

# Utilidad y predictibilidad de un método de planeamiento preoperatorio para la artroplastia total de cadera

GONZALO PANIEGO, MARTÍN BUTTARO, ALEJANDRO GONZÁLEZ DELLA VALLE y FRANCISCO PICCALUGA

*Hospital Italiano, Buenos Aires*

## RESUMEN

**Introducción:** Los objetivos del planeamiento preoperatorio en el reemplazo total de cadera primario son predecir el tamaño de los componentes protésicos, reducir los errores de su posición y orientación, anticipar las complicaciones intraquirúrgicas e igualar la longitud de los miembros. Sin embargo, este ejercicio se aplica en forma inconstante y su utilidad en la práctica diaria es controvertida.

Este estudio fue desarrollado para evaluar la utilidad y la predictibilidad de un método de planeamiento preoperatorio.

**Materiales y métodos:** Entre julio de 1999 y diciembre de 2001 se analizaron 100 artroplastias totales de cadera primarias cementadas utilizando cuatro diseños protésicos diferentes realizados por un mismo abordaje y equipo quirúrgico.

Las variables analizadas fueron el tamaño de los componentes acetabulares y femorales por implantar, la localización del centro de rotación y la longitud posoperatoria del miembro.

**Resultados:** La predictibilidad del tamaño de copas y tallos fue 83 y 76% respectivamente. La diferencia promedio de longitud de los miembros fue  $4,42 \pm 0,6$  mm (rango de -4 a +11 mm). El 96% de los centros de rotación de las artroplastias se ubicaron a 4 mm o menos del centro de rotación planeado.

**Conclusiones:** En nuestra experiencia, este método de planeamiento preoperatorio es simple y eficaz para predecir el tamaño de los componentes en diferentes diseños

protésicos y la posición del centro de rotación de la cadera e igualar la longitud de los miembros.

**PALABRAS CLAVE:** Planeamiento preoperatorio. Artroplastia total. Cadera. Cementada.

**USEFULNESS AND PREDICTABILITY OF A PREOPERATIVE PLANNING METHOD IN TOTAL HIP ARTHROPLASTY**

## ABSTRACT

**Background:** Predicting components' size, avoiding orientation errors and equalizing leg length are the main objectives of preoperative planning in total hip arthroplasty. However, this exercise is inconsistently applied in daily practice and its usefulness is controversial.

This study was designed to evaluate a preoperative planning method's usefulness and predictability.

**Methods:** in 100 primary cemented total hip arthroplasties using four different implant designs with the same surgical approach and team, we analyzed the size of the acetabular and femoral components, the center of rotation and the length of the operated leg.

**Results:** Predictability of cups' and stems' size was 83 and 76% respectively. The average leg length discrepancy was  $4.42 \pm 0.6$  mm (range -4 to +11 mm). 96% of the centers of rotation were 4 mm or less from the planned center.

**Conclusions:** This preoperative planning method for primary cemented total hip arthroplasty is simple and effective, useful to equalize leg length, predict components' size in different designs, and the center of rotation.

**KEY WORDS:** Preoperative planning. Total arthroplasty. Hip. Cemented.

Recibido el 21-7-2003. Aceptado luego de la evaluación el 5-1-2004.

Correspondencia:

Dr. MARTÍN BUTTARO

Hospital Italiano de Buenos Aires.

Potosí 4215 (C1199ACK) Buenos Aires, Argentina.

Tel./Fax: 4959-0200 int. 8314

E-mail: cadera@hospitalitaliano.org.ar

En los inicios de la artroplastia de cadera moderna, el planeamiento preoperatorio era poco entendido y utiliza-

do, y los diseños y tamaños de las prótesis eran muy limitados.<sup>3,16</sup> En la actualidad, el reemplazo total de cadera se ha convertido en un procedimiento metódico que permite, mediante una técnica quirúrgica minuciosa, lograr excelentes resultados con mínima prevalencia de complicaciones.<sup>1,15,19,20,24</sup> Sin embargo, la variedad de diseños, la forma de fijación y los numerosos tamaños de los componentes han aumentado considerablemente, transformando la artroplastia total de cadera en un procedimiento más complejo.

El planeamiento preoperatorio permite predecir el equipamiento necesario y las dificultades que se presentarán durante la cirugía, y constituye una parte integral del acto quirúrgico en el reemplazo total de cadera. Sus beneficios incluyen la selección adecuada del tamaño de los componentes protésicos, la nivelación de la longitud de los miembros, y la reducción del tiempo operatorio y de las complicaciones intraquirúrgicas.<sup>4,5</sup> A pesar de ello, la eficacia y el valor predictivo del planeamiento preoperatorio fueron determinados en escasos estudios y este planeamiento no es universalmente aplicado ni aceptado.<sup>5,12</sup>

El objetivo de este trabajo es presentar un método de planeamiento preoperatorio y determinar su utilidad y precisión en la elección del tamaño de los componentes, la nivelación de la longitud de los miembros y la predicción de la posición del centro de rotación de la artroplastia de cadera.

## Materiales y métodos

El método de planeamiento preoperatorio que se describe a continuación se utiliza en forma sistemática en el centro de cirugía de cadera de nuestro servicio.

Para estudiar la utilidad, la precisión y las limitaciones del planeamiento prequirúrgico, se analizaron retrospectivamente 100 pacientes con reemplazos totales de cadera primarios cementados, intervenidos por un único equipo quirúrgico, desde julio de 1999 hasta diciembre de 2001. La muestra estuvo constituida por 34 hombres y 66 mujeres con un promedio de edad de 70,7 años (rango: 31 a 92) en el momento de la cirugía. Se seleccionaron al azar 100 pacientes excluyendo previamente a quienes poseían antecedentes de procedimientos reconstructivos a nivel de la cadera o el fémur proximal y aquellos en los que se implantó un cólito no cementado. Los diagnósticos de los pacientes estudiados fueron 69 coxartrosis, 25 fracturas mediales desplazadas, 3 osteonecrosis, 1 displasia de cadera, 1 artritis reumatoidea y 1 pseudoartrosis del cuello de fémur. Se utilizaron cuatro diferentes modelos protésicos: Ortron 90 (DePuy®, Warsaw, Indiana, EE.UU.) en 7 casos, CMK (Stratec Medical®, Oberdorf, Suiza) en 7 casos, Exeter (Stryker®, Rutherford, Indiana, EE.UU.) en 37 casos y C-Stem (DePuy®, Warsaw, Indiana, EE.UU.) en 21 casos.

Todos los planeamientos preoperatorios fueron realizados por el mismo equipo quirúrgico. Las cirugías se efectuaron por un abordaje posterolateral en todos los casos.

Antes del planeamiento se obtuvo una incidencia anteroposterior radiográfica de la pelvis con el foco centrado sobre la sín-

fisis pubiana y con el tubo ubicado a una distancia de un metro de la mesa radiológica, con lo que se logra una magnificación aproximada del 20%. Esta incidencia se obtuvo con el paciente en decúbito dorsal con 15° de rotación interna para observar una versión neutra del cuello femoral y para no substituir el *offset* de la cadera. Para obtener una radiografía de perfil se utilizó la incidencia de Lowenstein o similar.

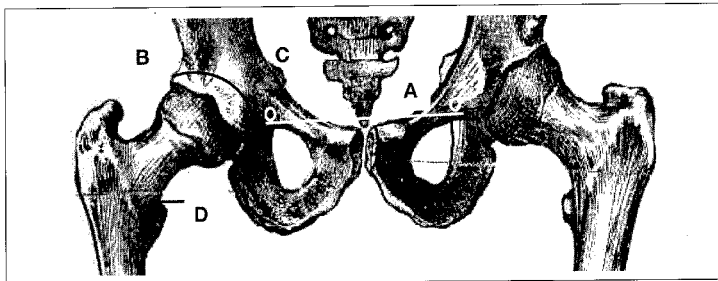
Las radiografías obtenidas se analizaron para detectar alteraciones anatómicas y anticipar dificultades y complicaciones durante la cirugía. Se registró la presencia de osteófitos mediales y marginales, quistes subcondrales, déficit y calidad ósea, así como la relación del trocánter mayor con el centro de rotación de la cabeza femoral.

El siguiente paso fue el plantillado del componente acetabular, marcando tres puntos de referencia radiográficos con un lápiz dermatográfico: la base de la imagen en lágrima, la línea ilioisquiática y el margen superolateral del acetábulo. Se dibujó una línea horizontal a través de la base de las imágenes en lágrima (Fig. 1). El tamaño planeado de la copa fue el de la plantilla que orientada a 40° de inclinación adyacente a la imagen en lágrima procuraba la máxima cobertura, con el mínimo fresado del hueso subcondral. La porción inferior de la copa fue colocada al mismo nivel que la base de la imagen en lágrima, procurando obtener un manto uniforme de cemento de al menos 2 mm. Si se había elegido un cólito de polietileno aleitado se midió el margen superolateral para guiar al cirujano durante el corte de la aleta en el acto operatorio. Con el calco del cólito correctamente colocado se marcó el centro de rotación de la cadera (CRC). El CRC se comparó con el contralateral para asegurar la misma distancia vertical y horizontal de la base de las imágenes en lágrima en artroplastias bilaterales. Toda diferencia se registró con el fin de reproducir la longitud del miembro y el *offset*. Los osteófitos acetabulares se registraron para realizar su resección antes o después de la inserción de la copa, según dificultaran la luxación o no. El proceso del templeado del componente acetabular finalizó al marcar el CRC en la radiografía y registrar el tamaño y tipo de copa en el plan preoperatorio (Fig. 2).

La discrepancia de longitud se determinó midiendo la distancia perpendicular desde la base del trocánter menor hasta la línea de referencia horizontal y comparando la cadera patológica con la contralateral. Esta medida se añadió al CRC y así se determinó el nivel del centro de rotación de la cabeza femoral (CRF). Esta distancia debe ser igual a la existente del trocánter menor al centro de rotación del lado contralateral, si ambos centros se encuentran a la misma altura vertical.

A continuación se eligió el tamaño del componente femoral, determinado por la plantilla de la raspa, que permite un manto circunferencial de cemento de 2 mm en los tallos C-Stem (DePuy®) y Exeter (Stryker®), de 1 mm en los tallos CMK (Stacc Medical®) y que no incluye el manto de cemento en los tallos Ortron 90 (DePuy®). Seleccionado el tamaño del tallo, se lo centró en el canal femoral y se marcó el punto de entrada de la fosta digital siguiendo la línea con el eje del tallo. El calco se ubicó proximal o distalmente para ajustar la altura del tallo en el canal, hasta que el centro de rotación de la cabeza igualó la discrepancia de longitud del miembro.

El *offset* del tallo femoral fue reproducido de acuerdo con la cadera normal o el reemplazo contralateral. Una vez que el tamaño del tallo y del *offset* fueron consignados, se registraron en el plan preoperatorio. Si se seleccionó un tallo modular, éste fue programado con una cabeza 0 para permitir ajustes intraquirúrgicos.

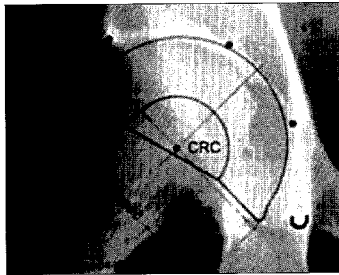
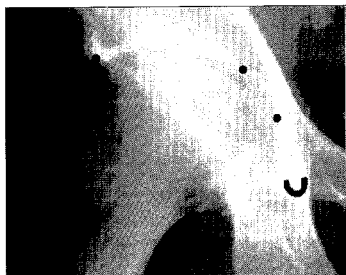


**Figura 1.** Puntos de referencia radiográficos. (A) Imágenes en lágrima. (B) Reborde acetabular superoexterno. (C) Fondo acetabular. (D) Base del trocánter menor.

gicos con cabezas más largas o más cortas. A continuación se determinó el nivel de la osteotomía cervical, el cual es esencial en tallos con collar o aleteados para determinar la longitud final del miembro y se encuentra marcado en las plantillas de los sistemas Ortron 90 (De Puy®) y CMK (Stratec Medical®). Se midieron tres nuevas distancias utilizando la regla magnificada del calco: la distancia desde la base del trocánter menor al centro de rotación de la cabeza femoral, la distancia desde la base del trocánter menor hasta el corte del cuello y la distancia entre la porción medial del tallo femoral al calcar a nivel de la osteotomía cervical (Fig. 3). La última medida permitió determinar si el tallo se encontraba en posición neutra, en valgo o en varo, y se midió la relación entre el centro de rotación y la punta del trocánter mayor con el fin de reproducir esta distancia durante el acto quirúrgico. Por último, se eligieron el centralizador (en caso de que el implante lo tuviera) y el tapón según el diámetro preoperatorio. Los sistemas C-Stem (De Puy®) y Exeter (Stryker®) disponen de un centralizador, en cambio los sistemas Or-

tron 90 (De Puy®) y CMK (Stratec Medical®) carecen de este dispositivo.

Se revisaron las historias clínicas de los 100 pacientes y el planeamiento preoperatorio que se había archivado en forma adjunta, de los cuales se obtuvieron los tamaños planeados de las copas y tallos femorales y la longitud del miembro. El centro de rotación planeado se encontraba marcado en las radiografías preoperatorias y se registró como la distancia vertical y horizontal con respecto a la base de la imagen en lágrima. Con el fin de determinar los tamaños de los componentes utilizados, se revisó el parte quirúrgico donde estaban registrados. También se evaluó la necesidad de reseca osteófitos o de realizar un injerto con hueso autógeno del fondo del acetábulo. El centro de rotación obtenido se determinó como la distancia vertical y horizontal con respecto a la base de la imagen en lágrima en la radiografía de los 45 días posoperatorios, obtenida con la misma técnica antes descrita. La longitud de miembro posoperatoria se determinó como la distancia entre la base del trocánter menor y el centro de rotación definitivo de la artroplastia.



**Figura 2.** Plantilla del cótilo.

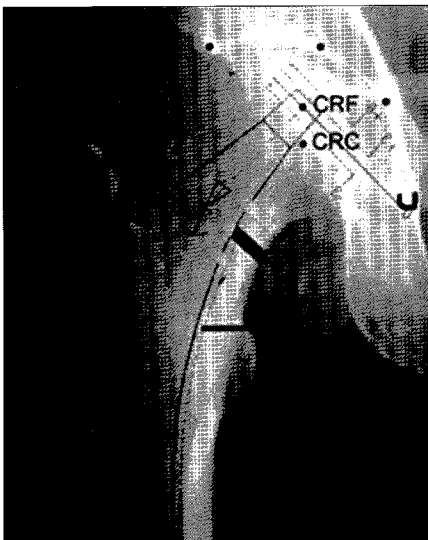


Figura 3. Plantillado del tallo femoral.

El análisis estadístico fue realizado con el programa Microsoft Windows Excel 2000 determinando los intervalos de confianza (rango de cualquiera de los lados de la media de una muestra) para las variables centro de rotación y diferencia de la longitud de los miembros.

## Resultados

La coincidencia entre el tamaño de la copa acetabular y el tallo planeados y los finalmente implantados fue de 83 y 76% respectivamente. En los 17 casos que no se predijo el tamaño del cótilo, se implantó en 11 (64,7%) una copa de una medida de diámetro mayor, en 4 (23,5%) una medida menor, en un caso se colocó una copa (5,8%) dos medidas menor y en el restante (5,8%) dos medidas mayor (Fig. 4).

La diferencia media entre el centro de rotación planeado y el obtenido fue de  $1,85 \pm 0,49$  mm (rango: -5 a +5) en el plano vertical y  $1,66 \pm 0,53$  mm (rango: -5 a +4) en el plano horizontal (Tabla). El centro de rotación fue ubicado distal al planeado en 39 casos con una media de  $2 \pm 0,29$  mm (rango: 1 a 4) y en 44 casos proximal al planeado, con una media de  $2,1 \pm 0,33$  mm (rango: 1 a 5). En 40 reemplazos fue ubicado lateral con una media de  $1,8 \pm 0,26$  mm (rango: 1 a 4) y en 43 casos medial al centro de

rotación programado, con un promedio de  $1,8 \pm 0,26$  mm (rango: 1 a 4).

La media de la diferencia de longitud del miembro preoperatoria fue de  $4,42 \pm 0,6$  mm (rango: -4 a +11). El 34% de los casos presentó una desigualdad mayor de 5 mm y sólo en 7% la desigualdad fue mayor de 10 mm (Fig. 5).

No fueron planeadas osteotomías del trocánter mayor y no se realizó ninguna durante el acto operatorio. Se planeó la resección de osteófitos marginales en 35 pacientes y se efectuó en 41 casos. En 28 pacientes se planeó el injerto autólogo del fondo del acetábulo y fue realizado en 30 casos. No se planeó ni se utilizó ningún elemento metálico de reconstrucción.

## Discusión

Este trabajo demuestra la utilidad del planeamiento preoperatorio en el reemplazo total de cadera. La técnica fue diseñada para obtener alta eficacia con mínimo empleo de tiempo por parte del cirujano (insume un promedio de 3 minutos).

Se eligieron las imágenes en lágrima como punto de referencia porque son los elementos anatómicos del acetá-

Tabla. Comparación de resultados con otras series

Autor	Año	Copa (no cem.)	Tallo (no cem.)	Copa (cem.)	Tallo (cem.)	CRC	DLM
Knight	1992	62%	42%	No	78%	No	No
Eggl	1998	No	75%	90%	93%	2,5 mm (v) 4,4 mm (h)	3,3 mm
Presente estudio	2002	No	No	83%	76%	1,8 mm (v) 1,6 mm (h)	4,4 mm

CRC: centro de rotación, v: desplazamiento vertical, h: desplazamiento horizontal, DLM: discrepancia en la longitud de miembros.

bulo que permiten su ubicación precisa a pesar de las rotaciones en el plano sagital y coronal.<sup>8,10</sup> Se utilizó este reparo anatómico en vez del borde inferior del isquion propuesto por otros autores,<sup>2</sup> ya que éste es asiento de avulsiones u osteocondromas que disminuyen su exactitud; por otro lado, mínimos cambios en la rotación de la pelvis producen grandes cambios en el volumen del acetábulo.

En cuanto a la coincidencia entre el tamaño del componente programado y el utilizado, fue del 83% para la copa y del 76% para el tallo femoral, resultados que mejoran los presentados por Knight y cols. quienes obtuvieron una predictibilidad en el tamaño de copas y tallos del 62 y el 78% respectivamente.<sup>12</sup> Eggl y cols. predicen el tamaño de los componentes en el 90% de los casos para la copa y 92% para el tallo<sup>5</sup> (Tabla). En nuestra opinión, esto se debe a que estos autores utilizan una técnica radiológica que reduce los errores en la magnificación por medio de la digitalización de las imágenes. En contraposición, este método es simple y rápido y no requiere elementos de alta tecnología.

Con respecto al centro de rotación, éste debe ser colocado en posición anatómica evitando su ubicación errónea superior, lateral o medial, lo cual aumenta la carga sobre los dos componentes.<sup>26</sup> Diversos estudios demostraron que al evitar la medialización y la cranealización del centro de rotación más de 5 mm, el aflojamiento de ambos componentes disminuye.<sup>1,17,26</sup> En la serie presentada, el 96% de los centros de rotación obtenidos se ubicaron a 4 mm o menos del centro de rotación planeado (Fig. 6).

La desigualdad en la longitud de los miembros mayor de 10 mm produce lumbalgia<sup>6,7,11</sup> y alteraciones en la marcha.<sup>13,25</sup> En casos extremos (> 15 mm), puede producir neuropraxia del nervio ciático mayor y ser causa de litigios judiciales.<sup>7,21</sup> Se describieron numerosos métodos para ajustar la longitud del miembro, en forma preoperatoria,<sup>2,12</sup> intraoperatoria<sup>9,14,18,22</sup> o ambas.<sup>5</sup> Sin embargo, los resultados que muestra la bibliografía oscilan entre menos de 5 mm<sup>12</sup> y un promedio de 16 mm de discrepancia.<sup>21</sup>

En este estudio la longitud de los miembros fue igualada comparando la distancia entre el centro de rotación y

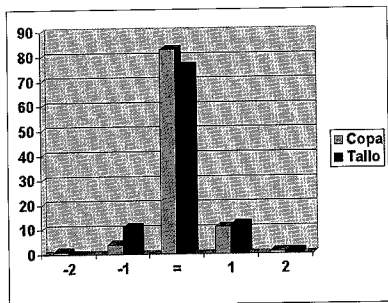


Figura 4. Coincidencia entre los componentes programados y los finalmente implantados.

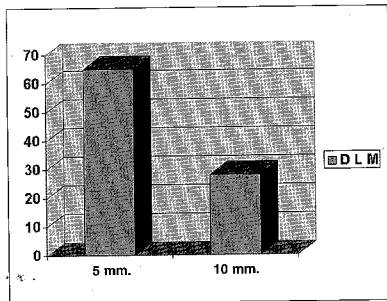


Figura 5. Discrepancia de longitud obtenida (DLM).

la base del trocánter menor, debido a que estas medidas evaden errores en la rotación en el plano frontal (abducción y aducción). Como segundo método de control se confirmó la longitud planeada mediante la técnica intraoperatoria descrita por Woolson y cols:<sup>23</sup> se coloca un clavo de Steinmann a nivel del hueso ilíaco, se marca en la cara lateral del trocánter un punto conocido con el electrobisturí, con la cadera en posición indiferente y se mide la distancia entre el clavo y la marca. Esta distancia más la discrepancia de longitud de los miembros debe reproducirse luego de la reducción de la artroplastia.

En nuestra serie, la media de la diferencia de longitud radiológica de los miembros fue  $4,42 \pm 0,6$  mm. El 34% presentó una desigualdad mayor de 5 mm y en sólo un 7% la discrepancia fue mayor de 10 mm. Estos resultados son levemente inferiores a los consignados por Egglí<sup>5</sup> y por Knight<sup>12</sup> que presentaban una discrepancia menor de 5 mm en el 94 y 92% de sus pacientes respectivamente. Esta diferencia podría deberse a que un 26% de nuestros pacientes presentaban fracturas mediales de cadera. En estos casos se debió resignar la igualdad de longitud de los miembros mediante el alargamiento de la cadera afectada, para lograr mayor estabilidad del implante, mejorando el balance de los tejidos blandos. Las muestras analizadas por Knight<sup>12</sup> y por Egglí<sup>5</sup> no incluían a los pacientes con patología traumática. Al dividir nuestro grupo de estudio en dos, un subgrupo con patología traumática (subgrupo A) y otro con patología no traumática (subgrupo B), el subgrupo A presentó una discrepancia promedio de 4,84 mm (-1 a +10) y el subgrupo B de 4,51 (-4 a +11).

Debemos aclarar que consideramos una limitación de este trabajo el hecho de que pese a trabajar con una técnica radiológica estandarizada, la magnificación no es exacta. Las radiografías estándar obtenidas a un metro de distancia producen una subestimación en la magnificación en un 40% de los casos. En el 17% de los casos es suficiente para producir un error en la elección de la copa en un tamaño (3 mm).<sup>12</sup> Por otro lado, todos los planeamientos preoperatorios fueron realizados por un solo programador, que ya había superado la curva de aprendizaje en el momento en el que se realizó el estudio.

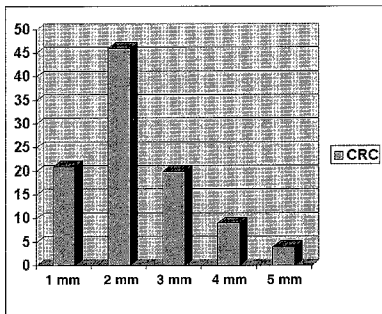


Figura 6. Ubicación del centro de rotación definitivo con respecto al programado. CRC: centro de rotación de la cadera.

Analizando los diagnósticos que llevaron al reemplazo de cadera vemos que existen grupos no comparables. Para la patología degenerativa sería más dificultoso predecir el tamaño del implante, por alteraciones en la anatomía, y en la patología traumática se suele resignar la igualdad de los miembros para obtener una artroplastia más estable.

Creemos que la técnica de planeamiento preoperatorio utilizada en este trabajo constituye un método simple y eficaz para restaurar el centro de rotación de la artroplastia y lograr reducir la discrepancia de longitud de los miembros posoperatoria. Mediante su práctica sistemática, se logra la optimización del tiempo y de los recursos durante la cirugía, así también la anticipación de complicaciones. Permite reducir la curva de aprendizaje, obligando al cirujano novel a analizar las radiografías preoperatorias y anticipar las dificultades del acto operatorio. Además, es un método preciso para tener una aproximación del tipo y tamaño del implante que se va a utilizar y el instrumental necesario durante el acto quirúrgico.

## Referencias bibliográficas

- Callaghan JJ, Albright JC, Goetz DD, et al. Charnley total hip arthroplasty with cement. Minimum twenty-five-year follow-up. *J Bone Joint Surg Am*;82(4):487-497;2000.
- Capello WN. Preoperative planning of total hip arthroplasty. *Instr Course Lect*;35:249-257;1986.
- Charnley J. *Low friction arthroplasty of the hip*. Berlin: Springer-Verlag; 1979. pp.246.
- Dossick PH, Gruen T, Saberi MT. Techniques for preoperative planning and postoperative evaluation of noncemented hip arthroplasty. *Tech Orthop*;6(3):1-6;1991.
- Egglí S, Pisan M, Muller ME. The value of preoperative planning for total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Br*;80(3):382-390;1998.

6. **Friberg O.** Clinical symptoms and biomechanics of lumbar spine and hip joint in leg length inequality. *Spine*;8(6):643-651;1983.
7. **Giles LG, Taylor JR.** Low-back pain associated with leg length inequality. *Spine*;6(5):510-521;1981.
8. **Goodman SB, Adler SJ, Fyhrle DP, et al.** The acetabular teardrop and its relevance to acetabular migration. *Clin Orthop*; (236):199-204;1988.
9. **Hoikka V, Paavilainen T, Lindholm TS, et al.** Measurement and restoration of equality in length of the lower limbs in total hip replacement. *Skeletal Radiol*;16(6):442-446;1987.
10. **Ichmann T, Franzen H, Mjöberg B, et al.** Measurement accuracy in acetabular cup migration. A comparison of four radiologic methods versus roentgen stereophotogrammetric analysis. *J Arthroplasty*;7(2):121-127;1992.
11. **Jasty M, Webster W, Harris W.** Management of limb length inequality during total hip replacement. *Clin Orthop*;333):165-171;1996.
12. **Knight JL, Atwater RD.** Preoperative planning for total hip arthroplasty. Quantitating its utility and precision. *J Arthroplasty*; 7S:403-409;1992.
13. **Love BT.** Leg length discrepancy after total hip replacement. *J Bone Joint Surg Br*;65:103-110;1983.
14. **McGee HM, Scott JH.** A simple method of obtaining equal leg length in total hip arthroplasty. *Clin Orthop*;194):269-270;1985.
15. **Mueller ME.** Lessons of 30 years of total hip arthroplasty. *Clin Orthop*;274):12-21;1992.
16. **Mueller ME.** Total hip replacement: planning, technique and complications. En: *Surgical management of degenerative arthritis of the lower limb*. Philadelphia: Lea and Faber; 1975.pp.90-113.
17. **Pagnano MW, Hanssen AD, Lewallen DG, et al.** The effect of superior placement of the acetabular component on the rate of loosening after total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am*;78(7):1004-1014;1996.
18. **Ranawat CS, Rao RR, Rodriguez JA, et al.** Correction of limb-length inequality during total hip arthroplasty. *J Arthroplasty*; 16(6):715-720;2001.
19. **Salvati EA, Buly RL.** Cemented total hip arthroplasty: long-term results and future outlook. *Instr Course Lect*;(14):121-130;1991.
20. **Salvati EA, Im VC, Aglietti P, et al.** Radiology of total hip replacements. *Clin Orthop*;(121):74-82;1976.
21. **Williamson JA, Reckling FV.** Limb length discrepancy and related problems following total hip joint replacement. *Clin Orthop*;(134):135-138;1978.
22. **Woolson ST.** Leg length equalization during total hip replacement. *Orthopedics*;13(1):17-21;1990.
23. **Woolson ST, Harris WH.** A method of intraoperative limb length measurement in total hip arthroplasty. *Clin Orthop*;(194):207-210;1985.
24. **Wroblewski BM, Siney PD, Fleming PA.** Charnley low frictional torque arthroplasty in patients under the age of 51 years. Follow-up to 33 years. *J Bone Joint Surg Br*;84(4):540-543;2002.
25. **Wykman A, Olsson E.** Walking ability after total hip replacement: a comparison of gait analysis in unilateral and bilateral cases. *J Bone Joint Surg Br*;74(1):53-56;1992.
26. **Yoder SA, Brand RA, Pedersen DR, et al.** Total hip acetabular component position affects component loosening rates. *Clin Orthop*;(228):79-87;1988.