

# Cirugía protésica total de cadera asistida por navegador

A. León-García Vao, F. Marqués López, C. Mestre Cortadellas, J. Ballester Soleda y E. Cáceres

Unidad de Cadera. Hospital del Mar y de la Esperanza. Universidad Autónoma de Barcelona.

**Objetivo.** Estudio comparativo del ángulo de inclinación acetabular en la colocación del cotilo mediante cirugía asistida por ordenador y por el sistema convencional.

**Material y método.** Estudio retrospectivo comparativo entre 42 pacientes a los que se les implantó una prótesis total de cadera. En un grupo de 21 pacientes se utilizó un sistema de navegación quirúrgica para la colocación del acetábulo y en otro, también de 21 pacientes, la técnica estándar con alineación manual. Sobre una imagen radiológica y sobre una tomografía computarizada (TAC) se midió el ángulo de inclinación acetabular de ambos grupos.

**Resultados.** En el grupo con navegador la inclinación media medida intraoperatoriamente con el sistema de navegación fue de 44,14° (desviación estándar [DE] 1,35). Según la radiología convencional, de 44,57° (DE 1,88), y según la TAC, 44,81 (DE 2,06), diferencias que no fueron significativas. En el grupo de cirugía convencional, aunque los valores medios de inclinación no difieren con respecto al grupo con navegador, la dispersión obtenida fue significativamente mayor ( $p = 0,005$ ). No se observó un aumento significativo ni del tiempo quirúrgico ni tampoco de las complicaciones postoperatorias.

**Conclusiones.** La utilización de un sistema de navegación para la implantación acetabular en cirugía de cadera disminuye el índice de dispersión y favorece la colocación del implante en una posición más cercana a la ideal.

**Palabras clave:** artroplastia de cadera, navegación quirúrgica, inclinación acetabular.

## Navigator-assisted total hip replacement

**Aim.** To carry out a comparative study of the acetabular inclination angle when a prosthetic cup is put in place using computer-assisted surgery and when it is implanted by means of conventional surgery.

**Materials and methods.** This was a comparative, retrospective study of 42 patients that underwent total hip replacement (THR).

In a group of 21 patients a surgical navigation system was used to determine the placement of the acetabular prosthesis and in another group, also made up of 21 patients, the standard technique of manual alignment of the prosthesis was used.

Using X-rays and CAT scans the acetabular inclination angle was measured in both groups.

**Results.** In the group in which a navigator was used the average angle measured intraoperatively was 44.14° (standard deviation [SD] 1.35). Measured using conventional X-rays it was 44.57° (SD 1.88) and measured with a CAT scan it was 44.81° (SD 2.06). These differences were not significant.

In the group that underwent conventional surgery, though the average inclination angle values did not differ with reference to the group operated with the use of a navigator, the dispersion seen was significantly greater ( $p=0.005$ ). No significant increase was seen in OR time nor in postoperative complications.

**Conclusions.** The use of a navigation system to implant an acetabular prosthesis in hip surgery decreases the scatter index and makes it possible to place the implant in a position closer to the ideal one.

**Key words:** total hip replacement, surgical navigation, acetabular angle.

### Correspondencia:

A. León-García Vao.  
Hospital de La Esperanza.  
Sant Josep de la Muntanya, 12  
08024 Barcelona.  
Correo electrónico: aleon@imas.imim.es

Recibido: mayo de 2004.

Aceptado: julio de 2004.

Una de las fases más importantes en cirugía protésica de cadera es la planificación y colocación adecuada del implante acetabular para evitar complicaciones precoces y conseguir una buena supervivencia. Son varios los factores que pueden influir en la variabilidad de la orientación del componente protésico, como la colocación del paciente en la mesa de operaciones, el enmascaramiento por contractu-

ras musculares o la inexactitud inherente al uso de las guías intraoperatorias (fig. 1).

Diferentes trabajos<sup>1-3</sup> han mostrado que la orientación obtenida es, con mucha frecuencia, significativamente diferente de la deseada y poco reproducible, influyendo todo ello en la estabilidad protésica. Además, se ha demostrado la asociación entre la orientación de los componentes (acetabular y femoral) y el índice de luxación<sup>4,5</sup>.

A finales de la pasada década se inició el uso, en cirugía ortopédica, de sistemas quirúrgicos asistidos con ordenador, también llamado navegación quirúrgica, de la cual ya se tenía experiencia en neurocirugía<sup>6</sup>. En traumatología se ha indicado para la localización de estructuras (pedículos vertebrales) y adecuación de ejes (acetábulo y rodilla). Con los sistemas de navegación el implante acetabular se coloca de forma mucho más precisa bajo imagen guiada por ordenador, basándonos en una planificación preoperatoria tridimensional informatizada, realizada sobre las imágenes obtenidas previamente en una tomografía axial computarizada (TAC) de pelvis.

El objetivo del trabajo es realizar un estudio comparativo del ángulo de inclinación acetabular en la colocación del cotilo mediante cirugía asistida por ordenador y mediante cirugía convencional.

## MATERIAL Y MÉTODO

Realizamos un estudio retrospectivo comparativo durante dos años entre 42 pacientes a los que se les colocó una prótesis de cadera con acetábulo elíptico. En un grupo de 21 pacientes se utilizó un sistema de navegación, *Surgigate System*® (*Medivision*, Oberdorf, Suiza), y en otro, con el mismo número de pacientes, la técnica habitual con guías intraoperatorias manuales. La intervención se realizó por el mismo equipo quirúrgico. En todos los casos los pacientes fueron intervenidos de artroplastia primaria de cadera, afectos de coxartrosis esencial y en los cuales no se presentó ningún tipo de complicaciones técnicas intraoperatorias. Los dos grupos fueron semejantes en cuanto a peso, edad y sexo. En todos ellos se utilizó el mismo implante: cotilo elíptico *Hedrocel*® (*Stratec*, Oberdorf, Suiza), con vástago *Metabloc*® (*Centerpulse*, Suiza). En el grupo intervenido con la técnica estándar se usaron guías de orientación acetabular y planificación preoperatoria con plantillas. En el grupo con navegación la planificación se realiza previamente con TAC, que es informáticamente transferida al navegador. A continuación se eligió el tamaño del implante que mejor se adaptaba al tamaño óseo y, por último, se colocó el implante virtual en la posición deseada en los tres planos del espacio (anteversión, inclinación y profundidad), con una precisión máxima de 1° (fig. 2). En todos los casos se realizó una planificación de 40°-45° de inclinación y una anteversión comprendida en-



Figura 1. Colocación del paciente en la mesa quirúrgica.



Figura 2. Planificación virtual con tomografía axial computarizada.

tre 15° y 20°, según se adaptara mejor a la morfología ósea del paciente.

El sistema intraoperatorio de navegación permite la realización de la cirugía de forma habitual, con el mismo instrumental quirúrgico (fig. 3). Es necesario localizar la espina ilíaca anterosuperior y otros 6-8 puntos peri e intraacetabulares (fig. 4). Por último, el programa solicita la ubicación de entre 8 y 10 puntos aleatorios extra e intraacetabulares para conseguir la ubicación y orientación espacial de la pelvis según la posición del paciente en la mesa de operaciones.

Un sistema de cámaras ópticas (*Optotrak*®, *Northern Digital*, Waterloo, Canadá) (fig. 5) permite la visualización, en tiempo real, en la pantalla del navegador, sobre las imágenes de TAC, de la situación exacta del instrumental. Todas las



Figura 3. Instrumental de navegación.

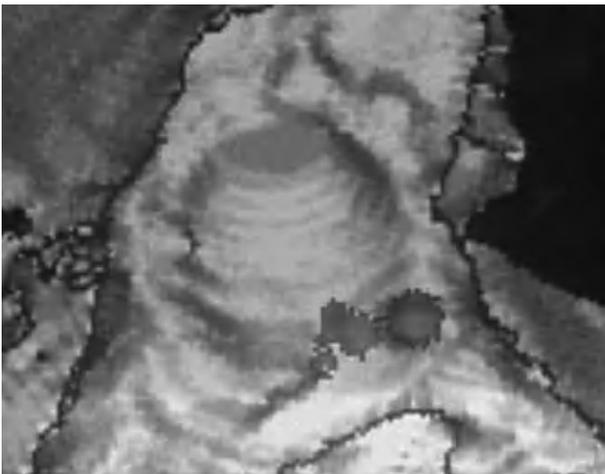


Figura 4. Puntos de referencia peri e intraacetabulares.

operaciones sobre el ordenador las realiza el cirujano directamente con el uso de un pedal y de un teclado virtual estéril con la ayuda de un puntero. Al realizar el fresado, el sistema indica, con precisión de  $1^\circ$ , la orientación (inclinación y anteversión) y la profundidad, en milímetros (fig. 6). La colocación del implante definitivo se realiza visualizando directamente la inclinación y anteversión del mismo. En todos los casos se registraron las mediciones intraoperatorias de inclinación y anteversión acetabular, así como del tiempo quirúrgico utilizado.

En el seguimiento postoperatorio se valoró la inclinación acetabular con radiografías (Rx) anteroposteriores (AP) de pelvis y, para minimizar los errores de la radiología, se obtuvo una imagen de TAC de pelvis completa colocando al paciente siempre en la misma posición.

Se realizó un estudio estadístico de las medidas de inclinación acetabular obtenidas en ambos grupos, tanto radiográfico como de TAC, así como de la inclinación intraoperatoria obtenida por el sistema del grupo en el que se utilizó



Figura 5. Sistema de cámaras ópticas.

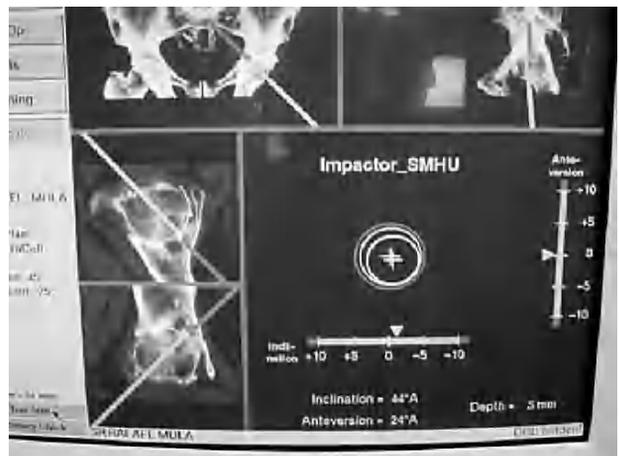


Figura 6. Orientación acetabular con sistema de navegación.

el navegador. Los datos fueron almacenados en una base de datos y tratados estadísticamente mediante el programa SPSS. Para las comparaciones intraindividuos se utilizó la prueba «t» de Student para datos apareados, el índice de correlación de Pearson y la concordancia se valoró con el índice de correlación intraclase. Para las comparaciones entre métodos se utilizó la prueba «t» de Student para datos inde-

pendientes y la homogeneidad de varianzas se analizó con la prueba de Levene.

## RESULTADOS

El tiempo medio de la intervención fue en el grupo con navegador de 98 minutos (rango 75-122) y en el grupo control de 68 minutos (rango 51-87) y no se produjeron complicaciones en ningún grupo. La duración media en el grupo con navegación disminuyó progresivamente con la experiencia de la técnica.

Los valores intraoperatorios en el grupo intervenido con navegador fueron de una inclinación media de 44,14° (desviación estándar [DE]: 1,35). Los valores postoperatorios obtenidos en el mismo grupo, según la Rx AP de pelvis, fueron de una inclinación media de 44,57° (DE: 1,88) y según el TAC de 44,81° (DE: 2,06) (tabla 1). Las medias obtenidas fueron muy similares, no encontrándose tampoco diferencias significativas en la concordancia entre las mediciones obtenidas con el navegador y las obtenidas con la TAC y Rx (coeficiente de correlación intraclase no significativo) (tabla 2).

En el análisis comparativo de las medidas postoperatorias mediante Rx y TAC de ambos grupos, los valores medios obtenidos por el método tradicional no difirieron significativamente de los obtenidos con el navegador (tabla 3). Sin embargo, la variabilidad fue significativamente mayor en el grupo control que en el grupo del navegador (tabla 4), lo cual demuestra una mayor dispersión de las muestras como se puede observar en la gráfica comparativa en la que se exponen ambos grupos (fig. 7).

## DISCUSIÓN

La posición inicial de la cúpula acetabular es crucial para la estabilidad de la articulación, rango de motilidad y pinzamiento<sup>7-9</sup> y una mala posición puede producir un desgaste acelerado del polietileno por impactación del cuello sobre el reborde del mismo. Seki et al<sup>3</sup> describieron que el mejor rango de movilidad y el menor pinzamiento se obtiene con 40° de inclinación y 20° de anteversión y Bader y Willmann<sup>10</sup> señalaron que el rango de movilidad óptimo se obtiene con una inclinación de 45°. Además, la alineación de los componentes influirá también en la transmisión de las cargas y en el resultado a largo plazo del implante<sup>11-15</sup>.

Los métodos tradicionales de guías intraoperatorias son útiles, aunque el grado de exactitud obtenido depende de varios factores<sup>2</sup>, como son la colocación del enfermo en la mesa de operaciones o las contracturas musculares y, por tanto, la orientación de los componentes dependerá también de la experiencia del cirujano. Por todo ello se considera un método poco reproducible, existiendo diversos estudios<sup>2,3</sup> que

**Tabla 1.** Análisis de muestra en el grupo navegador

	Media	DE
Navegador	44,14	1,35
Rx	44,57	1,88
TAC	44,81	2,06

DE: desviación estándar; Rx: radiografía; TAC: tomografía axial computerizada.

**Tabla 2.** Coeficiente de correlación intraclase (CCI) para valorar la concordancia entre medidas en el grupo navegador

	CCI	p
Navegador/Rx	0,26	0,11
Navegador/TAC	0,30	0,08
TAC/Rx	0,41	0,12

Rx: radiografía; TAC: tomografía axial computerizada.

**Tabla 3.** Análisis de muestras entre ambos grupos

Grupo	N	Media	DE
TAC			
Navegador	21	44,81	2,06
Control	21	45,19	4,69
Rx			
Navegador	21	44,57	1,88
Control	21	45,33	5,23

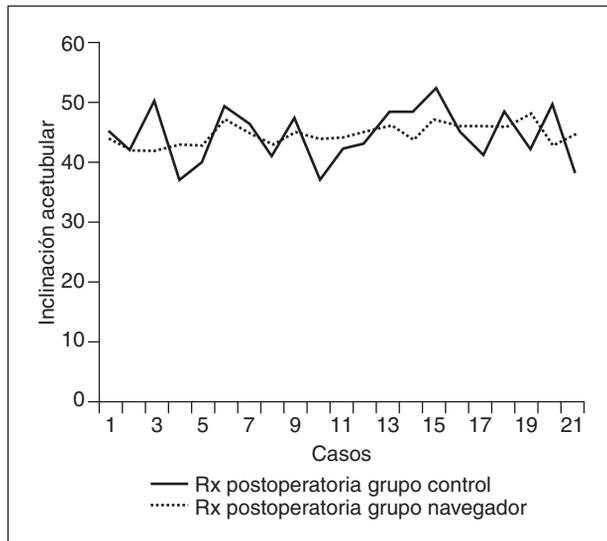
DE: desviación estándar; Rx: radiografía; TAC: tomografía axial computerizada; N: número de casos.

**Tabla 4.** Prueba de Levene para la igualdad de varianzas

Grupo	Homogeneidad de varianzas	p
TAC		
Navegador	8,64	0,005
Control	0,34	0,73
Rx		
Navegador	8,78	0,005
Control	0,62	0,53

muestran una alta dispersión de las muestras intervenidas incluso por un mismo cirujano. El sistema de planificación preoperatoria mediante TAC y ordenador nos permite la colocación en los ángulos deseados de inclinación y anteversión del implante con exactitud, y también nos indica el tamaño más adecuado del mismo, evitando los errores de magnificación radiográfica que conlleva el uso de plantillas transparentes.

La técnica de medición radiográfica de los valores postoperatorios está sujeta a posibles errores, influidos por la posición en la mesa de radiología, distancia al foco, etc., que se intentó subsanar con la realización de una imagen AP de pelvis obtenida con TAC, pero hemos comprobado que no hay diferencias significativas de la inclinación aceta-



**Figura 7.** Gráfica comparativa de ambos grupos. Obsérvese la menor dispersión en el grupo navegador. Rx: radiografía.

bular entre las medidas obtenidas por Rx y TAC. En cambio, nuestros resultados sí están de acuerdo con otros trabajos<sup>1-3</sup>, con menor dispersión de la inclinación acetabular en el grupo del navegador con respecto al grupo de cirugía tradicional, aunque las medias totales no difieran.

El sistema de navegación favorece la obtención de una óptima orientación de los implantes<sup>1,2</sup>, y disminuye los riesgos de luxación y aflojamiento. No hemos encontrado tampoco, al igual que otros autores<sup>1,2,16</sup>, un aumento significativo del tiempo quirúrgico que, por el contrario, ha disminuido con la curva de aprendizaje. Asimismo, no existe ningún aumento del índice de complicaciones intra o postoperatoria en ambos grupos, y no hemos tenido ninguna luxación en ningún caso.

El uso de sistemas de navegación tiene un enorme potencial para mejorar la colocación de los implantes y disminuir las complicaciones. Asimismo, el instrumental guiado por navegación permite el fresado y la colocación exacta de la prótesis, sin necesidad de ampliar el abordaje quirúrgico.

Por último, señalar que los sistemas de navegación necesitan mejorar otros aspectos como la biomecánica de la cadera y la colocación de los vástagos. Varios autores<sup>10,17</sup> han demostrado la relación entre el riesgo de luxaciones, movilidad articular y pinzamiento con la anteversión femoral. Pensamos que en el futuro será posible colocar el acetábulo y el vástago para tener un índice alto de precisión en la anteversión femoral y el centro de rotación articular, y conseguir simular la biomecánica de la cadera. La posible y atractiva unión futura entre la cirugía de cadera mínimamente invasiva con los métodos de navegación intraoperatoria abre una serie de perspectivas que pueden marcar el desarrollo del reemplazo protésico de cadera<sup>16</sup>.

## BIBLIOGRAFÍA

- DiGioia AM, Jaramaz B, Blackwell M. Image guided navigation system to measure intraoperatively acetabular implant alignment. *Clin Orthop*. 1998;355:8-22.
- DiGioia, AM, Jaramaz B, Nikou M, Labarca RS, Moody JE, Colgan BD. Surgical navigation for total hip replacement with the use of hip Nav. *Operative Tech Orthop*. 2000;10:3-8.
- Seki M, Yuasa N, Ohkuni K. Analysis of optimal range of socket orientation in total hip arthroplasty with use of computer-aided design simulation. *J Orthop Res*. 1998;16:513-7.
- Fontes D, Benoit J, Lortat-Jacob A, Didry R. Luxation of total hip endoprosthesis. Statistical validation of a modelization, apropos of 52 cases. *Rev Chir Orthop*. 1991;77:163-70.
- Lewinnek GE, Lewis JL, Tarr T, Compere CL, Zimmermann JR. Dislocations after total hip-replacement arthroplasties. *J Bone Joint Surg Am*. 1978;60A:217-20.
- Hernández-Vaquero D, Suárez A, Pérez-Hernández D, García-Sandoval MA, Barrera JL. Cirugía asistida por navegador en las artroplastias de rodilla. Estudio prospectivo. *Rev Ortop Traumatol*. 2003;47:328-35.
- Chandler DR, Glousman R, Hull D, McGuire PJ, Kim IS, Clarke IC, et al. Prosthetic hip range of motion and impingement. *Clin Orthop*. 1982;166:84-91.
- Daly PJ, Morrey BF. Operative correction of an unstable total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am*. 1992;74A:1334-43.
- Turner RS. Postoperative total hip prosthetic femoral head dislocations. *Clin Orthop*. 1994;301:196-204.
- Bader R, Willmann G. Ceramic acetabular cups for hip endoprosthesis. How do position of the center of rotation and CCD angle of the shaft modify range of motion and impingement? *Biomed Tech*. 1999;44:45-51.
- Dorr LD, Wolf AW, Chandler R. Classification and treatment of dislocated total hip arthroplasty. *Clin Orthop*. 1983; 173:151-8.
- Hedlundh U, Sanzen L, Fredin H. The prognosis and treatment of dislocated total hip arthroplasties with a 22 mm head. *J Bone Joint Surg Br*. 1997;79B:374-8.
- Khan MAA, Brakenbury PH, Reynolds ISR. Dislocations following total hip replacement. *J Bone Joint Surg Br*. 1981; 63Br, 214-8.
- Ohlin A, Balkfors B. Stability of cemented sockets after 3-14 years. *J Arthroplasty*. 1992;7:87-92.
- Ritter MA. A treatment plan for the dislocated total hip arthroplasty. *Clin Orthop*. 1980;153:153-5.
- DiGioia AM, Plakseychuk AY, Levison TJ, Jaramaz B. Mini-incision technique for total hip arthroplasty with navigation. *J Arthroplasty*. 2003;18:123-8.
- Grossman P, Braun M, Becker W. Dislocation following total hip endoprosthesis. Association with surgical approach and other factors. *Z Orthop*. 1994;132:521-6.

**Conflicto de intereses.** Los autores no hemos recibido ayuda económica alguna para la realización de este trabajo. Tampoco hemos firmado ningún acuerdo por el que vayamos a recibir beneficios u honorarios por parte de alguna entidad comercial. Por otra parte, ninguna entidad comercial ha pagado ni pagará a fundaciones, instituciones educativas u otras organizaciones sin ánimo de lucro a las que estemos afiliados.