

# Variabilidad en el reparo del centro de rotación de la cabeza femoral en la alineación del miembro inferior en el reemplazo total de rodilla

CARLOS M. AUTORINO, FEDERICO J. BURGO, DIEGO E. MENGELLE, MARCOS GALLI SERRA, JUAN P. GUYOT  
y HORACIO F. RIVAROLA ETCHETO

*Hospital Universitario Austral*

## RESUMEN

**Introducción:** La elección intraoperatoria del eje mecánico en el plano coronal durante el reemplazo total de rodilla depende de la precisión con la cual se identifique el centro de rotación de la cabeza femoral. La identificación manual de éste, basada en parámetros de la anatomía proyectiva y de superficie, corresponde a las descripciones clásicas.

El objetivo del estudio consistió en establecer la variabilidad asociada con la utilización de este método.

**Materiales y métodos:** Se diseñó un estudio experimental en el que un cirujano ortopédico entrenado y un médico en período de formación identificaron el centro de rotación de la cabeza femoral de las caderas derecha e izquierda en 15 voluntarios sanos.

Se determinó la variabilidad intraobservador e interobservador comparando la media de los valores de medición obtenidos por cada médico mediante el cálculo del coeficiente de correlación intraclase.

Se evaluó el acuerdo en los médicos formados y los médicos en formación mediante la correlación de Spearman. El análisis estadístico se realizó estableciendo un nivel de significación de  $p < 0,05$ .

**Resultados:** El coeficiente de correlación dentro de la clase para la variabilidad intraobservador fue aceptable para el cirujano entrenado (IC 0,75; 0,57-0,86). Para el cirujano en formación el coeficiente fue bajo (IC 0,43; 0,26-0,65). El acuerdo interobservador entre el promedio de las mediciones correspondientes al cirujano entrenado y al médico en observación fue según el coeficiente de correlación intraclase extremadamente bajo (IC 0,12; 0,08-0,21).

**Conclusiones:** La técnica semiológica de identificación del centro de rotación de la cabeza femoral es imprecisa e inexacta. Recomendamos realizar la comprobación radioscópica intraoperatoria de la alineación del miembro inferior.

**PALABRAS CLAVE:** Fémur. Reemplazo total de rodilla. Alineación femoral.

**VARIABILITY IN THE CENTER OF ROTATION OF THE FEMORAL HEAD: ASSESSMENT IN LIMB ALIGNMENT IN TOTAL KNEE REPLACEMENT.**

## ABSTRACT

**Background:** Mechanical axis selection for intraoperative alignment in total knee replacement depends on the accuracy in identifying the center of the femoral head. Manual identification based on anatomic landmarks is a widespread procedure used by orthopedic knee surgeons. The purpose of this study is to establish the variability associated with the method.

**Methods:** An experimental study was designed in which 1(one) experienced orthopedic surgeon and 1 (one) surgeon undergoing training identified the center of the femoral head in 15 healthy volunteer patients.

The interobserver variability was determined comparing the observers' mean value using the intraclass correlation coefficient.

Agreement between both groups was assessed using the Spearman correlation.

**Results:** Intraclass correlation coefficient of the intraobserver variability was acceptable for the trained surgeon 0.75 IC (0.57-0.86); it was however poor for the less experienced surgeon: 0.43 IC (0.26-0.65). The interobserver agreement between each surgeon's mean values was extremely low 0.12 IC (0.08-0.21).

**Conclusions:** Semiological identification of the center of the femoral head is inaccurate and inexact. We recom-

Recibido el 09-02-2007. Aceptado luego de la evaluación el 10-09-2007.  
Correspondencia:

Dr. HORACIO F. RIVAROLA ETCHETO  
hrivarol@cas.austral.edu.ar

mended the use of intra-op radiographic assistance to determine lower limb alignment.

**KEY WORDS: Femur. Total Knee Arthroplasty. Femoral alignment.**

El éxito de un reemplazo total de rodilla (RTR) depende, entre otros factores, de la alineación adecuada de los componentes protésicos. Los defectos de alineación han sido asociados con aflojamientos protésicos y complicaciones patelofemorales.<sup>5</sup>

La elección intraoperatoria del eje mecánico en el plano coronal durante el procedimiento depende de la precisión con la cual se identifique el centro de rotación de la cabeza femoral. La identificación manual basada en parámetros de la anatomía proyectiva y de superficie corresponde a las descripciones clásicas.<sup>4,12</sup>

Prescindiendo del uso de instrumentos de diagnóstico por imágenes, es un procedimiento muy utilizado por los cirujanos entrenados en cirugía reconstructiva de rodilla.

Numerosas publicaciones hacen referencia a la escasa confiabilidad de los métodos de palpación manual en la determinación del eje transepicondíleo y el eje mecánico en relación con la alineación rotacional y axial respectivamente. En la búsqueda bibliográfica realizada no se han hallado referencias vinculadas al centro de rotación de la cabeza femoral.<sup>6,7,9,13,15</sup>

Krackow<sup>8</sup> determinó que una técnica que tenga un error igual o menor de 3 a 4 mm en la localización del centro de rotación de la cabeza femoral resulta confiable.

El objetivo del presente estudio consiste en establecer la variabilidad asociada con la utilización de reparos anatómicos para la localización manual sobre la base del centro de rotación de la cabeza femoral.

## Materiales y métodos

Se diseñó un estudio experimental en el que un cirujano ortopédico entrenado y un médico en período de formación identificaron el centro de rotación de la cabeza femoral de las caderas derecha e izquierda en 15 voluntarios sanos.

Los criterios de inclusión fueron:

- Índice de masa corporal 18-26.
- Ángulos de inclinación de la cadera mayores de 140° y menores de 130°.
- Cualquier patología que altere la forma o estructura de la cabeza femoral.
- Sexo masculino.

Se efectuaron 60 identificaciones del centro de rotación de la cabeza femoral en 15 individuos con una edad promedio de 35 años (rango: 23-46). Treinta fueron realizadas por un médico formado y las otras 30, por un médico en etapa de formación. Cada operador efectuó la experiencia en dos oportunidades en la misma cadera.

El centro de rotación elegido fue establecido adhiriendo un marcador metálico a la piel de los voluntarios, considerando los parámetros anatómicos según la descripción clásica.<sup>4,12</sup>

Luego de cada experiencia, se tomó una radiografía panorámica de frente con 15° de rotación interna del miembro inferior correspondiente. Con el objetivo de obtener una escala de magnificación similar en todas las imágenes, se ubicó el foco a 150 cm del objetivo (Kodak ImaGe 2001).

Un médico entrenado en cirugía reconstructiva de rodilla no involucrado en las marcaciones determinó el centro de rotación real de cada cadera a partir de la superposición de la imagen radiográfica de un calco prediseñado con círculos concéntricos (coxómetro). Con el objetivo de medir en milímetros la ubicación relativa de los centros de rotación obtenidos en relación con el real, se trazó una línea correspondiente a la proyección del eje mecánico dividiendo la cabeza femoral en dos hemisferios (Figs. 1 y 2).



**Figura 1.** Centro de rotación considerado error (> 4 mm).



**Figura 2.** Centro de rotación considerado real (< 4 mm).

Se estableció la comparación del método de medición con relación al centro de rotación real y a la proyección distal y proximal del eje mecánico (Fig. 3).

Se consideraron "error" todas las marcaciones que se alejaron tanto del centro de rotación como de la proyección del eje mecánico más de 4 mm (Figs. 1 y 2).

Se determinó la variabilidad intraobservador e interobservador comparando la media de los valores de medición obtenidos por cada médico mediante el cálculo del coeficiente de correlación intraclase.

Se evaluó el acuerdo en los médicos formados y en los médicos en formación mediante la correlación de Spearman. El análisis estadístico se realizó estableciendo un nivel de significación de  $p < 0,05$ .

## Resultados

Los valores promedio de los centros de rotación obtenida fueron:

- Cirujano entrenado: 13 mm (desviación estándar [DE]) = 7 mm
- Médico en formación: 29 mm (DE = 8 mm).

Considerando 4 mm la distancia mínima aceptable del centro de rotación real (Figs. 1 y 2), la diferencia comparativa con los promedios de distancia de los centros de rotación obtenidos por los dos operadores (cirujano entrenado y médico en formación) fue estadísticamente significativa ( $p = 2,1$ ;  $p > 0,05$ ).

El rango de variación intrapersonal fue:

- Cirujano entrenado: 12 mm (4-24).
- Cirujano en formación: 21 mm (11-33).

El coeficiente de correlación intraclase para la variabilidad intraobservador fue aceptable para el cirujano entrenado (IC 0,75; 0,57-0,86). Para el cirujano en formación el coeficiente fue bajo (IC 0,43; 0,26-0,65).

El acuerdo interobservador entre el promedio de las mediciones correspondientes al cirujano entrenado y al médico en observación fue, según el coeficiente de correlación intraclase, extremadamente bajo (IC 0,12; 0,08-0,21).

## Discusión

La localización del centro de rotación de la cadera es un aspecto relevante en la obtención de una alineación correcta en relación con el eje mecánico en la cirugía re-



Figura 3. Medición del eje del miembro.

constructiva de rodilla. La alineación en el eje axial de la rodilla es esencial para el balance ligamentario adecuado y el encarrilamiento patelofemoral correcto.<sup>3,10,11</sup>

Se describieron numerosos métodos para definir la alineación correcta de la rodilla durante la implantación de los componentes. En 1993, Berger y cols.<sup>3</sup> propusieron el eje transepicondílleo como línea de referencia. Laskin, en 1995, definió el eje condíleo anteroposterior. Whiteside y Arima,<sup>14</sup> en 1995, describieron la línea actualmente conocida como "línea de Whiteside". Por su parte, Sthiel y Cherveny (1996) propusieron el eje tibial como un parámetro de referencia confiable.

La utilización de guías extramedulares de alineación para los cortes óseos requiere la identificación correcta del:

- centro de la cabeza femoral
- eje transepicondílleo en la rodilla
- eje bimaleolar en el tobillo

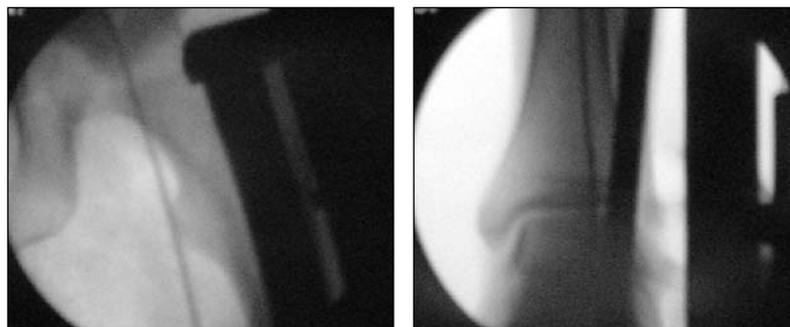
Surge de estudios comparativos que la alineación en el eje mecánico de la rodilla es más precisa cuando se utilizan sistemas de asistencia quirúrgica computarizada que cuando se utilizan sistemas manuales convencionales.<sup>1,2,10</sup>

Tabla. Resultados

	N	Medición media	Variación intraobservador	Variabilidad entre observadores
<b>Cirujano entrenado</b>	30	13 mm (DE = 7)	12 mm (4-24)	IC 0,75 (0,57-0,86)
<b>Médico en formación</b>	30	29 mm (DE = 8)	21 mm (11-33)	IC 0,43 (0,26-0,65)



**Figura 4.** Medición del centro de la cabeza femoral con asistencia radioscópica.



**Figura 5.** Comprobación radioscópica intraoperatoria de la alineación del miembro inferior.

Se describió la localización palpatoria de la proyección del centro de rotación de la cabeza femoral mediante la utilización de referencias anatómicas y es un método utilizado en la práctica habitual, sobre todo por cirujanos especializados en reconstrucción articular.

Las observaciones muestran una elevada variabilidad intrapersonal para las mediciones realizadas por el médico en formación y una baja variabilidad para el cirujano entrenado. Se ha demostrado una alta variabilidad interpersonal del método.

En el presente estudio se demuestra que la identificación manual del centro de rotación real de la cabeza femoral utilizando referencias anatómicas en manos de un cirujano experto es precisa (aceptable reproducibilidad intrapersonal), pero inexacta.

Cuando esta maniobra es realizada por un cirujano en formación es extremadamente imprecisa (baja reproducibilidad intrapersonal) e inexacta.

Este hallazgo coincide con estudios de confiabilidad, en los que se observa una baja reproducibilidad intrapersonal en la selección visual de parámetros anatómicos relevantes relacionados con el eje transepicondileo y el eje bimalleolar, incluso para la cirugía asistida por navegador.<sup>6,7,9,13,15</sup>

De acuerdo con la investigación bibliográfica realizada no se han encontrado estudios que cuantifiquen en forma aislada la precisión y exactitud de este método manual basado en parámetros de referencia anatómicos.<sup>6,9,13,15</sup>

Si se considera que un error de un centímetro y medio en relación con la localización correcta del centro de rotación de la cabeza femoral, tanto en sentido medial como lateral, dará un error de 3° a 4° en la orientación del corte óseo se comprende que:

- Los valores promedio de localización manual del centro de rotación de la cabeza femoral observados en el presente estudio (13 a 29 mm) podrían determinar errores en las osteotomías de 4° a 12°.
- La importancia de la utilización de métodos precisos de marcación preoperatoria del centro de rotación femoral radica en establecer un parámetro de referencia confiable para la determinación del eje mecánico real (Fig. 4).

## Conclusiones

La técnica semiológica de identificación del centro de rotación de la cabeza femoral mediante maniobras basadas en la anatomía proyectivo-palpatoria es imprecisa e inexacta, incluso realizada por médicos con entrenamiento específico en cirugía reconstructiva de la rodilla.

Por lo tanto, se recomienda efectuar la comprobación radioscópica intraoperatoria de la alineación del miembro inferior (Fig. 5).

## Bibliografía

1. **Bathis H, Perlick L, Tingart M, Luring C, Zurakowski D, Grifka J.** Alignment in total knee arthroplasty. A comparison of computer-assisted surgery with the conventional technique. *J Bone Joint Surg Br.* 2004;86(5):682-7.
2. **Bathis H, Perlick L, Tingart M, Perlick C, Luring C, Grifka J.** Intraoperative cutting errors in total knee arthroplasty. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2005;125(1):16-20.
3. **Berger RA, Crosssett LS, Jacobs JJ, Rubash HE.** Malrotation causing patellofemoral complications after total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 1998;(356):144-53.
4. **Brantigan OC.** *Anatomía Clínica.* México D. F.: Compañía Editorial Continental; 1967.
5. **Epps, CH.** *Complications in Orthopedic Surgery.* 3th ed. Philadelphia: JB Lippincott; 1994.

6. **Fuiko R, Kotten B, Zettl R, Ritschl P.** [The accuracy of palpation from orientation points for the navigated implantation of knee prostheses]. *Orthopade*. 2004;33(3):338-43.
7. **Jenny JY, Boeri C.** Low reproducibility of the intra-operative measurement of the transepicondylar axis during total knee replacement. *Acta Orthop Scand*. 2004;75(1):74-7.
8. **Krackow KA, Bayers-Thering M, Phillips MJ, Bayers-Thering M, Mihalko WM.** A new technique for determining proper mechanical axis alignment during total knee arthroplasty: progress toward computer-assisted TKA. *Orthopedics*. 1999;22(7):698-702.
9. **Nagamine R, Kondo K, Ikemura S, et al.** Distal femoral cut perpendicular to the mechanical axis may induce varus instability in flexion in medial osteoarthritic knees with varus deformity in total knee arthroplasty: a pitfall of the navigation system. *J Orthop Sci*. 2004;9(6):555-9.
10. **Nofrini L, Slomczykowski M, Iacono F, Marcacci M.** Evaluation of accuracy in ankle center location for tibial mechanical axis identification. *J Invest Surg*. 2004;17(1):23-9.
11. **Olcott CW, Scott RD.** The Ranawat Award. Femoral component rotation during total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. 1999;(367):39-42.
12. **Pérez Casas A, Bengoechea ME.** *Anatomía funcional del aparato locomotor*. Madrid: Paz Montalvo; 1978.
13. **Robinson M, Eckhoff DG, Reinig KD, Bagur MM, Bach JM.** Variability of landmark identification in total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. 2006;442:57-62.
14. **Whiteside LA, Arima J.** The anteroposterior axis for femoral rotational alignment in valgus total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. 1995;(321):168-72.
15. **Yau WP, Leung A, Chiu KY, Tang WM, Ng TP.** Intraobserver errors in obtaining visually selected anatomic landmarks during registration process in nonimage-based navigation-assisted total knee arthroplasty: a cadaveric experiment. *J Arthroplasty*. 2005;20(5):591-601.