someter al paciente a revisión de la prótesis (Por ejemplo: dolor del muslo, luxación, rigidez, etc.).
- C. Buenos: Pacientes que a pesar de tener alguna sintomatología menor manifiestan estar satisfechos con la cirugía y han retornado a sus actividades cotidianas (Por ejemplo: desigualdad mínima de las extremidades, dolor leve, limitación de los arcos de movimiento, etc.).
- D. Excelentes (Asintomáticos): Pacientes sin complicaciones de ningún tipo, satisfechos con la operación y que llevan una vida prácticamente normal.

Implantes

Se colocó la prótesis AML (Anatomic Medullary Locking) fabricada por De Puy-Johnson y Johnson que es una prótesis de Cr-Co con recubrimiento poroso del mismo material ("porocoat") con distancia entre los poros de 150 a 300 micras, con la punta de bala, metáfisis recta con collar cervical y universal (no anatómica); modular, con cabeza 28 mm y cuello Morse. Se colocó copa acetabular Duraloc serie 1200 en aleación de titanio con orificios múltiples para tornillos y cubierta porocoat. Se colocó con o sin tornillos (press fit).

Técnica quirúrgica

En todos los casos se utilizó el abordaje posterolateral de Gibson modificado, la técnica quirúrgica fue la recomendada por la casa comercial en lo que respecta a la osteotomía, preparación del canal femoral y del acetábulo utilizando el instrumental "Excel" proporcionado para ello. La colocación de tornillos fue decisión del cirujano, ya que en algunos casos la copa acetabular fue implantada por "press fit" (*Figura 1*). En todos los casos se cerró por planos y la reinserción de la cápsula y los músculos rotadores externos de la cadera también fue decisión del cirujano. Se dejó drenaje de 1/8 de pulgada por 2 a 4 días a

criterio del cirujano, y se colocó vendaje compresivo cuando menos hasta el día de su egreso del hospital.

Otras rutinas perioperatorias

A todos los pacientes se les administró profilaxis antibiótica concefalotina IV a razón de 1 g preoperatorio y continuado 1 g IV cada 8 h por un mínimo de tres días. Se les aplicó profilaxis antitrombótica con enoxaparina 40 mg SC previos a la cirugía y continuados 40 mg SC diarios hasta 10 días posteriores a la cirugía. A todos los pacientes se les realizó estudio de la permeabilidad del sistema venoso profundo mediante ecosonografía duplex al 5/ o día postoperatorio conforme a los protocolos habituales existentes en ese momento en el Hospital Central Militar.

Resultados

La prótesis fue colocada en 105 caderas, sin embargo el estudio concluyó con la inclusión de 74 caderas en 66 pacientes; 31 se excluyeron por no cumplir con los criterios de inclusión, por falta de seguimiento adecuado o por no

haberse registrado el procedimiento y no poder localizar al paciente.

De los 66 pacientes 16 fueron del sexo masculino, en 3 de ellos se realizó artroplastía bilateral (19 caderas) y 50 fueron del sexo femenino y en 5 de ellas se realizó artroplastía bilateral (55 caderas).

El promedio de edad para los hombres fue de 67.05 años (rango de 44 a 78) y para las mujeres de 58.06 años (rango de 33 a 77).

Entre los diagnósticos encontramos que la osteoartritis degenerativa primaria (coxartrosis) ocupó el primer lugar con 57 pacientes (77%), seguida por la artritis reumatoide con 7 pacientes (9.4%), 4 secuelas de displasia o luxación congénita de cadera (5.4%), 3 fracturas subcapitales (4.05%) , 2 pacientes con necrosis avascular de la cabeza femoral (2.7%) y un paciente con secuelas de enfermedad de Legg-Calvé-Perthes (1.35%) (*Tabla 1*).

Hasta el momento de la presente revisión las complicaciones que encontramos fueron las siguientes (*Tabla 2*): 1 paciente (1.35%) con aflojamiento aséptico del vástago femoral (*Figura 2*) aproximadamente al año de colocada, la cual se revisó con otra prótesis AML primaria encontrándose a la fecha sin complicaciones.

Una paciente (1.35%) presentó infección profunda a las 4 semanas del postoperatorio. Se retiró la prótesis sometiéndose a limpiezas quirúrgicas y a revisión de la prótesis después de manejarse con antibioticoterapia parenteral y oral y con un espaciador de cemento con antibiótico por 6 semanas.

Cinco pacientes (6.75%) presentaron dolor del muslo moderado que no les impidió la deambulación y la realización de sus actividades cotidianas. Dos (2.7%) pacien-



Figura 1. Prótesis totales de cadera AML bilaterales colocadas sin tornillos (Press fit) con 8 meses de diferencia, la izquierda 6 años de evolución, la derecha 6 años 8 meses.

Tabla 1. Diagnósticos encontrados.

Diagnóstico	Número de casos (%)
Osteoartritis degenerativa primaria	57 (77)
Artritis reumatoide	7 (9.4)
Secuelas de LCC o displasia	4 (5.4)
Fracturas subcapitales	3 (4.05)
Necrosis avascular de la cabeza femoral	2 (2.7)
Secuelas de Legg-Calvé-Perthes	1 (1.35)

Tabla 2. Complicaciones.

Complicación	No. de casos (%)	Tratamiento
Aflojamiento aséptico (1 año PO)	1 (1.35)	Revisión
Infección profunda (4 semanas PO)	1 (1.35)	Antibioticoterapia, espaciador cemento
Dolor moderado del muslo	5 (6.75)	AINEs
Luxación temprana de la prótesis	2 (2.7)	Reducción cerrada y reposo
Desigualdad PO de las extremidades	4 (5.4)	Plantilla
Osificación heterotópica Broker II	1 (1.35)	Ninguno
Rigidez PO moderada	1 (1.35)	Fisioterapia
Fractura periprotésica (1 año PO)	1 (1.35)	Osteosíntesis
Stress shielding (Rx)	2 (2.7)	



Figura 2. Mala selección del implante. Se aprecia en el postoperatorio que el tamaño del vástago es menor al que requiere la paciente y se encuentra colocado francamente en varo. La mala técnica quirúrgica condicionó el aflojamiento del componente femoral. La copa acetabular se encuentra verticalizada, sin embargo no se luxó la prótesis.

tes presentaron luxación temprana de la prótesis por movimiento extremo del miembro la cual se redujo en urgencias y se manejo con reposo en cama por 4 semanas y hasta la fecha no habiendo presentado otra luxación.

Cuatro pacientes (5.4%) presentaron desigualdad postoperatoria de las extremidades inferiores, en todos los casos menor de 1.5 cm; en dos de ellos esto condicionó dolor lumbar y en uno claudicación leve. Se resolvió con el uso de una plantilla talonera y los pacientes se encuentran satisfechos con la cirugía. Uno de los pacientes (1.35%) presentó osificación heterotópica grado II de Broker, con sintomatología mínima. Un paciente presenta rigidez postoperatoria moderada de la articulación operada. Una paciente presentó una fractura periprotésica un año después de operada por una caída de escaleras la cual se resolvió con osteosíntesis y se encuentra sin complicaciones.

Por último 2 (2.7%) pacientes presentan a la fecha manifestaciones radiológicas de stress shielding, uno con disminución de la densidad ósea en las zonas 1, 2, 6 y 7 de Gruen e hipertrofia diafisaria distal (*Figura 3*) y otro con hipertrofia diafisaria; estas complicaciones se presentaron



Figura 3. Manifestaciones radiológicas de stress shielding a los 24 meses de operado. Se aprecia disminución en la densidad ósea de las zonas 1, 2, 6 y 7 de Gruen e hipertrofia de la cortical en las zonas 3, 4 y 5.

después de 18 meses en ambos casos y ninguno tiene manifestaciones de aflojamiento.

Con todo lo anterior tenemos que se encontraron 89.1% de *buenos* y *excelentes* resultados, 8.1% de regulares y 2.7% de resultados malos.

Discusión

La prótesis total de cadera con vástago no cementado AML ha tenido seguimiento por un tiempo muy importante y reportada por autores serios en todo el mundo, en estudios fácilmente reproductibles y con excelentes resultados a largo plazo.

Como todas las prótesis de cadera, ésta tal vez tampoco resolverá los problemas de fijación estable a largo plazo, sin embargo hasta donde se ha estudiado la fijación proporcionada es adecuada a más de 20 años en más de 80% de los casos, por lo que los resultados son excelentes y hasta el momento comparables con los modelos que mejores resultados han reportado, ya sean cementados y no cementados.

En nuestro estudio encontramos que la población femenina se opera a una edad relativamente menor que la población masculina, y esto es debido a que la calidad ósea en las mujeres de nuestra población, después de la séptima década de la vida es en su mayoría pobre, y en esos casos preferimos colocar una prótesis híbrida. Los hombres por el contrario presentan una mejor calidad ósea (*Figura 4*) a mayor edad, lo que nos permite colocar con mayor confianza una prótesis total no cementada; aunque, como es bien sabido la frecuencia de artrosis de cadera en el hombre es menor que en la mujer.

Los diagnósticos encontrados muestran que en nuestra población, la osteoartritis degenerativa también es la principal indicación para la artroplastía total de cadera no cementada y la artritis reumatoide ocupa una menor frecuencia ya que también la calidad ósea en una mujer pre o postmenopáusica y con artritis reumatoide de larga evolución no es buena y preferimos colocar una prótesis híbrida.



Foto 4. Paciente masculino en el transoperatorio en el que se aprecia la excelente calidad ósea y el adecuado adosamiento del vástago a la diáfisis femoral favoreciendo una fijación primaria estable.

Dentro de los malos resultados tuvimos 2 casos (2.7%) que ameritaron revisión temprana. El primero de ellos fue por aflojamiento aséptico del vástago femoral el cual fue condicionado definitivamente por una mala técnica quirúrgica y mala selección del implante. No es un caso atribuible a la prótesis *per se* (*Figura 2*). Así mismo se sometió a revisión a un paciente con infección profunda de la prótesis, lo cual tampoco es un factor atribuible a la prótesis, sino a otros factores conocidos.

Dentro de los resultados regulares encontramos a 6 pacientes que representan 8.1% de los pacientes. De ellos, dos fueron los que se luxaron y esto se debió a la posición de los componentes (acetábulo muy verticalizado en uno y falta de anteversión del componente femoral en otro) y a que no siguieron estrictamente las indicaciones postoperatorias. Los pacientes que presentaron dolor lumbar secundario a alargamiento de la extremidad operada se compensaron con el uso de la talonera y fisioterapia, y este alargamiento fue por una planeación pre y transoperatoria deficiente. Actualmente se encuentran sin problemas. El dolor en el muslo sólo fue importante en 2 de los cinco pacientes que lo refirieron y éste diminuyó después de los 2 años de operados no habiendo necesidad de revisar ninguna de las prótesis.

El resto de los pacientes los consideramos como buenos o excelentes y constituyen 89% de nuestros pacientes. Esto representa un número relativamente alto (11%) de regulares o malos resultados en un período de tiempo tan corto como son 7 años, sin embargo como explicamos anteriormente los pacientes que se complicaron fueron por errores atribuibles a la mala técnica quirúrgica, a la inexperiencia con el uso de este tipo de prótesis y en general al proceso de aprendizaje ya que son complicaciones que se han corregido por lo que sabemos que estos resultados mejorarán a largo plazo equiparándose con los reportes de la literatura mundial.

En el Hospital Central Militar se utilizó la prótesis AML por primera vez en el año de 1995. A partir de esa fecha se han colocado probablemente más de 150 prótesis de éstas en nuestro hospital, y aunque actualmente la tendencia como en otros centros ortopédicos se inclina hacia las prótesis híbridas; aún continúa empleándose en pacientes seleccionados, adultos jóvenes y/o con una buena calidad ósea y sin deformidades en la diáfisis o metáfisis que permitan el adecuado "press fit" del vástago (*Figura 4*).

Conclusiones

Con el presente estudio concluimos que la artroplastía total de cadera no cementada con prótesis AML continúa siendo una excelente opción terapéutica en pacientes que presenten artrosis de la cadera de cualquier origen, siempre y cuando cuenten con una buena calidad ósea, y no existan deformidades incompatibles con la forma y tamaño de la prótesis, para lo cual se hace necesario realizar siempre una estricta planeación preoperatoria. La fijación

estable a largo plazo es equiparable a la de las prótesis cementadas exitosas (p.ej. Charnley) y las complicaciones que pueden ser atribuibles a este tipo de prótesis como son la osteólisis, el stress shielding y el dolor en el muslo no constituyen un problema serio que aumente el número de casos de falla y revisión.

Correspondientemente con la literatura mundial, en el HCM los resultados a 9 años muestran una tasa de aflojamiento aséptico de menos de 2% (1 paciente), una tasa de revisiones de 2.7% y una tasa de complicaciones (absolutas) de menos de 11%.

Bibliografía

1. Morrey BF: Biological, material and mechanical considerations of joint replacement. RAVEN ED. 1993: 167-95.
2. Chess DG, Grainger RW, Phillips T, Zarzour ZD, Sheppard BR: The cementless anatomic medullary locking femoral component: an independent clinical and radiographic assessment. *Can J Surg.* 1996; 39(5): 389-92.
3. Cornell CN, Ranawat CS: Survivorship analysis of total hip replacements. *J Bone Joint Surg Am.* 1986; 68: 1430-7.
4. McAuley JP, Culpepper WJ, Engh CA: Total hip arthroplasty. Concerns with extensively porous coated femoral components. *Clin Orthop.* 1998; 355: 182-8.
5. Engh CA, Culpepper W: Femoral fixation in primary total hip arthroplasty. *J Orthopedics.* 1997; 20(9): 771-3.
6. Engh CA, Engh CA Jr, Claus A: The relationship between lysis and loosening in failed anatomic medullary locking components. *Orthopedics.* 2001; 24(9): 855-6.
7. Moon KH, Vinh T, Sychterz CJ, Engh CA: An analysis of a retrieved Prodigy femoral prosthesis. *J Arthroplasty.* 1996; 11(5): 629-36.
8. Engh CA Jr, 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; 79-A: 177-84.
9. Bugbee WD, Culpepper WJ, Engh CA, Engh CA: Long-term clinical consequences of stress-shielding after total hip arthroplasty without cement. *J Bone Joint Surg Am.* 1997; 79(7): 1007-12.
10. Krishnamurthy AB, MacDonald SJ, Paprosky WG: 5- to 13-year follow-up study on cementless femoral components in revision surgery. *J Arthroplasty.* 1997; 12(8): 839-47.
11. Jana AK, Engh CA Jr, Lewandowski PJ, Hopper RH Jr, Engh CA: Total hip arthroplasty using porous-coated femoral components in patients with rheumatoid arthritis. *J Bone Joint Surg Br.* 2001; 83(5): 686-90.
12. Hartley WT, McAuley JP, Culpepper WJ, Engh CA, Engh CA: Osteonecrosis of the femoral head treated with cementless total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am.* 2000; 82-A(10): 1408-13.
13. Engh CA, Culpepper WJ, Kassapidis: Revision of loose cementless femoral prostheses to larger porous coated components. *Clin Orthop.* 1998; (347): 168-78.
14. Ohsawa S, Fukuda K, Matsushita S, Mori S, Norimatsu H, Ueno: Middle-term results of anatomic medullary locking total hip arthroplasty. *R Arch Orthop Trauma Surg.* 1998; 118(1-2): 14-20.
15. Delgado BH. Tratamiento de las fracturas de cadera en el Hospital Central Militar. *Rev Mex Ortop Traum.* 1995; 9(2): 114-7.

