

# Desalineación rotacional del implante tibial en artroplastia total de rodilla. Estudio con navegación.

## Malrotation of the tibial implant in total of knee arthroplasty. Study with navigation system.

B. SERAL, F. SERAL, A. CASTRO, J. GOMEZ, E. BLANCO.

SERVICIO DE TRAUMATOLOGÍA Y CIRUGÍA ORTOPÉDICA. HOSPITAL CLÍNICO UNIVERSITARIO "LOZANO BLESA", ZARAGOZA.

**Resumen.** Objetivo: Estudiar la rotación del implante tibial y el desajuste rotacional de los implantes femoral y tibial en los 19 casos intervenidos de artroplastia total de rodilla modelo Natural II, con sistema de navegación Navitrack® (Zimmer®). Material y Métodos: Estudio prospectivo en una serie consecutiva de 19 casos de artrosis de rodilla. Se analizaron las medidas realizadas con un sistema de navegación: 1- el ángulo entre la línea que va desde la inserción del Ligamento Cruzado Posterior al tercio medio de la tuberosidad tibial anterior y la línea anteroposterior del implante tibial para determinar la rotación del mismo; 2- el ángulo de la línea femoral epicondilea con el bloque de corte que nos dará la rotación del implante femoral. Resultados: La rotación media del implante tibial ha sido  $-0,011^\circ \pm 0,533$  (r: -0,800 / 1,000). La rotación del implante femoral con relación a la línea epicondilea ha sido  $-3,174^\circ \pm 4,733$  (r: -12,300 / 7,700). El ajuste rotacional femorotibial ha sido  $-2,963^\circ \pm 4,649$  (r: -11,500 / 6,700). Encontramos una alineación rotacional femorotibial en el 63% de los casos. Conclusiones: El sistema de navegación utilizado permite colocar el implante tibial con una rotación adecuada así como evitar un desajuste rotacional entre los implantes femoral y tibial. Actualmente se consideran de forma combinada las rotaciones de los implantes, lo que tiene gran importancia para evitar los problemas rotulianos así como el desgaste del polietileno.

**Summary.** Aim: To study the rotational alignment of the tibial implant in 19 patients who underwent total knee arthroplasty by surgical navigation system. Material and Methods: Prospective analysis of 19 consecutive patients with knee osteoarthritis. References obtained by the computerized navigation were: 1- the angle between the line from the insertion of the posterior cruciate ligament to the medial tibial tuberosity and the anteroposterior tibial implant line to study the tibial rotation; 2- the angle between the epicondyle line and the cut piece to study the femoral rotation. Results: The media tibial implant rotation was  $-0,011^\circ \pm 0,533$  (r: -0,800/ 1,000). The femoral implant rotation was  $-3,174^\circ \pm 4,733$  (r: -12,300 / 7,700). The mean angle of the rotational mismatch of the components was  $-2,963^\circ \pm 4,649$  (r: -11,500/ 6,700). There was a good femorotibial mismatch in 63%. Conclusions: The navigation system helps us to put the tibial implant in a good rotation and so a good femorotibial mismatch. Actually we study the combined rotation of the implants to decrease the patelofemoral problems and the polyethylene damage.

**Correspondencia:**  
Belen Seral García.  
Pº Constitución 25, 2º dcha.  
50.001 - Zaragoza.  
bseral@terra.es

**Introducción.** Actualmente se considera que la alineación rotacional es junto al eje mecánico y el balance ligamentoso la “tercera dimensión” en artroplastia de rodilla. Las artroplastias dolorosas ó que evolucionan con un fracaso precoz pueden ser debidas a una desalineación rotacional de los implantes.

Asi como la orientación rotacional del implante femoral con respecto a la línea epicondílea ha sido motivo de estudio en los últimos años, menos interés ha despertado la rotación del implante tibial. La gran cantidad de nuevos y diferentes diseños de implantes y técnicas que existen en el mercado, así como el número de trabajos publicados al respecto nos confirman que no se conoce la combinación óptima de alineación rotacional de los implantes (1).

Las referencias anatómicas habituales que utilizamos para determinar la rotación del implante tibial en cirugía convencional son: tercio medio de la tuberosidad tibial anterior (TTA), punto medio del tobillo y 2º metatarsiano. Se desaconseja utilizar la línea tibial posterior. Y no hay datos bibliográficos que expliquen la elección por Insall del tercio medio de la TTA (2).

Nuestro objetivo ha sido estudiar la rotación del implante tibial, la rotación del implante femoral, y el desajuste rotacional entre ellos, en los 19 casos intervenidos de artroplastia total de rodilla con modelo Natural II durante el año 2003-2004 por gonartrosis, con sistema de navegación Navitrack® (Zimmer®).

**Material y métodos.** De forma prospectiva en serie consecutiva hemos analizado 19 prótesis de rodilla implantadas por gonartrosis mediante navegador desde mayo del 2003 hasta enero del 2004 de una muestra de 23 pacientes. La edad media de los pacientes era de 73,3 años (66-79,2). El peso medio de los pacientes fue 76,2 Kg (57-90) y la altura media fue de 156,3 cm (145-175). El 70% eran mujeres. En un 60% la rodilla afectada fue la derecha. En un 80% el diagnóstico en el preoperatorio era poliartrosis. La distribución según el grado de Ahlbäck era 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.

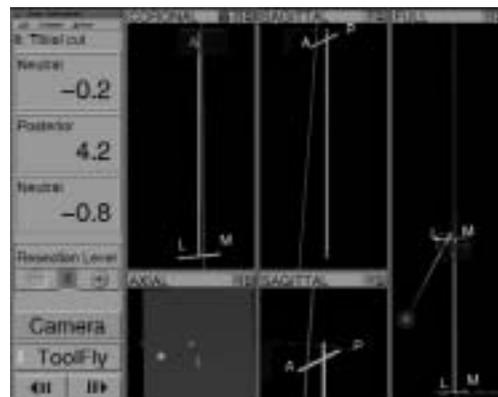
Se realizó una técnica quirúrgica estándar con navegación para conseguir un eje mecánico de  $180^\circ \pm 3^\circ$ . El tiempo quirúrgico medio fue 150 minutos.

Durante la intervención se tomaron las referencias anatómicas habituales y entre ellas las relacionadas con la rotación del implante femoral (línea epicondílea, línea condílea posterior, línea AP de Whiteside) y con la rotación del implante tibial (LCP, tercio medio de la TTA, y línea transmalleolar del tobillo). Las medidas realizadas con el navegador han sido: ángulo de la línea femoral epicondílea con el bloque de corte femoral (rotación del implante femoral) y ángulo entre la perpendicular a la línea epicondílea y la línea que une el LCP con el tercio medio de la TTA (rotación del implante tibial) (Fig. 1).

La rotación del implante femoral 0° corresponde al paralelismo entre el implante femoral y la línea epicondílea. Los valores negativos serían de rotación interna y los positivos de rotación externa.

La rotación tibial 0° corresponde al ángulo entre la perpendicular a la línea epicondílea y la línea que une el LCP con el tercio medio de la TTA. Los valores negativos serán de rotación interna y los valores positivos serán de rotación externa.

El desajuste rotacional entre los implantes femoral y tibial se valora con la diferen-



**Figura 1.** Pantalla del navegador con las referencias para analizar la rotación del implante tibial.

cia entre sus rotaciones (Fig. 3). Siguiendo el trabajo de Uehara y cols. (2) consideramos que existe un desajuste rotacional cuando la diferencia de rotación entre ambos implantes es superior a 5°. Si es menor de 5° consideramos una buena alineación rotacional de los mismos.

La línea epicondílea clínica (LE) es la que une la parte más prominente de los epicondílos. La línea condílea posterior es la que une la parte posterior de los cóndilos. La línea de Whiteside es la que une el punto más profundo de la tróclea femoral y el distal en el centro de la escotadura.

Los valores de los ángulos referidos se presentan individualizados, utilizando la media, el rango y la desviación estándar.

**Resultados.** En la tabla 1 se presentan todos los casos estudiados. El valor medio de la rotación del implante femoral con relación a la línea epicondílea ha sido  $-3,174^\circ \pm 4,733$ , con un rango entre  $-12,300$  y  $7,700$ . El valor medio de la rotación del implante tibial fue de  $-0,011^\circ \pm 0,533$  ( $r: -0,800 / 1,000$ ). El ajuste rotacional entre los implantes femoral y tibial fue de  $-2,963^\circ \pm 4,649$  ( $r: -11,500 / 6,700$ ). Encontramos una alineación rotacional femorotibial en el 63% de los casos.

**Discusión.** La línea epicondílea es perpendicular al eje mecánico tibial en el arco de flexión  $0-90^\circ$  (1). La orientación perpendicular se mantiene durante el movimiento de la rodilla en flexión-extensión. La rótula articula mediante un arco circular que se describe en relación al eje epicondíleo con pequeños desplazamientos en el plano medio-lateral. La rotación de los implantes femoral y tibial guarda relación con la línea epicondílea femoral.

Las consecuencias de la desalineación rotacional de implante tibial se enumeran en la tabla 2.

Según Akagi y cols. (4), la desalineación rotacional entre implantes femoral y tibial conlleva un contacto entre el implante y la bandeja de polietileno, una limitación de la movilidad de la rodilla, una mala alineación rotacional entre la rodilla y el tobillo con una

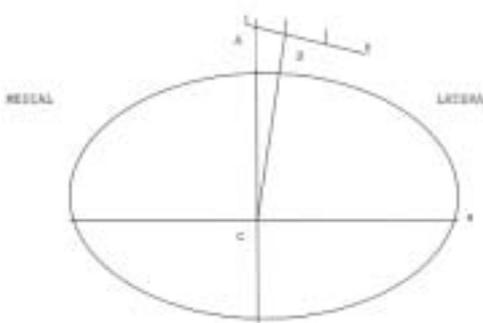
**Tabla 1. Rotación tibial, femoral y alineación rotacional femorotibial.**

	Rotación tibial	Rotación Femoral	Alineación Rotacional femorotibial
Caso 1 (M)	-0,300	-1,600	1,300
Caso 2 (M)	-0,200	3,000	3,200
Caso 3 (M)	0,800	-5,600	-6,400
Caso 4 (M)	-0,300	-5,100	-4,800
Caso 5 (V)	-0,800	-3,600	-2,400
Caso 6 (M)	0,400	-0,100	-0,500
Caso 7 (M)	0,700	-3,800	-3,100
Caso 8 (V)	-0,400	-3,600	-3,200
Caso 9 (M)	0,000	-8,700	-8,700
Caso 10 (M)	0,300	-5,300	-5,600
Caso 11 (V)	0,400	0,000	-0,400
Caso 12 (M)	-0,800	-12,300	-11,500
Caso 13 (M)	1,000	7,700	6,700
Caso 14 (V)	0,300	-6,600	-6,900
Caso 15 (M)	-0,700	-9,000	-8,300
Caso 16 (M)	-0,100	-2,100	-2,200
Caso 17 (M)	-0,400	1,000	1,400
Caso 18 (M)	0,400	-6,200	-6,600
Caso 19 (M)	-0,100	1,600	1,700
Casos	19	19	19
Media	0,011°	-3,174°	-2,963°
Desv. Est.	0,533°	4,733°	4,649°
Max-Min.	-0,800/1,000	-12,300/7,700	-11,500/6,700

V: varones. M: mujeres

**Tabla 2. Consecuencias de la desalineación rotacional del implante tibial.**

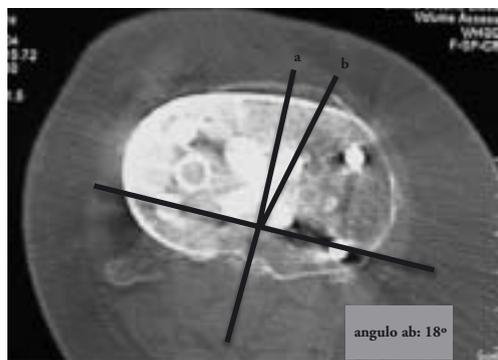
Rotación interna (3)	Rotación Externa (2)
Rotación externa tibial durante la flexión.	Prominencia posterolateral del implante.
Lateralización de la TTA.	Agravación torsión tibial interna.
Aumento del ángulo Q.	Marcha en rotación interna.
Subluxación ó luxación rotuliana.	
Desgaste asimétrico de la rótula.	
Dolor anterior de rodilla.	



**Figura 3.** Rotación combinada femorotibial. Corte con TAC: ángulo entre la perpendicular a la línea epicondílea (a) (AC) y línea 1/3 medial TTA (BC) (2).

marcha en rotación interna ó externa. También se puede alterar la estabilidad rotuliana.

Existen mecanismos de compensación del desajuste rotacional. Durante las fases de la marcha se producen ángulos de flexión entre  $0^\circ$  y  $60^\circ$ , siendo de  $0^\circ-33^\circ$  en la fase de apoyo. El promedio de flexión es de



**Figura 2.** TAC del implante tibial con rotación en neutro. Se traza el ángulo que forma la línea AP tibial perpendicular al eje transepicondileo (a) y la línea que va desde el punto medio del LCP al tercio medial de la TTA (b), que mide 18° (6).

11°. Coughlin y cols. (1) en estudio anatómico, encuentran a 11° de flexión, una rotación tibial interna media de 5,5°. Olvidando la rotación automática, proponen llevar el implante tibial en rotación externa, para desplazar la TTA medialmente. Malo y cols. (3) observan en la exploración clínica que con caderas y rodillas en flexión de 90° el aumento de rotación interna en cadera indica un exceso de rotación interna en implante femoral. Con el paciente sentado en el borde de la mesa la rotación externa del pie indica un exceso de rotación interna del implante tibial.

Se han descrito variaciones cinemáticas según el modelo protésico, como la traslación paradójica femoral anterior, patrones de rotación axial invertida, y separaciones femorales condíleas. Ranawat y cols. (5) realizaron un estudio comparativo con videofluoroscopia, de un modelo estabilizado posterior, con sacrificio de los ligamentos cruzados, entre plataforma fija y móvil. Los resultados eran satisfactorios con ambos diseños, encontrando una cinemática similar a la rodilla normal, aunque con menor desplazamiento condíleo posterior y menor rotación axial. En el modelo de plataforma móvil había una mayor rotación axial. La plataforma móvil puede compensar la discrepancia entre la posición de la TTA y la rotación del pie. Esto podría ser útil en casos de torsión tibial interna.

Un desajuste rotacional femorotibial tiene repercusión en diseños de polietileno ultracongruentes. Uehara y cols. (2) afirman

que cuando se utilizan diseños ultracongruentes, un desajuste rotacional de 5-10° es importante pues se producirían tensiones rotacionales en la interfaz hueso-implante y liberación de partículas.

Berger y cols. (6) miden la alineación de los implantes con tomografía axial computarizada (TAC) perpendicular al eje mecánico. Para ello trazan una línea entre tubérculo de la TTA al centro geométrico del implante tibial y una línea perpendicular al eje trasverso del implante tibial (eje anteroposterior del implante tibial). Su ángulo nos determina la rotación tibial con valores normales de  $18^\circ \pm 2,6^\circ$  en rotación interna desde la TTA. A partir de este valor hablaremos de que el componente tibial está en excesiva rotación interna si el valor es superior a 18°.

Hasta hace unos años la rotación de cada uno de los implantes se hacía independientemente, siguiendo unas determinadas referencias anatómicas. Los estudios de imagen con TAC nos han permitido medir la rotación del implante tibial en función del implante femoral y conocer el desajuste rotacional entre ellos.

Uehara y cols. (2) estudian 109 pacientes con 83 prótesis de rodilla por genu varo artrósico con TAC. Calculan el desajuste rotacional entre los implantes femoral y tibial con el ángulo que forma una línea perpendicular al eje epicondileo y una línea desde el origen de la anterior que pasa por el tercio medio del tendón rotuliano. El valor medio calculado fue  $2,6^\circ \pm 5,4$  (rango: 16/ -10) (Fig. 3). En un 50% de la serie había un desajuste rotacional con un ángulo superior a 5° y en un 12% el ángulo era superior a 10°. Estos autores afirman que existe una tendencia a colocar el implante tibial en rotación externa en relación con el implante femoral cuando se alinean según el tercio medio de la TTA.

Akagi y cols. (4) estudian mediante TAC perpendicular al eje diafisario de la tibia, 39 personas voluntarias (20 hombres y 19 mujeres), con el objeto de analizar una referencia anatómica extraarticular útil para determinar la rotación del implante tibial. Definen el eje AP de la tibia como aquel perpendicular a la línea transepicondilea que pasa

por el punto medio de la inserción del LCP a nivel tibial. El valor medio del ángulo entre el eje AP y la línea que conecta desde el punto medio del LCP y el tercio medial del tendón rotuliano a nivel del tubérculo era de  $10^\circ \pm 4,2^\circ$ , con variaciones significativas según el sexo. Si el implante femoral se coloca paralelo al eje transepicondileo y el implante tibial se coloca perpendicular a esta línea, habría aproximadamente un exceso de rotación externa de  $10^\circ$  en relación al componente femoral con la rodilla en extensión.

Chauhan y cols. (7) hacen un estudio prospectivo en 70 pacientes comparando técnica convencional frente a técnica con navegación. Para ello realizan un TAC en el postoperatorio inmediato y observan que con navegación hay una mejoría significativa de los siguientes parámetros: varo/valgo femoral y tibial, rotación de los implantes femoral y tibial, inclinación posterior del implante tibial y del ajuste rotacional femorotibial. No hay una mejoría significativa de la flexión del componente femoral.

Nagamine y cols. (8) estudian la fiabilidad de las referencias anatómicas en la población japonesa. Para ello comparan un grupo de 24 genu varos artrósicos y 28 rodillas normales mediante estudio con TAC con la rodilla en flexión de  $30^\circ$ , momento en que la rotación tibial cambia en relación con el fémur si lo estudiamos antes y después de la prótesis de rodilla. La torsión tibial interna se mide con el ángulo entre la línea epicondilea y el centro del tobillo. En la población japonesa el genu varo artrósico se asocia a una torsión tibial interna pronunciada, con

numerosas variaciones individuales.

No se conoce el efecto del balance ligamentoso sobre la desalineación rotacional tibial. La referencia del tercio medial de la TTA en artroplastia con balance ligamentoso, en la serie de Uehara y cols. (2) ha determinado desalineaciones en rotación externa.

En la serie que presentamos encontramos que la rotación del implante tibial se ajusta en todos los casos a valores entre  $0^\circ$  y  $1^\circ$  que consideramos idóneos. Al estudiar la relación entre rotación del implante tibial y rotación del implante femoral encontramos una alineación rotacional en el 63% de los casos. Pensamos que ello es debido a que en el 57% de los casos la rotación del implante femoral se ha ajustado a la línea de Whiteside mientras que en el 43% de los casos ha seguido la referencia de la línea condilea posterior. Tomando como referencia la LCP, en un 27% de los casos encontramos un fracaso de la misma (9).

Para concluir, pensamos que los sistemas de navegación nos permiten conocer la rotación del implante tibial, facilitan la adaptación de la rotación tibial a la rotación femoral, y nos dan el valor de la alineación rotacional femorotibial. Todo ello podrá conseguir mejorar la evolución de las artroplastias de rodilla.

Como limitaciones del estudio debemos citar: 1- se trata de una casuística limitada, con curva de aprendizaje, 2- existen variaciones anatómicas, según el sexo, 3- no hemos tenido en cuenta la torsión tibial, 4- sería necesario el realizar estudios con TAC durante el postoperatorio en series más amplias.

---

## Bibliografía

- 1.- **Coughlin KM, Incavo SJ, Churchill DL, Beynonn BD.** Tibial axis and patellar position relative to the femoral epicondylar axis during squatting. *J Arthroplasty* 2003; 18:1048-55.
- 2.- **Uehara K, Kadoya Y, Kovayashi A, Ohashi H, Yamamano Y.** Bone anatomy and rotational alignment in total knee arthroplasty. *Clin Orthop* 2002; 402:196-213.
- 3.- **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.
- 4.- **Akagi M, Oh M, Nonaka T, Tsujimoto H, Asano T, Hamanishi C.** An anteroposterior axis of the tibia for total knee arthroplasty. *Clin Orthop* 2004; 420:213-9.
- 5.- **Ranawat CS, Komistek RD, Rodriguez JA, Dennis DA, Anderle M.** In vivo kinematics for fixed and mobile-bearing posterior stabilized knee protheses. *Clin Orthop* 2004; 418:184- 90.
- 6.- **Berger RA, Crossett LS, Jacobs JJ, Rubash HE.** Malrotation causing patellofemoral complications after total knee arthroplasty. *Clin Orthop* 1998; 356:144-153.
- 7.- **Chauhan SK, Scott RG, Breidahl W, Beaver RJ.** Conventional-assisted knee arthroplasty versus a conventional jig-based technique. *J Bone Joint Surg* 2004; 86B:372-7.
- 8.- **Nagamine R, Miyanishi K, Miura H, Urabe K, Matsuda S, Iwamoto Y.** Medial torsión of the tibia in japanese patients with osteoarthritis of the knee. *Clin Orthop* 2003; 408:218-24.
- 9.- **Seral B, Gómez R, Hualde A, Seral F.** Análisis de la rotación del implante femoral en prótesis de rodilla con navegador. *Rev Ortop Traumatol* 2005; 49:183-6.