

Artículo original

Evaluación del vástago de cadera «Mayo» no cementado. Los primeros 10 años

Cruz-Vázquez FJ,* De la Rosa-Aguilar M,** Gómez-López CA***

Hospital Regional Militar de Guadalajara

RESUMEN. *Objetivo:* Mostrar Los resultados del estudio del vástago femoral «Mayo» dentro de los primeros 10 años de utilización en México. *Material:* Se estudiaron 42 vástagos femorales conservadores de hueso «Mayo», implantados en 39 pacientes de Julio de 2000 a Marzo de 2009, cuyas edades oscilaron entre 24 y 71 (promedio 51.6) años, con un seguimiento promedio de 61 meses. *Métodos:* Se evaluaron los resultados clínicos de 42 artroplastías de cadera hechas por 3 cirujanos, mediante la escala de Merle d'Aubigné y se realizó una valoración radiológica y se describieron los hallazgos y complicaciones encontradas. *Resultados:* No se encontraron complicaciones atribuibles al vástago en estudio. Se presentó un caso de revisión por luxaciones recurrentes, secundario a una mala colocación del acetábulo. No se encontró ningún caso de aflojamiento clínico o radiológico. *Conclusiones:* La artroplastía conservadora de cadera con el vástago «Mayo» ha mostrado ser una excelente opción a mediano plazo para el reemplazo femoral de la cadera con expectativas de superar la durabilidad de otro tipo de implantes y sin ocasionar daño a la diáfisis femoral con lo cual se facilita la eventual revisión del vástago, dejándonos la oportunidad de utilizar un implante primario convencional.

Palabras clave: evaluación, cadera, prótesis, artroplastía, fémur.

ABSTRACT. *Objective:* To show the results of the study on the Mayo femoral stem during its first ten years of use in Mexico. *Material:* Forty-two bone sparing Mayo femoral stems were studied; they were placed in 39 patients from July 2000 to March 2009, ages 24-71 years (mean 51.6 years), with a mean follow-up of 61 months. *Methods:* The clinical results of 42 arthroplasties performed by 3 surgeons were assessed using the Merle D'Aubigné scale; a radiologic assessment was made and the findings and complications were described. *Results:* No stem-related complications were found in this study. There was one case of revision due to recurrent dislocation, secondary to poor placement of the acetabulum. No cases of clinical or radiologic loosening were reported. *Conclusions:* Conservative hip arthroplasty with the Mayo stem has proven to be an excellent medium- and long-term option for femoral hip replacement, with expectations that it may exceed the durability of other types of implants without harming the femoral diaphysis. This may facilitate eventual stem revision and give us the opportunity of using a standard primary implant.

Key words: evaluation, hip, prosthesis, arthroplasty, femur.

Nivel de evidencia: V (Act Ortop Mex, 2011)

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

** Mayor Médico Cirujano, adscrito a la sala de Ortopedia de Mujeres y Cirugía de Cadera del Hospital Central Militar.

*** Capitán I/o M.C. Médico adscrito al Servicio de Ortopedia del Hospital Militar Regional de Guadalajara.

Dirección para correspondencia:

Dr. Francisco José Cruz Vázquez

Hospital Regional Militar. Medrano Núm. 701. Colonia Analco. CP: 44450 Guadalajara, Jalisco.

Teléfonos: 0133 31224354, 013331569111

Este artículo puede ser consultado en versión completa en <http://www.medigraphic.com/actaortopedica>

Introducción

El reemplazo total de la cadera en el paciente joven con osteoartritis degenerativa severa aún es controversial. Mientras algunos autores realizan técnicas para diferir la artroplastía el mayor tiempo posible, algunos han propugnado la utilización de nuevos implantes que proporcionen una fijación proximal estable y que proporcionen una mayor durabilidad para ofrecer una mejor calidad de vida a este tipo de pacientes. Desde principios de los años ochenta, principalmente en Europa pero también en los Estados Unidos de América se han estado buscando nuevos diseños orientados a este tipo de pacientes.¹⁻⁴

El reemplazo de la cadera con técnicas conservadoras tiene como objeto restaurar la función y aliviar el dolor con el menor daño posible y obteniendo la mayor duración de los implantes. Actualmente existen tres tipos principales de artroplastías conservadoras de la cadera: El reemplazo de las superficies articulares, el reemplazo parcial de las superficies articulares y los vástagos cortos no cementados, como el diseñado por la Clínica Mayo de Rochester Minesota y fabricado por la marca Zimmer.⁵⁻⁷

El implante diseñado por el Dr. Bernad Morrey y su equipo se trata de un vástago corto con forma de doble cuña en el sentido anteroposterior y lateral con múltiples puntos de contacto que proporcionan una inmediata estabilización. Está hecha de aleación de titanio con su tercio intermedio tratado mediante «corundumización» circunferencial para proporcionar la cubierta porosa necesaria para el crecimiento óseo en todas sus caras⁵ (Figura 1). Este implante surgió en su versión definitiva desde el año de 1985, ha sido aprobado por la FDA para su utilización en humanos y su fijación mecánica ha sido estudiada y comparada contra otros implantes no cementados usados rutinariamente, mostrando que no hay diferencias significativas en cuanto al desplazamiento que sufren (menos de 10 micras) y que es necesario para obtener una adecuada incorporación ósea (que es de 30 micras).⁸

En el estudio pionero de este implante, realizado por sus diseñadores, se implantaron entre Abril de 1985 y Febrero de 1993, 162 vástagos femorales «Mayo» en 146 pacientes



Figura 1. El vástago «Mayo». Se aprecia su forma de doble cuña y su cubierta porosa.

de menos de 65 años, hombres y mujeres de menos de 90 kg. El seguimiento fue hecho a los 2, 5, 10 y 15 años postoperatorios. Ciento cincuenta y nueve implantes completaron el estudio. A ellos se les aplicó la escala de supervivencia de Kaplan-Meier para la incidencia de revisión por aflojamiento aséptico u osteólisis. La supervivencia a 10 años fue de 98.2%. La supervivencia sin osteólisis a los 10 años fue de 91%. Y la mejoría de los pacientes en la escala de Harris fue de 66 a 90 puntos. Y un detalle muy significativo de este estudio fue que ningún paciente manifestó dolor en el muslo, el cual es muy común en los vástagos femorales no cementados habituales.⁵

Este mismo vástago ha sido estudiado por otros autores en diferentes partes del mundo y bajo diferentes aspectos: en Polonia reportan 98% de buenos resultados a 7 años,⁹ en Alemania en un estudio biomecánico de la prótesis «Mayo» vs «Spotorno», se reportan menor incidencia de fracturas periprotésicas.¹⁰ También en Alemania, en un estudio de 316 vástagos «Mayo» se encontró una tasa de 1.85% de recambios y concluyen que este vástago evita el «stress shielding» y favorece una más pronta rehabilitación de los pacientes.¹¹

En el año 2000 es presentado en México en el marco del congreso de la Sociedad Mexicana de Ortopedia por la casa que la comercializa y en Julio de ese mismo año es colocada la primera en el Hospital Central Militar a partir de lo cual se ha ido utilizando cada vez con mayor frecuencia principalmente en Hospitales del Distrito Federal, Monterrey y Guadalajara. No encontramos hasta la fecha reportes en nuestro país de la utilización de este tipo de vástago femoral.

Material y métodos

El estudio es un reporte de serie de casos, descriptivo, longitudinal, abierto de la aplicación de vástago femoral «Mayo» en pacientes con:

Criterios de inclusión

1. Pacientes a quienes se realizó artroplastía de cadera en el período de Julio de 2000 a Julio de 2009.
2. Con diagnóstico de coxartrosis o deformidad incapacitante de la articulación coxofemoral, de cualquier etiología y pacientes con fracturas desplazadas de la cabeza o cuello femoral.
3. Con buena calidad ósea independientemente de la edad y sexo determinada mediante un índice corticodifasiario mayor de 0.39.¹²

Criterios de exclusión

Se excluyeron aquellos pacientes en quienes no se llevó un seguimiento adecuado, ya sea por entrevista personal, telefónica o por medio de sus expedientes clínicos y radiográficos.

Se recopiló la siguiente información: 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 complicaciones especificando el tipo de complicación de que se trate y valoración funcional pre y postoperatoria con la escala de Merle d'Aubigné.

Fuentes de financiamiento

No existen fuentes de financiamiento del presente estudio.

Métodos estadísticos:

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.

En el presente trabajo se describen los resultados de diagnóstico (*Tabla 1*), valoración clínica (*Tabla 2*), número de revisiones y complicaciones transoperatorias y postoperatorias (*Tabla 3*) relativas al uso del vástago femoral no cementado. Las variables clínicas que se buscaron específicamente fueron:

- Dolor del muslo.
- Diferencia de longitud de las extremidades.
- Claudicación.
- Cantidad de sangrado.
- Tiempo quirúrgico.
- Escala de valoración clínica de Merle d'Aubigné¹³ pre y postoperatoria (6 meses) (*Tabla 2*).
- Otras complicaciones.

En el análisis radiográfico se estudiaron 5 puntos (*Tabla 4*)

- Aparición de una neocortical o líneas radiolúcidas de más de 1 mm alrededor del vástago.
- Remodelación en alguna de las zonas de Gruen.
- Osteólisis en la interfase implante-hueso femoral.
- Hundimiento de más de 2 mm del vástago femoral.
- Falla del implante (fatiga).

Resultados

Se revisaron las artroplastías realizadas por 3 cirujanos en total de 51 artroplastías de cadera utilizando vástagos femorales «Mayo» en 49 pacientes. De éstos, sólo 42 prótesis en 39 pacientes completaron el estudio. La edad de los pacientes osciló de 24 a 71 años con un promedio de 51.6 y se implantaron en 42 mujeres y 40 hombres. El seguimiento postoperatorio ha sido de un mínimo de 6 meses a un máximo de 9 años (108 meses) con un promedio de 5 años 1 mes (61 meses). Los diagnósticos se muestran en la *tabla 1* y se describen en el apartado de resultados.

Se recabaron los datos de 42 artroplastías de cadera en las cuales se utilizó el vástago femoral no cementado. De éstas, 36 fueron totales en 34 pacientes y 2 bilaterales, operadas en diferente tiempo quirúrgico cada una y 6 hemiarthroplastías con el vástago y cabeza bipolar.

Los diagnósticos encontrados fueron en orden de frecuencia: osteoartritis degenerativa primaria (coxartrosis) en 12, secuelas de displasia de la cadera 7, fracturas de cadera en 6, espondilitis anquilosante bilateral en 2 (4 caderas), artrosis postraumática 3, necrosis avascular idiopática de la cabeza femoral 3, artritis reumatoide 2, leucemia y necrosis avascular de la cadera 2, secuelas de Legg Calvé Perthes 1, secuelas de deslizamiento epifisiario de cadera 1, secuelas de artritis séptica 1.

El tiempo quirúrgico fue diferente en los 2 tipos de cirugías realizadas: En las artroplastías totales de cadera con un rango entre 1 hora 40 min a 4 horas con un promedio de 2 horas 12 min. Y en las hemiarthroplastías bipolares con un rango de 1 a 2 h y un promedio de 1 hora 15 minutos. El sangrado postoperatorio promedio fue de 266 ml con un mínimo aproximado de 150 ml y un máximo de 600 ml.

La valoración funcional se realizó preoperatoriamente y a los 6 meses postoperatorios encontrando un puntaje promedio de 7.5 puntos en el preoperatorio y una mejoría de 16.2 puntos en el postoperatorio (*Tabla 2*).

Las complicaciones encontradas fueron (*Tabla 3*): Alargamiento postoperatorio de la extremidad en 3 pacientes, fisura transoperatoria del calcar en 3, falsa vía y fractura de la diáfisis detectada y corregida en el transoperatorio en uno (*Figura 2*), luxaciones recurrentes de la prótesis en uno. No

Tabla 1. Diagnósticos encontrados.

Diagnóstico	Número de caderas
Coxartrosis primaria	12 (28.6%)
Displasia congénita de cadera	7 (16.6%)
Fractura de cadera	6 (14.3%)
Espondilitis anquilosante	4 (9.5%)
Necrosis avascular de causa no determinada	3 (7.1%)
Artrosis postraumática	3 (7.1%)
Artritis reumatoide	2 (4.8%)
Leucemia y necrosis avascular	2 (4.8%)
Secuelas de Legg-Calvé Perthes	1 (2.4%)
Secuelas de deslizamiento epifisiario	1 (2.4%)
Secuelas de artritis séptica infantil	1 (2.4%)

Tabla 2. Valores individuales promedio en la escala de Merle d'Aubigné en el pre y postoperatorio.

	Dolor	Deformidad	Movilidad	Habilidad para caminar	Total
Preoperatorio	1.6	-0.14	2.6	3.2	7.5
Postoperatorio	5.0	4.2	5.8	5.3	16.2

se encontraron casos con dolor del muslo, aflojamientos del vástago, infección, trombosis o embolismo.

En una paciente de 45 años, se realizó cirugía de revisión por luxaciones recurrentes al año de operada. En ella se encontró el acetábulo verticalizado y en retroversión; el vástago se encontró con una fijación estable y firme. Se realizó únicamente la recolocación del acetábulo no habiendo presentado ninguna reluxación a los 6 meses de operada.

En cuanto a la valoración radiográfica (Tabla 4), no se encontraron datos sugestivos de aflojamiento o complica-

ción, sin embargo en 2 pacientes se encontró discreta remodelación (engrosamiento) del calcar en zona 6 de Gruen (Figura 3) a los 6 y 7 años de operados respectivamente; en un mismo paciente con espondilitis anquilosante se ha encontrado una zona de osteólisis de 1 cm en la región trocanterica derecha a los 7 años de operado y de 5 mm en la del lado izquierdo; ambas se encuentran en la zona 1 de Gruen fuera de la zona de carga o de apoyo del vástago (Figura 4).

Discusión

El objetivo del reemplazo de la articulación de la cadera es el de restaurar la función, quitar el dolor y obtener una fijación estable y duradera de los implantes. Actualmente, se encuentran en auge las técnicas de cirugía mínima invasiva y técnicas que tratan de conservar la arquitectura de la cadera con el mínimo de modificaciones y con el uso de materiales y diseños más durables como las técnicas de resuperficialización¹⁴⁻¹⁸ o el uso de vástagos cortos como el tratado en este estudio, ambos con superficies de contacto habituales o con variadas combinaciones de metal sobre metal o de cerámicas de diversos tipos. Esto cobra particular importancia en la durabilidad de los implantes, más aún si se trata de un paciente joven quien muy seguramente requerirá de uno o más recambios de prótesis a lo largo de su vida.

La principal ventaja de los vástagos cortos, no cementados y que tienen un apoyo metafisiario es que dejan intacta la estructura ósea de la diáfisis. Al preservar la diáfisis y dejar en consecuencia una mayor reserva ósea, se facilita la posible revisión futura de estos implantes, favoreciendo la colocación de implantes más grandes del mismo tipo o implantes primarios de apoyo diafisiario, en lugar de grandes vástagos de revisión, que además de ser muy invasivos, tienen un mayor grado de complicaciones y una mayor dificultad para su recambio si éste se llega a requerir.

El vástago «Mayo» ya ha mostrado en otros países su utilidad y aunque faltan estudios de largo plazo para poder hacer una recomendación más precisa sobre su utilización; los resultados son promisorios. En nuestro país comienza a ser más ampliamente utilizada y se comienzan a reportar algunos estudios sobre ello.

Clínicamente hay una mejoría evidente en la función y en la reducción del dolor, que son dos de los objetivos primarios de cualquier reemplazo articular. En cuanto a la durabilidad, en un rango de los 6 a los 110 meses, ésta y el índice de fallas es igual que los reportados con los vástagos tradicionales como lo muestra el estudio de Cornell.¹⁹

En el presente estudio encontramos un caso de revisión, que sin embargo es atribuible a una mala técnica quirúrgica y algo muy importante: La revisión fue por causa de la mala colocación del acetábulo, encontrándose muy estable el vástago, el cual no ameritó ser modificado.

En cuanto a la diferencia de longitud de las extremidades consideramos que al principio de nuestra curva de aprendizaje intentamos conservar una mayor cantidad de hueso en el cuello femoral (Figuras 5 y 6), por lo que al colocar el

Tabla 3. Complicaciones trans y postoperatorias.

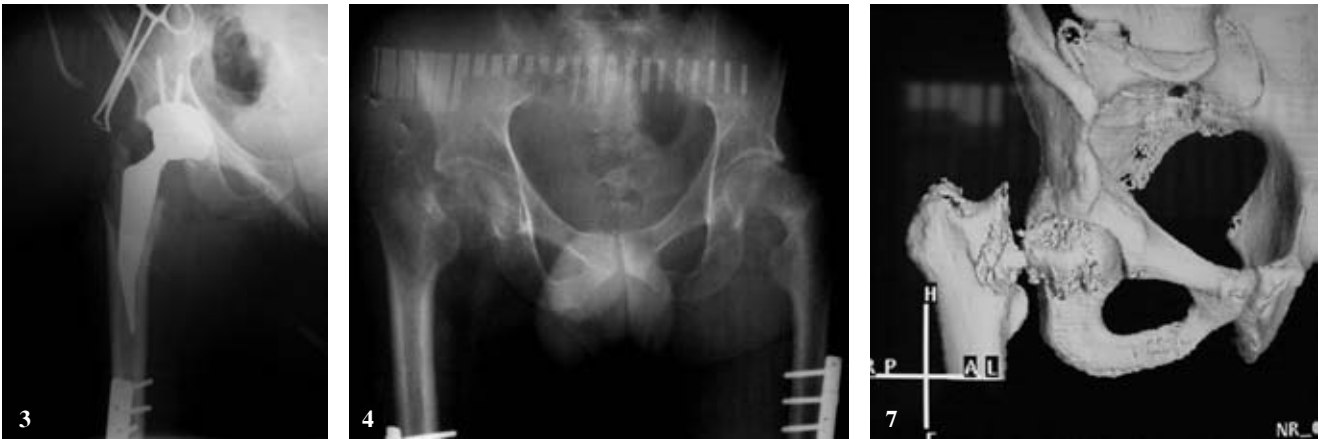
Complicación	Número de casos
Alargamiento postoperatorio de la extremidad	3 (7.1%)
Fisura transoperatoria del calcar	3 (7.1%)
Falsa vía y fractura de diáfisis	1 (2.4%)
Luxación recurrente de la prótesis	1 (2.4%)

Tabla 4. Hallazgos radiográficos.

Hallazgo radiográfico	No. de casos	Tiempo en que aparecieron
Líneas radiolúcidas		
Remodelación		
zona 1		
zona 2		
zona 3		
zona 4		
zona 5		
zona 6	2 (4.8%)	6 y 7 años
zona 7		
Osteólisis		
zona 1	1 (2.4%)	5 años
zona 2		
zona 3		
zona 4		
zona 5		
zona 6		
zona 7		
Hundimiento de más de 2 mm	0	
Fatiga del implante	0	



Figura 2. Remodelación femoral en la zona 6 de Gruen.



Figuras 3, 4 y 7. Caso de paciente de 24 años con necrosis avascular postraumática de la cabeza femoral.



Figuras 5 y 6. Vástagos «Mayo», se aprecia un corte alto del cuello femoral y uso de un cuello largo lo que provoca 1 cm de elongación de la extremidad. En la figura 6 se aprecia el corte correcto y el tamaño correcto del cuello.

vástago teníamos la percepción equivocada de que estaba ya en su lugar, siendo que se encontraba en una posición elevada con respecto a la metáfisis o colocamos cuellos más largos de lo necesario. Para evitar esto es necesario realizar la osteotomía del cuello de la manera indicada y tomar un control radiográfico con los componentes de prueba, antes de implantar el vástago definitivo.

Por lo que respecta a las fisuras del calcar de la misma manera que en el aspecto anterior, al inicio de nuestra curva de aprendizaje y al tratar de que el vástago quedara completamente a presión, implantamos vástagos más anchos de lo necesario o impactamos de manera excesiva. Esto se puede solucionar igualmente con los controles radiográficos previos y con una adecuada preparación (rimado) del lecho femoral.

La creación de la falsa vía puede deberse a una inadecuada visibilidad al tratar de realizar incisiones más pequeñas o en los casos de pacientes de mayor edad podría presentarse al iniciar el rimado de la metáfisis y perforar la cortical en

esta área, cuya reserva ósea es menor que en la diáfisis (*Figura 2*).

Desde el punto de vista radiográfico, los hallazgos muestran que el vástago «Mayo» tiene sus principales puntos de apoyo en las zonas 2, 6 y 7 de Gruen, siendo en la zona 6 donde se ha observado un engrosamiento discreto de la cortical (*Figura 3*). En la región trocantérica o zona 1 de Gruen hay hallazgos que sugieren una probable reacción a las partículas de desgaste de polietileno. Esto lo encontramos en un paciente a los 5 años de operado y no ha habido cambios significativos en las revisiones a los 6.5 y 7.5 años de operado (*Figura 4*).

Consideramos que ninguna de las complicaciones de este estudio es atribuible a la tribología, al diseño del vástago o a la forma en que se apoya y se fija en la metáfisis.

Los resultados hasta el momento son comparables con cualquiera de los vástagos que han mostrado su eficacia y en su caso mejores que varios de ellos. Nos dejan una opción terapéutica efectiva que resuelve un problema y mejora

la calidad de vida del paciente. Nos permitirá en un futuro convertir una hemiprótisis en una prótesis total sin afectar la diáfisis femoral y llegado el momento de una revisión del vástago nos permitirá la utilización de un vástago de mayor tamaño o un vástago con apoyo diafisario primario, ya sea cementado o no.

Un aspecto importante en la utilización de este tipo de vástago es que inicialmente se creó para ser empleado en pacientes jóvenes. El caso de nuestro paciente más joven de 23 años de edad fue por una secuela de fractura de cadera (Figuras 4 y 7) al caer de un helicóptero en vuelo. Si bien es cierto que a lo largo de su vida requerirá de uno o más recambios, en este caso particular el paciente contará con apoyo institucional de por vida (por haberse accidentado en actos del servicio) por lo cual el aspecto económico no repercutirá en él, y en cambio, se proporcionará una mejor calidad de vida que si se hubiese optado por la artrodesis. Basados en los buenos resultados obtenidos por nosotros y por otros autores hemos optado por colocar este vástago no sólo en pacientes jóvenes, sino en todos aquéllos en quienes presenten una buena calidad ósea, independientemente de su edad. A lo anterior podemos agregar otro par de ventajas perceptibles de este tipo de vástago que son: la menor cantidad de sangrado y la reducción del tiempo quirúrgico al no realizar un fresado progresivo de la diáfisis.

Faltan sin embargo, los resultados a largo plazo con ésta y otras prótesis conservadoras de cadera, que nos permitirán afirmar con certeza, que es una de las mejores opciones para el reemplazo femoral. Aunque no debemos dejar de considerar que aún faltan por resolver los problemas en el lado acetabular; ya que una vez que se tengan implantes más duraderos en el acetábulo, tendremos a la mano prótesis muy longevas y que causen el menor daño a los tejidos circundantes.

Bibliografía

1. Kelsey D, Goodman SB: Design of the femoral component for cementless hip replacement: the surgeon's perspective. *Am J Orthop* 1997; 26: 407-12.

2. Engh CA, Bobyn JD, Glassman AH: Porous-coated hip replacement: the factors governing bone in growth, stress shielding and clinical results. *J Bone Joint Surg [Br]* 1987; 69-B:45-55.
3. Cook SD, Klawitter JJ, Weinstein AM: The influence of design parameters on calcar stresses following femoral head arthroplasty. *J Biomed Mater Res* 1980; 14: 133-44.
4. Horton GA, Cook SM: Conservative hip replacement. *Current Opinion in Orthopedics* 2001; 12: 60-3.
5. Morrey BF, Adams RA, Kessler M: A conservative femoral replacement for total hip arthroplasty: A prospective study. *J Bone Surg (Br)* 2000; 82-B(7): 952-8.
6. Callaghan JJ, Dysart SH, Savory CG: The uncemented porous-coated anatomic total hip prosthesis: two year results of a prospective consecutive series. *J Bone Joint Surg [Am]* 1988; 70-A: 337-46.
7. Morrey BF: Short-stemmed uncemented femoral component for primary hip arthroplasty. *Clin Orthop* 1989; 249: 169-75.
8. Huskies R, et al: Fixation stability of a short cementless hip prosthesis. *Trans 32nd Orthop Res Soc* 1986; 11: 466.
9. Narzadow R: Total hip replacement in young patients with use of Mayo prosthesis-early result of treatment. *Orthop Pol* 2007; 72(5): 319-21.
10. Jakubowitz E, Seeger JB, Lee C, Heisel C, Kretzer JP, Thomsen MN: Do short-stemmed-prostheses induce periprosthetic fractures earlier than standard hip stems? A biomechanical ex-vivo study of two different stem designs. *Arch Orthop Trauma Surg* 2009; 129(6): 849-55.
11. Hein AW, Wohlrab D: Klinik für Orthopaedie, Halle, Germany. Experience with the Mayo conservative hip system. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech* 2008; 75(4): 288-92.
12. Delgado BH: Tratamiento de las fracturas de cadera en el Hospital Central Militar. *Rev Mex Ortop Traum* 1995; 9(2): 114-7.
13. Robert Merle d'Aubigné, 1900-1989. Biau DJ, Brand RA. *Clin Orthop Relat Res* 2009; 467(1): 2-6.
14. Laurent S, Travers V, Witvoet J: Spherocylindric (Luck) cup arthroplasty for osteonecrosis of the hip. *Clin Orthop* 1987; 219: 127-35.
15. Nelson C, Walz B, Gruenwald J: Resurfacing of only the femoral head for osteonecrosis: Long-term follow-up study. *J Arthroplasty* 1997; 12: 736-40.
16. Hungerford M, Mont M, Scott R, et al: Surface replacement hemiarthroplasty for the treatment of osteonecrosis of the femoral head. *J Bone Joint Surg* 1998; 80: 1656-64.
17. Beaulé P, Amstutz H: Hemiresurfacing arthroplasty for osteonecrosis of the hip. *Operative Techniques in Orthopedics* 2000; 10: 123-32.
18. Siguier M, Judet T, Siguier T, et al: Preliminary results of partial surface replacement of the femoral head in osteonecrosis. *J Arthroplasty* 1999; 14: 45-51.
19. Cornell CN, Ranawat CS: Survivorship analysis of total hip replacements. *J Bone Joint Surg Am* 1986; 68: 1430-7.
20. Bobyn JD, Pilliar RM, Cameron HU, Weatherly GC: Osteogenic phenomena across endosteal bone-implant spaces with porous-surfaced intramedullary implants. *Acta Orthop Scand* 1981; 52: 145-53.