

ORIGINAL

¿Influye la estabilidad mediolateral de las artroplastias totales de rodilla en la evolución clínica a corto plazo? Estudio multicéntrico a un año con cirugía asistida por ordenador



C. Martín-Hernández^{a,*}, C. Revenga-Giertych^b, D. Hernández-Vaquero^c, J. Albareda-Albareda^d, J.A. Queiruga-Dios^e, D. García-Aguilera^a y M. Ranera-García^a

^a Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología, Hospital Obispo Polanco, Teruel, España

^b Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología, Hospital Juan Grande, Jerez de la Frontera, España

^c Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología, Hospital San Agustín, Avilés, España

^d Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología, Hospital Clínico universitario Lozano Blesa, Zaragoza, España

^e Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología, Hospital Virgen del Puerto, Plasencia, España

Recibido el 21 de abril de 2013; aceptado el 21 de enero de 2014

Disponible en Internet el 13 de febrero de 2014

PALABRAS CLAVE

Artroplastia total de rodilla;
Navegación;
Cirugía asistida por ordenador;
Estabilidad;
Resultados clínicos

Resumen

Objetivo: Evaluar la influencia de la estabilidad mediolateral de las artroplastias totales de rodilla implantadas con navegación quirúrgica en sus resultados clínicos a corto plazo.

Material y métodos: Estudio prospectivo multicéntrico de 111 pacientes intervenidos con artroplastia total de rodilla mediante cirugía asistida por ordenador. Los resultados clínicos y funcionales se evaluaron a los 3 y seis meses mediante las escalas KSS, WOMAC y SF-12 y se correlacionaron con la información que mostraba el sistema de navegación intraoperatoriamente en cuanto a la estabilidad mediolateral en extensión, a los 20° y a los 90° de flexión.

Resultados: No se encontró relación entre los resultados clínicos y funcionales y la estabilidad mediolateral medida intraoperatoriamente.

Conclusiones: Las variaciones en la estabilidad mediolateral de las artroplastias de rodilla no han mostrado una influencia significativa en los resultados clínicos a corto plazo.

© 2013 SECOT. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: cmartinh@me.com (C. Martín-Hernández).

KEYWORDS

Total knee replacement;
Navigation;
Computer assisted surgery;
Stability;
Clinical results

Does the medial-lateral stability of total knee replacements have an effect on short-term clinical outcomes? One-year results of a multicentre study with computer assisted surgery

Abstract

Objective: To evaluate the influence of the medial-lateral stability of the joint on the short-term clinical outcomes after performing navigation in total knee replacement.

Material and methods: A multicentre prospective study was conducted on 111 consecutive total knee replacements performed with computer assisted surgery. The study included the evaluation of KSS, WOMAC, and SF-12 preoperatively, and at 3 and 12 months of follow-up, and correlation with stability data obtained during surgery, in extension and at 20° and 90° of flexion.

Results: No differences were found in WOMAC, KSS and SF-12 relative to coronal stability during surgery.

Conclusions: Variations in coronal stability were shown to have no influence on the short-term clinical results of navigated total knee replacement.

© 2013 SECOT. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

Introducción

La consecución de buenos resultados clínicos y funcionales a largo plazo en una artroplastia total de rodilla (ATR) depende de varios factores, entre los que hay que destacar la correcta alineación del implante¹ y el adecuado balance de las partes blandas. Para obtener una prótesis equilibrada es necesario conseguir una óptima alineación varo-valgo y unos espacios simétricos en flexión y en extensión.

La cirugía asistida por ordenador (CAO) en las ATR ha proporcionado un instrumento de precisión que favorece unos resultados más homogéneos en la alineación en el plano coronal que los obtenidos mediante instrumentación convencional²⁻⁴; existe no obstante controversia en cuanto a su capacidad para proporcionar una mejor alineación en el plano sagital^{3,4}. La CAO permite además, mediante la técnica de liberación secuencial, obtener un balance ligamentoso adecuado e igualar los espacios en flexión y extensión⁵. Aunque teóricamente ello podría redundar en una mayor duración del implante y en unos mejores resultados clínicos, la relativamente corta evolución de la CAO no ha permitido corroborar esta hipótesis.

El objetivo de este trabajo es conocer la relación entre la estabilidad mediolateral de las ATR, cuantificada mediante los datos obtenidos de la navegación, con los resultados clínicos.

Material y método

En un estudio prospectivo multicéntrico fueron intervenidos 111 pacientes para implantar una ATR. Los criterios de inclusión fueron: pacientes con gonartrosis tributaria de ATR y sin contraindicación quirúrgica. En todos los casos los pacientes firmaron un consentimiento informado. El proceso que condicionó la cirugía fue artrosis primaria en 107 casos, en 3 fue artrosis secundaria postraumática y en uno una artritis reumatoide. La distribución por sexos fue de 34 hombres (30,63%) y 77 mujeres (69,37%), con edades comprendidas entre los 44 y los 85 años (media 69,5 años) y un índice de masa corporal medio de 32,15. La rodilla intervenida fue la

izquierda en 45 casos (40,54%) y la derecha en 66 (59,46%), con una afectación según la gradación de Ahlbäck⁶ de 46 casos de pinzamiento parcial de interlínea, 59 de pinzamiento completo, 3 de hundimiento del platillo tibial menor de 5 mm, y 3 casos de hundimiento de 5 a 10 mm. En función de la alineación detectada por el navegador el 73,9% de las rodillas presentaban una deformidad en varo (ángulo entre los ejes mecánicos de fémur y tibia mayor de 180°), el 14,4% en valgo (ángulo menor de 180°) y un 10,6% presentaban un normoeje, considerando este como un ángulo de 180°.

En todos ellos se implantó una artroplastia total de rodilla Apex® (OMNI lifeScience, East Taunton, Massachusetts, EE. UU.), en 30 casos a través de un abordaje parapatelar medial estándar con eversión de la patela y en el resto a través de un abordaje midvastus mínimamente invasivo. En 66 casos (59,5%) se empleó un implante femoral con conservación del ligamento cruzado posterior no cementado (CR) y en 45 (40,5%) se emplearon componentes posteroestabilizados cementados (PS). En 55 casos se emplearon polietilenos CR, en 45 se utilizaron polietilenos PS y en 11 casos el inserto utilizado fue de tipo ultracongruente. Las bandejas tibiales se cementaron en todos los pacientes. Para la realización de todas las intervenciones quirúrgicas se empleó el sistema de navegación Total Knee Surgetics® (PRAXIM SA, La Tronche, Francia) versión 7.9. Este es un sistema de navegación cerrado, sin imágenes previas, que emplea el análisis cinemático de cadera, rodilla y tobillo y un mapeo anatómico de la rodilla para construir un modelo de trabajo. Tras colocar los captadores de infrarrojos en la cortical anterior de fémur y tibia y reseca los osteofitos, se realizó un corte tibial a 90° sobre el eje mecánico de la tibia en el plano coronal con 5° de pendiente posterior en el plano sagital y, aplicando la técnica de cortes dependientes mediante liberaciones secuenciales con un distractor, se calculó el corte femoral para obtener unos espacios simétricos en extensión y en flexión de 90° con igual tensión de partes blandas. Una vez colocados los componentes definitivos y realizado el cierre de la articulación mediante sutura, se registró la cinemática postoperatoria de la extremidad cuantificando el arco de flexoextensión y la estabilidad mediolateral evaluando las variaciones en el ángulo femorotibial mediante la



Figura 1 Pantalla del navegador en la que se recogen las variaciones del ángulo femorotibial tras implantar la prótesis de rodilla.

aplicación de maniobras de estrés varo-valgo para provocar el bostezo de la articulación con el aparato extensor reducido (fig. 1). Se consideró como valor límite de estabilidad una variación de 3°, estableciendo 2 grupos para el análisis de los resultados: Grupo 1, constituido por aquellas rodillas que mostraban una variación mayor de 3°; y grupo 2, formado por las que presentaban una variación menor o igual a 3°.

La evaluación clínica se realizó en todos los pacientes preoperatoriamente, a los 3 y a los 12 meses tras la cirugía. En todos los casos fueron cumplimentados el Western Ontario and McMaster’s Universities Osteoarthritis Index (WOMAC), Knee Society Score (KSS) y Short Form-12 Health Survey (SF-12). Igualmente se realizaron radiografías estándar en proyección simple anteroposterior y lateral, y telemetrías en bipedestación, incluyendo cadera, rodilla y tobillo.

Los resultados fueron evaluados mediante el test ANOVA de un factor, comparando aquellos del grupo con variaciones del ángulo femorotibial menores o iguales a 3° con los del otro grupo, tanto en cuanto al cambio absoluto de cada uno de los parámetros clínicos descritos como de los valores medios de las escalas de valoración en los diferentes puntos de seguimiento. Se consideraron significativos valores de $p < 0,05$. El tratamiento de los datos se realizó mediante el paquete estadístico SPSS (IBM Corp. Released 2012. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 21.0. Armonk, NY: IBM Corp. EE. UU.)

Resultados

No se observaron complicaciones derivadas ni de la artroplastia ni de la técnica de navegación. No hubo ningún caso perdido, asistiendo todos los pacientes a la revisión clínica en la fecha determinada.

Las variaciones en el ángulo femorotibial se produjeron de forma lineal en todos los casos; es decir, aquellas prótesis que mostraban una mayor variación en extensión con respecto a las demás mostraban también una mayor

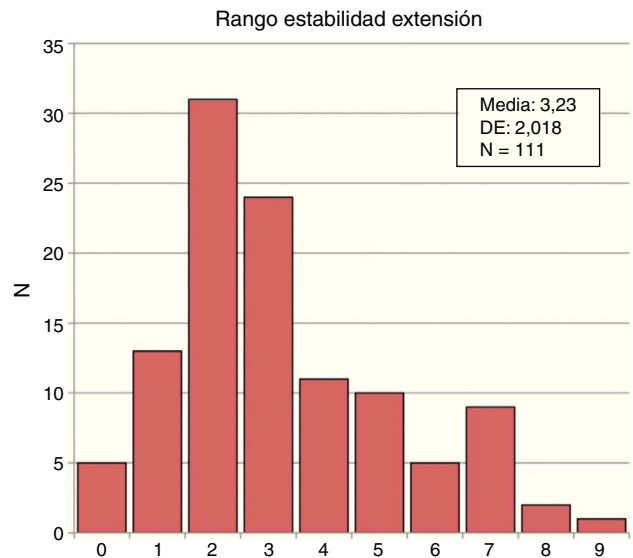


Figura 2 Distribución de las variaciones del ángulo femorotibial en extensión. DE: desviación estándar. Grupo1: rango de inestabilidad mediolateral > 3° (n=34). Grupo 2: rango de inestabilidad mediolateral ≤ 3° (n=77).

variación a 20 y a 90° de flexión. En extensión, el número de rodillas con cambios superiores a 3° (grupo 1) fue de 34, y el de menor o igual a 3° (grupo 2) fue de 77. A 20° de flexión, 35 rodillas fueron incluidas en el grupo 1 y 76 en el grupo 2. A 90° de flexión fueron incluidas 14 y 97 rodillas respectivamente (figs. 2, 3 y 4).

Las variaciones del ángulo femorotibial medidas en extensión oscilaron entre los 0 y los 10°, con una media de 3,23° y una desviación estándar (DE) de 2,01°. A 20° de flexión, estas variaciones fueron de 0 a 10°, con una media de 3,02° y una DE de 2,04°. A 90° de flexión, la media fue de 1,86°, con un rango entre 0 y 9° y una DE de 1,73°.

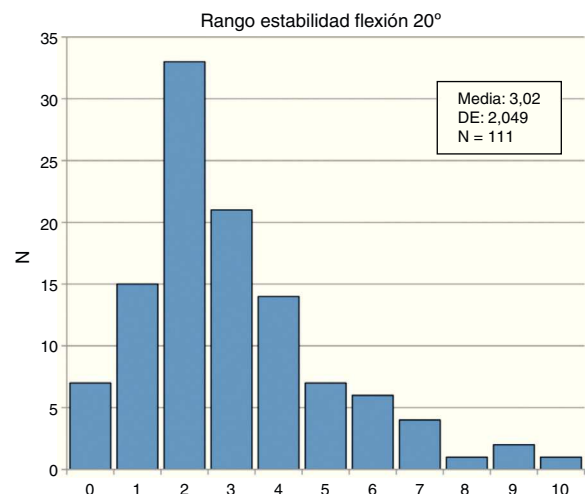


Figura 3 Distribución de las variaciones del ángulo femorotibial en flexión de 20°. DE: desviación estándar. Grupo1: rango de inestabilidad mediolateral > 3° (n=35). Grupo 2: rango de inestabilidad mediolateral ≤ 3° (n=76).

Tabla 1 Variación del ángulo femorotibial según el tipo de polietileno

Polietileno	N	Extensión		Flexión 20°		Flexión 90°	
		Media	DE	Media	DE	Media	DE
CR	55	3,21	2,18	2,07	1,75	2,69	2,22
UC	11	3,18	2,67	1,36	0,80	3,00	1,94
PS	45	3,29	1,65	1,72	1,88	3,43	1,82
		p=0,93		p=0,36		p=0,58	

CR: retención cruzado posterior; DE: desviación estándar; PS: posteroestabilizado; UC: ultracongruente.

No hubo diferencias significativas en cuanto a la estabilidad mediolateral dependiendo del tipo de implante femoral ni del polietileno empleado (tabla 1).

Los resultados postoperatorios y el cambio absoluto de puntuación en cada una de las escalas de WOMAC, KSS y SF-12 se muestran en la tabla 2. En todos los casos se observó una mejoría en todas las escalas. Esta mejoría fue especialmente significativa al comparar los resultados a los 3 meses con los medidos preoperatoriamente y se incrementó hasta los 12 meses, aunque las diferencias entre estos 2 últimos periodos no fueron estadísticamente significativas. No se encontró relación entre estos resultados clínicos-funcionales y la variación en la estabilidad mediolateral medida en la navegación.

Discusión

La CAO aplicada a la ATR ha proporcionado una mayor consistencia y homogeneidad de resultados en cuanto a la alineación coronal de los componentes y por lo tanto al eje mecánico resultante^{1-3,7}. Sin embargo, la influencia de la navegación en los resultados funcionales a corto y medio plazo sigue siendo controvertida. Seon y Song⁸ observaron mejores resultados funcionales a un año al comparar

la cirugía mínimamente invasiva con CAO y cirugía convencional. Spencer et al.⁹ y Kamat et al.¹⁰ no observaron mejores resultados clínicos tras 2 y 5 años de seguimiento respectivamente. Ishida et al.¹¹, en un estudio comparativo prospectivo a 5 años aplicando navegación, observaron mejor alineación, un mayor rango de movilidad y mejor KSS específico, aunque sin diferencias en el KSS funcional, sugiriendo que la navegación no ofertaría beneficios subjetivos para los pacientes. Hoffart et al.¹², empleando también el cuestionario KSS, mostraron sin embargo mejores resultados funcionales a los 5 años en las rodillas con CAO frente a las artroplastias convencionales. Por último, Hernández Vaquero et al.¹³ tampoco encontraron ninguna influencia favorable de la cirugía navegada en los resultados de KSS a 8 años de evolución. Diversos metaanálisis realizados concluyen de la misma manera que el uso de la CAO no ayuda a mejorar la función postoperatoria en las ATR¹⁴⁻¹⁷.

Varios autores han estudiado la estabilidad de las ATR realizadas según técnicas convencionales y su influencia sobre los resultados clínicos postoperatorios¹⁸⁻²⁰. El primer trabajo en el que se intenta establecer una correlación entre estabilidad, resultados clínicos y navegación es el de Song et al.²¹ en 2007. En un estudio prospectivo sobre 92 ATR con un seguimiento mínimo de un año compararon mediante radiografías en estrés la estabilidad mediolateral y anteroposterior de la articulación resultante con y sin el empleo de navegación, concluyendo que no existían diferencias significativas entre ambos grupos. Las laxitudes varo-valgo encontradas fueron de 7,9° de media en el grupo de navegación (3,5° medial + 4,4° lateral), mayores incluso que las obtenidas en nuestra serie, no encontrando diferencias clínicas a corto plazo dependientes del empleo de la CAO. En nuestro trabajo se decidió establecer como valor límite de estabilidad mediolateral 3° para diferenciar de manera restrictiva aquellas prótesis más estables de aquellas que no lo eran, y siendo este, tanto en flexión como en extensión, el valor medio en torno al que oscilaba la laxitud total obtenida.

En 2009, Lüring et al.²² realizan un estudio retrospectivo a 2 años de evolución para analizar si la navegación mejora los resultados del cuestionario WOMAC, KSS, rango de movilidad y alineación. Mediante radiología simple en estrés concluyeron que la estabilidad mediolateral obtenida en extensión y en flexión de 90° era la misma tanto en el grupo con CAO como en el de instrumentación manual y que no había diferencias clínicas entre ambos. El rango de apertura mediolateral obtenido osciló entre 2,5 y 3,5° en extensión, cifras similares a las objetivadas en nuestro grupo de pacientes con una media de 3,23°.

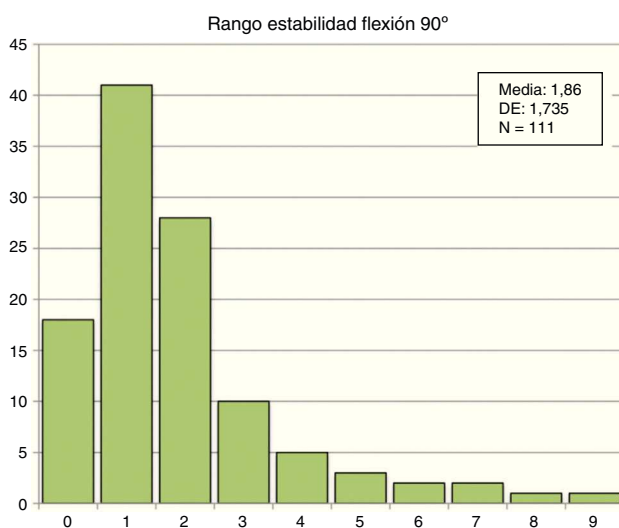


Figura 4 Distribución de las variaciones del ángulo femorotibial en flexión de 90°. DE: desviación estándar. Grupo 1: rango de inestabilidad > 3° (n = 14). Grupo 2: rango de inestabilidad ≤ 3° (n = 97).

Tabla 2 Valores medios y cambio absoluto de cada una de las escalas obtenidos en extensión, a 20° y a 90° de flexión para cada uno de los tiempos de seguimiento evaluados y en cada uno de los grupos establecidos, variación del ángulo femorotibial > 3° y ≤ 3°

Seguimiento	Extensión							Flexión 20°						
	Media (> 3°)	Media (≤ 3°)	CA (> 3°)	CA (≤ 3°)	DE (> 3°)	DE (≤ 3°)	p	Media (> 3°)	Media (≤ 3°)	CA (> 3°)	CA (≤ 3°)	DE (> 3°)	DE (≤ 3°)	p
<i>KSS funcional</i>														
Preop	36,03	45,87						37,65	45,07					
Tres meses	94,08	93,43	57,50	48,20	18,92	21,99	0,05	90	95,5	52,50	51,70	18,23	22,67	0,87
Un año	98,33	95,42	70,83	55,00	11,65	31,12	0,11	96,88	97,11	69,29	60,29	15,92	27,06	0,42
<i>KSS rodilla</i>														
Preop	26,89	23,97						22,97	26,06					
Tres meses	77,76	77,47	51,85	52,40	13,19	12,27	0,85	75,39	78,67	52,15	52,17	14,17	11,89	0,10
Un año	79,53	78,82	53,20	56,90	14,58	12,54	0,52	78,56	79,59	56,78	53,50	16,02	12,53	0,58
<i>SF-12 MCS</i>														
Preop	36,02	37,46						37	36,9					
Tres meses	54,36	59,59	20,23	21,09	13,,70	11,61	0,77	54,67	58,77	19,33	21,37	11,44	13,00	0,50
Un año	56,82	59,13	19,12	19,42	15,12	12,06	0,96	60,39	56,71	20,22	18,91	15,65	13,28	0,85
<i>SF-12 PCS</i>														
Preop	24,17	25,32						23,29	25,65					
Tres meses	52,4	51,4	28,22	25,38	8,45	11,50	0,23	50,16	52,69	26,77	26,54	8,03	11,31	0,93
Un año	53,78	53,85	30,17	28,30	7,84	9,79	0,62	54,91	53,36	32,40	28,28	4,10	9,56	0,30
<i>WOMAC dolor</i>														
Preop	16,1	14,7						15,99	14,82					
Tres meses	1,,74	1,73	-14,32	-12,82	3,27	3,98	0,07	2,57	1,32	-13,52	-13,41	3,66	3,83	0,90
Un año	0,69	0,5	-15,50	-15,17	3,48	3,41	0,80	0,33	0,74	-15,67	-15,21	3,74	3,31	0,75
<i>WOMAC rigidez</i>														
Preop	6,,54	6,01						6,66	5,97					
Tres meses	0,6	0,69	-5,91	-5,25	1,44	1,,97	0,09	1,13	2,42	-5,57	-5,52	1,79	1,81	0,90
Un año	0,31	0,17	-6,31	-6,41	1,45	2,23	0,88	0,33	0,21	-6,33	-6,37	1,73	1,86	0,96
<i>WOMAC cap funcional</i>														
Preop	58,56	69,99						57,16	53,83					
Tres meses	6,63	6,1	-51,75	-46,61	11,71	13,56	0,07	6,07	2,92	-48,02	-49,16	14,93	12,00	0,70
Un año	2,75	2,91	-56,18	-53,67	11,95	16,38	0,64	2,11	3,16	-57,53	-53,94	11,78	14,81	0,53

Tabla 2 (Continuación)

Seguimiento	Flexión 90°						p
	Media (> 3°)	Media (≤ 3°)	CA (> 3°)	CA (≤ 3°)	DE (> 3°)	DE (≤ 3°)	
<i>KSS funcional</i>							
Preop	38,85	43,17					
Tres meses	90,71	94,27	51,54	52,04	24,10	20,80	0,94
Un año	91,67	97,71	80,00	60,48	10,00	24,25	0,20
<i>KSS rodilla</i>							
Preop	26,54	24,8					
Tres meses	75,92	77,86	50,67	52,43	16,26	11,95	0,66
Un año	72	79,83	53,50	54,78	4,95	14,21	0,90
<i>SF-12 MCS</i>							
Preop	31,89	37,70					
Tres meses	52,43	58,30	20,53	20,75	8,07	13,24	0,96
Un año	42,65	59,15	21,52	19,04	20,46	14,47	0,81
<i>SF-12 PCS</i>							
Preop	25,73	24,79					
Tres meses	51,16	51,96	25,43	26,85	9,51	10,53	0,65
Un año	50,97	54,06	26,08	29,67	10,63	8,61	0,58
<i>WOMAC dolor</i>							
Preop	17,29	14,91					
Tres meses	2,71	1,55	-14,37	-13,29	2,91	3,88	0,35
Un año	3,67	0,24	-16,00	-15,28	3,61	3,43	0,74
<i>WOMAC rigidez</i>							
Preop	6,85	6,11					
Tres meses	0,86	0,62	-5,92	-5,47	1,16	1,88	0,40
Un año	1,33	0,12	-6,67	-6,32	1,15	1,86	0,76
<i>WOMAC cap funcional</i>							
Preop	60,22	54,19					
Tres meses	9,86	5,67	-49,60	-48,62	13,08	13,07	0,80
Un año	1,36	1,52	-54,00	-55,23	12,29	14,19	0,89

KSS: Knee Society Score; CA: cambio absoluto; DE: desviación estándar; SF-12: Short Form-12 Health Survey; WOMAC: Western Ontario and McMaster's Universities Osteoarthritis Index.

En nuestra serie, los resultados obtenidos tanto en extensión como a 20 y 90° de flexión no han mostrado una influencia significativa de la estabilidad medida intraoperatoriamente en los resultados clínicos a corto plazo. A pesar de ello y, aunque la navegación no ha demostrado a día de hoy ser una herramienta eficaz para obtener una mayor estabilidad articular, recomendamos el empleo de esta técnica en el implante de las ATR como una herramienta de cuantificación objetiva de los espacios y de la alineación de la extremidad.

Nuestro estudio presenta algunas limitaciones. La fuerza mediolateral para evaluar la estabilidad ha sido aplicada por los cirujanos de manera subjetiva y no instrumentada, por lo que pueden existir sesgos dependientes de este factor. Por otra parte, las medidas han sido realizadas intraoperatoriamente y no en el seguimiento clínico, pudiendo existir diferencias dependientes de la cicatrización de partes blandas que pueden haber modificado el rango de estabilidad mediolateral. El tiempo de evolución es corto, por lo que será necesaria una evaluación a largo plazo de los resultados de esta serie para valorar si existe una influencia de la estabilidad mediolateral en la supervivencia de las prótesis o en las modificaciones clínicas referidas por los pacientes.

Nivel de evidencia

Nivel de evidencia IV.

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que los procedimientos seguidos se conformaron a las normas éticas del comité de experimentación humana responsable y de acuerdo con la Asociación Médica Mundial y la Declaración de Helsinki.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Conflicto de intereses

Los autores declaran ausencia de conflicto de intereses.

Bibliografía

- Ritter MA, Faris PM, Keating EM, Meding JB. Postoperative alignment of total knee replacement. Its effect on survival. *Clin Orthop Relat Res.* 1994;299:153–6.
- Brin YS, Nicolaou VS, Joseph L, Zukor DJ, Antoniou J. Imageless computer assisted versus conventional knee replacement. A Bayesian meta-analysis of 23 comparative studies. *Int Orthop.* 2011;35:331–9.
- Cheng T, Zhao S, Peng X, Zhang X. Does computer-assisted surgery improve postoperative leg alignment and implant positioning following total knee arthroplasty? A meta-analysis of randomized controlled trials? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2012;20:1307–22.
- Fu Y, Wang M, Liu Y, Fu Q. Alignment outcomes in navigated total knee arthroplasty: A meta-analysis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2012;20:1075–82.
- Pang HN, Yeo SJ, Chong HC, Chin PL, Ong J, Lo NN. Computer-assisted gap balancing technique improves outcome in total knee arthroplasty, compared with conventional measured resection technique. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2011;19:1496–503.
- Ahlbäck S. Osteoarthritis of the knee. A radiographic investigation. *Acta Radiol Diagn (Stockh).* 1968;277 Suppl: 7–72.
- Hetaimish BM, Khan MM, Simunovic N, Al-Harbi HH, Bhandari M, Zalzal PK. Meta-analysis of navigation vs conventional total knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2012;27:1177–82.
- Seon JK, Song EK. Functional impact of navigation-assisted minimally invasive total knee arthroplasty. *Orthopedics.* 2005;28 10 Suppl:s1251–4.
- Spencer JM, Chauhan SK, Sloan K, Taylor A, Beaver RJ. Computer navigation versus conventional total knee replacement: No difference in functional results at 2 years. *J Bone Joint Surg Br.* 2007;89:477–80.
- Kamat YD, Aurakzai KM, Adhikari AR, Mathews D, Kalairajah Y, Field RE. Does computer navigation in total knee arthroplasty improve patient outcome at midterm follow-up? *Int Orthop.* 2009;33:1567–70.
- Ishida K, Matsumoto T, Tsumura N, Kubo S, Kitagawa A, Chin T, et al. Mid-term outcomes of computer-assisted total knee arthroplasty. *Knee Surg Sport Traumatol Arthrosc.* 2011;19:1107–11.
- Hoffart HE, Langenstein E, Vasak N. A prospective study comparing the functional outcome of computer-assisted and conventional total knee replacement. *J Bone Joint Surg Br.* 2012;94:194–9.
- Hernández-Vaquero D, Suarez-Vazquez A, Iglesias-Fernandez S. Can computer assistance improve the clinical and functional scores in total knee arthroplasty? *Clin Orthop Relat Res.* 2011;469:3436–42.
- Xie C, Liu K, Xiao L, Tang R. Clinical outcomes after computer-assisted versus conventional total knee arthroplasty. *Orthopedics.* 2012;35:e647–53.
- Quack VM, Kathrein S, Rath B, Tingart M, Lüring C. Computer-assisted navigation in total knee arthroplasty: A review of literature. *Biomed Tech (Berl).* 2012;57:269–75.
- Cheng T, Pan XY, Mao X, Zhang GY, Zhang XL. Little clinical advantage of computer-assisted navigation over conventional instrumentation in primary total knee arthroplasty at early follow-up. *Knee.* 2012;19:237–45.
- Burnett RS, Barrack RL. Computer-assisted total knee arthroplasty is currently of no proven clinical benefit: A systematic review. *Clin Orthop Relat Res.* 2013;471:264–76.
- Ishii Y, Mastuda Y, Ishii R, Sakata S, Omori G. Coronal laxity in extension in vivo after total knee arthroplasty. *J Orthop Sci.* 2003;8:538–42.
- Kuster MS, Bitschnau B, Votruba T. Influence of collateral ligament laxity on patient satisfaction after total knee arthroplasty: A comparative bilateral study. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2004;124:415–7.
- Matsuda Y, Ishii Y, Noguchi H, Ishii R. Varus-valgus balance and range of movement after total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Br.* 2005;87:804–8.
- Song EK, Seon JK, Yoon TR, Park SJ, Cho SG, Yim JH. Comparative study of stability after total knee arthroplasties between navigation system and conventional techniques. *J Arthroplasty.* 2007;22:1107–11.
- Lüring C, Oczipka F, Perlick L, Tingart M, Grifka J, Bähth H. Two year follow-up comparing computer assisted versus free-hand TKR on joint stability, muscular function and patients satisfaction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2009;17: 228–32.