

Análisis de la rotación del implante femoral en prótesis de rodilla con navegación

B. Seral, R. Gómez, A. Hualde y F. Seral

Servicio de Traumatología y Cirugía Ortopédica. Hospital Clínico Universitario Lozano Blesa. Zaragoza.

Objetivo. Valorar la línea condílea posterior (LCP) como referencia, en 23 casos intervenidos de artroplastia total de rodilla.

Material y método. Estudio prospectivo en una serie consecutiva de 23 casos de artrosis de rodilla. Se analizaron las medidas realizadas con un sistema de navegación de la LCP, línea epicondílea (LE) y línea de Whiteside o anteroposterior (LAP), y el ángulo LE-LCP con referencia LAP y el ángulo LAP-LE con referencia LCP.

Resultados. Tomando como referencia la LCP (11 casos), en tres casos fracasó, encontrando una distorsión del ángulo LAP-LE. Tomando como referencia la LAP (12 casos), en 6 casos hubo desviación del ángulo LE-LCP.

Conclusiones. Con la cirugía protésica de rodilla asistida con navegador vamos a personalizar las referencias anatómicas que van a determinar la rotación femoral. Nos permite colocar la rotación deseada, sin limitaciones de posición propias de la instrumentación manual. Tenemos que pensar que existe una gran variabilidad anatómica. Existe una gran controversia en cuanto a qué referencia anatómica se utiliza para determinar la rotación femoral. Se ha demostrado que la LAP es la referencia morfológica que menos varía, y también un buen punto para controlar el centraje rotuliano.

Palabras clave: rotación femoral, navegación quirúrgica, prótesis de rodilla.

Analysis of femoral implant rotation in computerized navigation-guided knee arthroplasty

Aim. To assess the posterior condylar line as an anatomic reference in 23 patients who underwent total knee arthroplasty.

Materials and methods. Prospective study of a consecutive series of 23 patients with knee osteoarthritis. Measurements made with a computerized navigation system of the posterior condylar line (PCL), epicondylar line (EL), Whiteside or anteroposterior line (APL), EL-PCL angle with reference to APL, and APL-EL angle with reference to PCL were analyzed.

Results. With reference to the PCL (11 patients), arthroplasty failed in three patients, resulting in distortion of the APL-EL angle. With reference to APL (12 cases), 6 patients showed deviation of the EL-PCL angle.

Conclusions. Computerized navigation-assisted knee arthroplasty makes it possible to personalize the anatomic references determining femoral rotation. It allowed us to position the target rotation with none of the positioning limitations typical of manual instrumentation. We must take into consideration the importance of anatomic variability. The anatomic reference to be used to determine femoral rotation is under debate. It has been shown that APL is the morphologic reference with the least variation, and a good reference for controlling patellar centering.

Key words: femoral rotation, surgical navigation, knee prosthesis.

Correspondencia:

B. Seral García.
P.º Constitución 25, 2º dcha.
50001 Zaragoza.
Correo electrónico: bseral@terra.es

Recibido: abril de 2004.

Aceptado: julio de 2004.

Se ha producido una evolución importante en la cirugía protésica de rodilla mediante modelos de navegación que nos permitirá a) controlar, durante la intervención, la posición de los implantes optimizando las referencias anatómicas; b) reconstruir la alineación femorotibial de $180^\circ \pm 3^\circ$ evitando el 10% de errores que se producen con los métodos mecánicos intra o extramedulares; c) corregir peroperatoriamente la posición de los implantes en los tres planos, y d) efectuar un correcto balance ligamentoso. Con todo ello el cirujano puede tener un control de calidad peroperatorio.

La rotación anormal del implante femoral trae consigo una inestabilidad en varo o en valgo durante la flexión. También influye en la localización de la tróclea patelar y una rotación interna excesiva del componente femoral se ha considerado la causa más importante de los problemas de la articulación fémoro-patelar^{1,2}. Nuestro objetivo ha sido valorar la línea condílea posterior (LCP) como referencia, en los 23 casos intervenidos durante el año 2003-2004 mediante artroplastia total de rodilla modelo Natural II (*Centerpulse*®), con modelo de navegación Navitrack® (*Centerpulse*®).

MATERIAL Y MÉTODO

De forma prospectiva, en serie consecutiva, hemos analizado 23 prótesis de rodilla implantadas mediante navegador desde mayo de 2003 hasta enero de 2004. La edad media de los pacientes fue de 73 años (rango 66-79). El peso medio de los pacientes fue 76,2 kg (57-90) y la altura media de 156,3 cm (145-175).

El 70% eran mujeres. En un 60% la rodilla afectada fue la derecha y en el 80% el diagnóstico preoperatorio era poliartrosis. La distribución según el grado de Ahlbäck fue grado III en un 50%, grado IV en un 20% y grado V en un 30%. El eje anatómico preoperatorio estaba en neutro en el 68%, en varo > 10° un 16% y en valgo > 10° un 16% de los casos. La media del eje anatómico fue de 5,0° (r: 0-20).

Se realizó una técnica quirúrgica estándar, con navegación, en el 70% de los casos para corregir un eje mecánico de 180° ± 3°, siendo necesario efectuar un balance ligamentoso en un 30%. El tiempo quirúrgico medio fue 150 minutos (110-235). Se practicó una alerotomía externa en un 16% de los casos.

Durante la intervención se marcaron con el puntero los puntos posteriores de ambos cóndilos femorales, los puntos más prominentes de los cóndilos, así como el punto más profundo proximal de la tróclea femoral y el punto distal en el centro de la escotadura intercondílea. El sistema Navitrack® permite construir las líneas LCP, línea epicondílea (LE) y línea anteroposterior (LAP). Las medidas realizadas con el navegador fueron el ángulo entre la LCP y el plano horizontal, ángulo entre eje epicondíleo clínico (LE) y LCP³, y el ángulo LE-LAP (fig.1).

La LCP une la parte posterior de los cóndilos. La LE une la parte más prominente de los cóndilos y la LAP une los puntos referidos de la tróclea femoral (fig. 2).

Se tomaron como valores normales para el ángulo entre LAP y LE 90°, y para el ángulo entre LE y LCP, de 3° a 5° de rotación interna. Consideramos adecuada la referencia de la LCP cuando se conseguía un ángulo LAP-LE de 90° (± 3°). Por otra parte, era adecuada la referencia de la LAP cuando el ángulo LE-LCP era de 3° a 5° de rotación interna. Un fracaso de la referencia LCP se produjo cuando el ángulo LAP-LE era mayor o menor de 90° (± 3°). A su vez ha-



Figura 1. Pantalla del navegador con las tres referencias para analizar la rotación del implante femoral (ángulo LE-LCP*, línea LCP** y ángulo LAP-LE***).

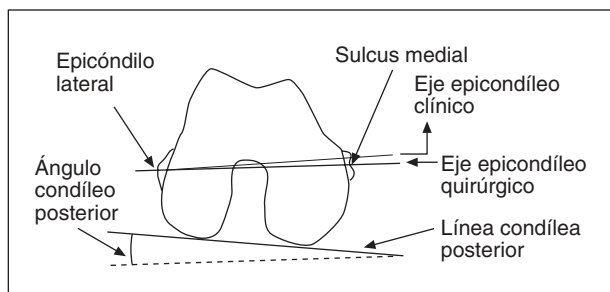


Figura 2. Referencias anatómicas para valorar la rotación del fémur distal⁴.

bía fracaso de la LCP cuando para un ángulo LAP-LE de 90° (± 3°) el ángulo LE-LCP era menor de 3° o mayor de 5° (tabla 1).

Los 23 casos estudiados se distribuyeron en una serie de 12 casos en los que se tomó la referencia de la línea de Whiteside (LAP) (tabla 1) y otra de 11 casos con referencia a la LCP. Los valores de los ángulos referidos se presentan individualizados (tabla 2).

RESULTADOS

En la primera serie para un ángulo LAP-LE de 90° (± 3°), los valores encontrados del ángulo LCP con el plano horizontal estaban fuera de la normalidad en la mitad de los casos, lo que determinó modificaciones del ángulo LE-LCP (tabla 1). En la segunda serie, para un ángulo LCP con el plano horizontal de 0° (± 3°) en tres casos el ángulo LAP-LE no era adecuado (tabla 2). En esta serie, con el sistema Navitrack® y tomando como referencia la línea AP, en 6 de 12 casos (50%) había un fracaso de la LCP (tabla 1). To-

Tabla 1. Referencia LAP con fracaso de 6 casos de la LCP*

	Ángulo LCP	Ángulo LE/LCP	Ángulo LAP/LE
Normal ⁴	0°	RInt (V): 4,7 ± 3,5° RInt (M): 5,2 ± 4,1°	90° ± 3
Caso 1° (M)	5,1°	-1,6°	91,3°
Caso 2° (M)	11,7°	3°	91,0°
Caso 3° (M)	7,3°	-5,6°	92,6°
Caso 4° (M)	8,4°	1,0°	90,3°
Caso 5° (M)	4,7°	-6,2°	90,7°
Caso 6° (M)	12,5°	1,6°	91,5°
Caso 7 (M)	-1,9°	-5,1°	90,1°
Caso 8 (M)	2,0°	7,7°	90,4°
Caso 9 (M)	2,4°	1,0°	90,4°
Caso 10 (V)	-1,1°	-6,6°	90,7°
Caso 11 (M)	-2,8°	-9,0°	90,8°
Caso 12 (M)	-1,5°	-2,1°	90,1°
Media	3,900	-1,825	90,825
Desviación estándar	5,285	4,864	0,712
Mínimo	-2,800	-9,000	90,100
Máximo	12,500	7,700	92,600

V: varones; M: mujeres; LCP: línea condílea posterior; LE: línea epicondílea; LAP: línea anteroposterior; Rint: rotación interna.

Tabla 2. Referencia LCP con fracaso de tres casos*, según valores de normalidad de Berger et al⁴

	Ref. LCP ⁴	Ángulo LE/LCP	Ángulo LAP/LE
Caso 1 (V)	-0,1°	-3,6°	91,1°
Caso 2 (M)	0,2°	-6,8°	88,7°
Caso 3 (M)	-0,3°	-0,1°	91,3°
Caso 4 (M)	1,9°	-3,8°	88,7°
Caso 5 (V)	1,5°	-3,6°	87,0°
Caso 6 (M)	-0,3°	-8,7°	91,1°
Caso 7 (M)	2,0°	-5,3°	89,9°
Caso 8 (V)	0,1°	-	88,2°
Caso 9° (V)	0,2°	0,0°	81,2°
Caso 10° (M)	-1,0°	-12,3°	97,3°
Caso 11° (M)	0,3°	-5,6°	100,3°
Media	0,409	-4,980	90,436
Desviación estándar	0,969	3,727	5,044
Mínimo	-1,000	-12,300	81,200
Máximo	2,000	0,000	100,300

V: varones; M: .mujeres; LCP: línea condílea posterior; LE: línea epicondílea; LAP: línea anteroposterior; Rint: rotación interna.

mando como referencia la LCP, en 3 de 11 casos (27%) encontramos un fracaso de la misma (tabla 2).

DISCUSIÓN

Berger et al⁴ describen el eje epicondíleo quirúrgico como aquel que va desde la prominencia del epicóndilo lateral al sulcus medial, y el eje epicondíleo clínico aquel que va

desde la prominencia del epicóndilo lateral al punto más prominente del epicóndilo medial. Con estas dos referencias anatómicas y la LCP se calculan los ángulos condíleo posterior y el llamado ángulo condíleo de giro, *condylar twist angle*, respectivamente (fig.2). Para estos autores los valores de dichos ángulos varían en función del sexo, aunque el *condylar twist angle* no es estadísticamente significativo (tabla 3).

Tras estudios con tomografía axial computarizada (TAC) en varos intensos, en un 27% de los varos no se detectaba el sulcus medial; por tanto, el eje epicondíleo quirúrgico tiene limitaciones⁵. Solamente en un 25% de las artrosis se detecta el sulcus. Akagi et al³ establecen una clasificación de tipos de sulcus en la población asiática: tipo I: reconocible; tipo II: rara vez reconocible; tipo III: no reconocible.

Matsuda et al⁶ realizaron estudios con resonancia magnética nuclear (RMN) en varos intensos, observando que en los varos la parte distal del cóndilo medial está deformada, pero no la parte posterior, existiendo una gran variabilidad anatómica. El eje transepicondíleo tiene aproximadamente 6° de rotación externa respecto a la LCP en las rodillas con eje normal y con varo. Estos autores piensan que la LCP puede ser una referencia fiable en varos, pero en casos de grandes deformidades se deberían utilizar todos los índices rotacionales. A su vez, en las deformidades en valgo hay atrofia del cóndilo lateral lo que hace menos fiable la LCP².

Existe una gran variabilidad en el reconocimiento de las referencias anatómicas. Jenny y Boeri⁷ encuentran variaciones importantes intra e interobservadores, por lo que no es reproducible la identificación de los puntos epicondíleos que definen la LE. Se desconocen las consecuencias que tiene con los sistemas de navegación.

Otra referencia importante es la LAP, desde el punto más profundo de la tróclea femoral al centro de la escotadura intercondílea. Whiteside y Arima⁸ compararon dos grupos de pacientes. Un primer grupo de 46 valgos, intervenidos desde 1980 hasta 1986, tomando como referencia la LCP, y un segundo grupo de 107 valgos, intervenidos desde 1987 hasta 1992, donde tomaron como referencia la LAP. En el primer grupo hubo 8 casos que necesitaron una transferencia de la tuberosidad tibial anterior (TTA); cuatro casos presentaron subluxación rotuliana a los dos años del postoperatorio y requirieron tratamiento quirúrgico. En el segundo grupo, en un caso se hizo transferencia de TTA, y

Tabla 3. Valores de los ángulos en función del sexo⁴

	Ángulo condíleo posterior	Ángulo condíleo de giro (<i>Condylar twist angle</i>)
Varones	3,5 ± 1,2° (rotación interna)	4,7 ± 3,5° (NS)
Mujeres	0,3 ± 1,2° (rotación interna)	5,2 ± 4,1° (NS)

NS: estadísticamente no significativo.

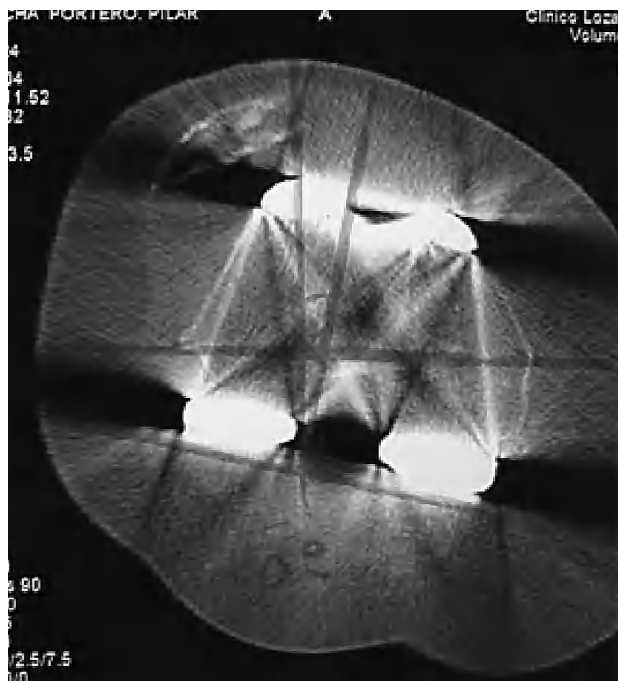


Figura 3. Estudio con tomografía axial computarizada en una paciente portadora de una prótesis total de rodilla (PTR) con luxación rotuliana. El componente femoral tiene un ángulo entre LE-LCP de 10° en rotación interna.

no hubo ningún caso de inestabilidad rotuliana a dos años de la cirugía.

Olcott y Scott⁹ compararon las tres referencias (LCP, LE y LAP) con cada una de ellas y con el eje necesario para conseguir un espacio simétrico en flexión de 90°, en 100 pacientes intervenidos realizando balance ligamentoso. El eje transepicondíleo, entre los dos puntos más prominentes de ambos cóndilos, fue el más fiable con un espacio simétrico en flexión inferior a 3°.

Para Matsuda et al¹⁰, el eje epicondíleo quirúrgico es la referencia más fiable, mejor que el eje epicondíleo clínico o la línea de Whiteside, para mantener la alineación constante al pasar de extensión a flexión. A pesar de ello, se puede obtener un espacio asimétrico de 0,9° entre flexión y extensión, debido a las variaciones individuales.

A pesar de las grandes ventajas que encontramos con la cirugía asistida por ordenador, queremos destacar determinadas limitaciones que hemos tenido para dicho estudio como son la curva de aprendizaje, las variaciones anatómicas y la dificultad en la precisión de las referencias anatómicas

intraoperatorias. La realización de medidas con TAC permite comprobar las referencias del navegador (fig. 3).

En conclusión, con la instrumentación manual que toma como referencia la LCP, habrá una malposición rotacional del implante femoral en un 27% de los casos. La navegación permite personalizar en cada caso las referencias rotacionales, controlando los errores de la LCP con las referencias aportadas por la LE y la AP.

BIBLIOGRAFÍA

1. Laskin RS. Instrumentation Pitfalls. You just can't go on autopilot. *J Arthroplasty*. 2003;3 (Suppl 1):18-22.
2. Malo M, Vince K G. The unstable patella after total knee arthroplasty: etiology, prevention, and management. *J Am Acad Orthop Surg*. 2003;5:364-71.
3. Akagi M, Yamashita E, Nakagawa T, Asano T, Nakamura T. Relationship between frontal knee alignment and reference axes in the distal femur. *Clin Orthop*. 2001;388:147-56.
4. Berger RA, Rubash HE, Seel MJ, Thompson WH. Determining the rotational alignment of the femoral component in total knee arthroplasty. *Clin Orthop*. 1993;286:40-7.
5. Uehara K, Kadoya Y, Kovayashi A, Ohashi H, Yamamoto Y. Bone anatomy and rotational alignment in total knee arthroplasty. *Clin Orthop*. 2002;402:196-213.
6. Matsuda S, Matsuda H, Miyagi T, Sasaki K, Iwamoto Y, Miura H. Femoral condyle geometry in the normal and varus knee. *Clin Orthop*. 1998;349:183-8.
7. Jenny J-Y, Boeri C. Low reproducibility of the intra-operative measurement of the transepicondylar axis during total knee replacement. *Acta Orthop Scand*. 2004;75:74-7.
8. Whiteside LA, Arima J. The anteroposterior axis for femoral rotational alignment in valgus total knee arthroplasty. *Clin Orthop*. 1995;321:168-72.
9. Olcott CW, Scott RD. Femoral component rotation during total knee arthroplasty. *Clin Orthop*. 1999;367:39-42.
10. Matsuda S, Miura H, Nagamine R, Urabe K, Mawatari T, Iwamoto Y. A comparison of rotational landmarks in the distal femur and the tibia shaft. *Clin Orthop*. 2003;414:183-8.

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.