

La importancia de la línea articular en la revisión de la artroplastia total de rodilla

RANERA M., GÓMEZ J., SERAL B., SERAL F.

SERVICIO DE CIRUGÍA ORTOPÉDICA Y TRAUMATOLOGÍA. HOSPITAL CLÍNICO UNIVERSITARIO "LOZANO BLESÀ".

Resumen. *Introducción:* Uno de los retos de la cirugía de recambio de la artroplastia total de rodilla es la restauración de la línea articular anatómica. El objetivo de este estudio es la evaluación clínica y radiológica y su relación estadística con la posición de la línea articular en los recambios de artroplastia total de rodilla. *Material y método:* Se estudiaron 25 pacientes intervenidos en nuestro servicio desde Enero 2002 a Diciembre de 2006 mediante recambio protésico P.F.C. TC-3 Sigma (DePuy®). Se estudió la movilidad, estabilidad y la evaluación clínica según la sociedad americana de la rodilla (AKS), en el estudio radiológico se estudió la distancia de la línea articular según Hofmann y cols. A todos los pacientes se les realizó la encuesta de salud SF-36 en la revisión ambulatoria. *Resultados:* 18 pacientes (77%) presentaban una línea articular entre +4 mm y -4 mm respecto a la línea previa a la cirugía. En 4 pacientes (16%) la línea articular era -4 mm, es decir, con desplazamiento proximal de la línea articular. En 3 pacientes (12%) la línea se situó +4 mm. Los pacientes que se encontraron en el grupo de -4 mm poseían una flexión articular de 75°, frente a 90° del grupo +4mm y -4 mm y 88.33° del grupo +4mm (P<0.05). El AKS de los pacientes con desplazamiento proximal (-4mm) fue de 54.25, frente a 70.77 del grupo +4mm y -4 mm y 61 del grupo +4mm. (p<0.05). *Discusión:* Los resultados de este estudio nos muestran la importancia de la planificación pre y peroperatoria acompañado de una depurada técnica quirúrgica para la localización de las referencias anatómicas y colocación de los implantes conservando la altura de la interlínea articular.

The importance of the articular line in revision total knee arthroplasty

Summary. *Introduction:* One of the challenges of surgery replacement total knee arthroplasty is the restoration of the line anatomical articulation. The aim of this study is to assess clinical and radiological and their statistical relationship with the position of line articulating in revision total knee arthroplasty. *Materials and methods:* We studied 25 consecutive patients in our hospital from January 2002 to December 2006 through prosthetic replacement PFC TC-3 Sigma (DePuy®). We studied the mobility, stability and clinical evaluation according to the American Knee Society index (AKS), in the radiological study explored the anatomic axis of the knee and the distance from the line as articulate Hofmann y cols. *Results:* 18 patients (77%) presented a articular line between +4 mm and 4 mm respect to the line prior to surgery, 4 patients (16%) presented -4 mm from de previous articular line, showed a shift toward the line of proximal joint, and 3 patients (12%) presented +4 mm displacement. Patients who were found in the group -4 mm had 75 ° flexion, compared with 90 of the group +4mm and -4 mm and 88.33 mm +4 ° group (P <0.05), The AKS index of patients with displacement proximal (-4mm) was 54.25, compared with 70.77 of the group +4mm and 4 mm and 61 mm +4 group (p <0.05). *Discussion:* Satisfactory results of this study show the importance of planning pre and peroperatoria and a refined surgical technique for tracing the anatomical references and placement of implants in correct articular line.

Correspondencia:

Jesús Gómez Vallejo
C/ Joaquina Zamora 4, 4º b.
50018 Zaragoza.

E-mail: jgomezvallejo@hotmail.com.

Introducción

La revisión de la artroplastia total de rodilla plantea una serie de problemas muy complejos. La pérdida de hueso y la insuficiencia de los tejidos blandos son escollos principales a la hora de solventar una intervención de estas características.

Se ha aceptado el uso de cuñas y aumentos metálicos para compensar la pérdida de hueso. También está extendido el uso de injertos óseos triturados o estructurales con el fin de rellenar los defectos articulares. Para intentar suplir en medida de lo posible la deficiencia de partes blandas se comienza a realizar retensiones de ligamentos colaterales¹, aunque lo más frecuente es utilizar prótesis constreñidas.

Debido a estos problemas de partida, la recuperación de las dimensiones anatómicas previas se plantea como un problema principal en este tipo de cirugía.

Uno de los retos más difíciles en la cirugía de revisión de la artroplastia de rodilla es la restauración anatómica de la línea articular. Una línea articular incorrecta ha demostrado que no sólo conduce a la inestabilidad de la articulación, sino también a una mayor incidencia de dolor anterior de rodilla y a la falta de flexión².

Si la línea se desplaza proximalmente, ya sea en cirugía primaria o de revisión, el paciente posee a menudo una inestabilidad en la flexión media. La rodilla es estable en plena extensión y en 90 ° de flexión. Este fenómeno es el resultado de las restricciones que provocan las estructuras capsulares posteriores³. El epílogo es una rótula baja que puede causar rozamiento en el componente tibial. Clínicamente se presenta como dolor anterior de rodilla y una disminución de la flexión⁴.

Si el conjunto anatómico se desplaza distalmente, un problema menos común, la rótula alta es el resultado, alterando el mecanismo extensor y aumentando el riesgo de subluxación patelar.

No hay ninguna norma anatómica de medición intraoperatoria para identificar correctamente la línea articular. Algunos cirujanos toman la medida desde el tubérculo aductor hasta la línea articular femoral, mientras que otros la obtienen en el paso de convexidad a concavidad en la cortical del cóndilo lateral femoral. La obtención de medidas postoperatorias se suele realizar en el estudio radiológico anteroposterior, aunque también se puede utilizar la vista lateral desde la zona más posterior condilar hasta la superficie articular. Se ha usado la zona proximal de la tibia de igual manera como método de referencia, aunque estos sistemas de medición son menos comunes⁵. Debido a esta variedad en las técnicas de medición de la línea anatómica y a su aplicación se hace necesaria la búsqueda de un método sencillo y de fácil ejecución.

El propósito de este artículo es realizar un análisis clínico y radiológico de la restauración de la línea articular en el recambio de la artroplastia total de rodilla.

Material y métodos

Se ha realizado un estudio retrospectivo entre enero del año 2002 y diciembre del año 2006. Se incluyeron en el estudio todos aquellos pacientes a los cuales se les realizó una primera cirugía de recambio de una artroplastia total de rodilla. Se excluyeron los pacientes que presentaron un recambio parcial de alguno de los componentes previos.

Se implantaron 25 artroplastias totales de revisión de rodilla en 25 pacientes. El seguimiento medio de los pacientes fue de 2 años (1,6 - 4,1). Todos los casos fueron por aflojamiento aséptico del implante, excluyéndose los casos de movilización por causa de procesos sépticos. Para la realización de la intervención se empleó el sistema P.F.C TC-3 Sigma (DePuy®) en todos los casos. Se analizaron los estudios radiológicos previos a la intervención tanto de la rodilla intervenida como de la contralateral y las radiografías posteriores a la intervención en la rodilla intervenida. Existen diversos métodos descritos para la medición relativa de la línea articular según los diversos autores³. Para la realización de nuestro estudio se evaluó la línea articular según el método descrito por Hofmann⁶ A y cols. En primer lugar es necesario realizar una línea paralela a la porción distal de los cóndilos femorales (o la porción más distal del componente femoral en el caso del estudio postoperatorio) en la radiografía anteroposterior de la rodilla. Seguidamente se realiza la perpendicular a esta línea tomando como referencia el tubérculo del aductor en el punto donde la pendiente varía de convexidad (Slope). Si en la rodilla afectada resultaba imposible medir la línea articular debido a la afectación de la articulación en la radiografía inicial, se empleó para la medición la rodilla contralateral (Fig. 1 y 2). De esta manera se obtuvieron las medidas pre y postoperatorias de la línea de la articulación. Los posibles errores de magnificación radiológicos fueron corregidos empleando las dimensiones conocidas de los implantes. Para el posterior análisis de los datos obtenidos, se dividieron en tres grupos diferentes. Se consideró como un resultado normal aquel en que la línea articular postoperatoria se encontraba entre + 4mm (desplazamiento hacia distal de la línea articular) y - 4mm (desplazamiento hacia proximal de la línea articular). Este resultado es obtenido a partir de la resta entre la línea preoperatoria y postoperatoria tomando como valor 0 aquel en el cual la distancia se encontraba al mismo nivel de milímetros. Se consideraron como grupos independientes en los grupos más de + 4mm y más de - 4mm aquellos pacientes en los cuales se sobrepasaron estos límites (desplazamiento de



Figura 1. Medición sobre radiografía de la línea articular sin prótesis.



Figura 2. Medición sobre radiografía de la línea articular en prótesis.

la línea articular hacia distal o proximalmente respectivamente). De cara al análisis de resultados fueron comparados el primer grupo con el global de los dos últimos, clasificándolos como resultados óptimos o desfavorables.

La evaluación de los resultados clínicos incluyó las siguientes variables: Edad, peso, talla, IMC, flexión, extensión, rango de movimiento, escala analógica del dolor, KSS (Knee Society Score) y KSS Funcional (previo y postquirúrgico) y cuestionario de salud SF-36. Se realizó un análisis estadístico con los datos obtenidos empleando el programa informático SPSS versión 13.0 (Chicago, Illinois).

Resultados

De los 25 recambios 3 (12%) se realizaron en varones y 22 (88%) fueron realizados en mujeres. La edad media de los pacientes fue de 74 años (63-86 años). Diecisiete (68%) de las prótesis primarias fueron del lado derecho y ocho (32%) fueron del lado izquierdo. El seguimiento medio de los pacientes previo a la cirugía de revisión fue de 2 años (1,6-4,1 años). En todos los casos el fallo de la prótesis primaria se produjo por aflojamiento aséptico. Se cambiaron 14 implantes tipo Natural 1 (Zimmer®) (64%), 3 implantes tipo Natural II (Zimmer®) (14%), 3 implantes tipo Nexgen (DePuy®) (14%) y 2 pacientes de tipo Search (9%). La media de peso de los pacientes fue de 74,2Kg (63-86Kg). La media de talla fue de 155cm (132-180cm). El IMC medio fue de 31,28 (25,3-41,3). La flexión media previa a la cirugía de revisión fue de 74,4° (15-110°) teniendo como valor medio en la última revisión 87,4° (35-125°). En cuanto a los valores medios de la extensión de la rodilla de los pacientes se encontró una media previa a la intervención de 1,28° (-5-15) y un valor medio en la última revisión de 3,2° (-5-15). El valor medio obtenido por el KSS previo a la cirugía de revisión fue de 37,16 (15-70) frente a 66,96 en el momento de la última revisión. Los valores para el KSS funcional fueron de 32,2 (0-60) previo a la cirugía frente a 69 (25-100) en la última revisión. Se realizó el cuestionario de salud SF-36 al momento de la última revisión obteniéndose un valor medio de 66,84 (34,7-94,4).

En cuanto a los resultados obtenidos en la medición de la línea articular, 18 pacientes (77%) se encontraron en el grupo que presentaban una línea articular entre +4mm y -4mm, siendo pues este grupo el más numeroso y el que se consideró como un resultado satisfactorio en cuanto a la restauración de la línea articular prequirúrgica. 4 pacientes (16%) fueron incluidos en el grupo de

-4 mm, es decir, presentaron un desplazamiento hacia proximal de la línea articular previa a la cirugía primaria o acortamiento de la misma. Por último, 3 pacientes (12%) fueron incluidos en el grupo de +4mm presentando un desplazamiento hacia distal de la línea articular previa a la cirugía primaria. En términos de números enteros, la media del cómputo global de valores positivos y negativos de todos los pacientes dio un valor de -0,16 (-6 a 13mm), lo que supuso un mínimo acortamiento considerando el valor 0mm como el no desplazamiento de la línea articular inicial con la obtenida tras la cirugía de revisión. Teniendo únicamente como variable el desplazamiento o no de la línea (tomando como valor positivo con respecto a 0mm) la media global de acortamiento o distanciamiento de la línea articular fue de 3,28 mm (0-13mm). En términos generales, se obtuvo un resultado satisfactorio de la reconstrucción de la línea articular previa a la prótesis primaria en 3 de cada 4 casos.

Se realizó un primer análisis de los datos entre el grupo que presentaba valores correctos de reconstrucción con una línea entre +4mm y -4mm con el resto de los pacientes que sobrepasaban estos límites. Los pacientes del primer grupo presentaron mejores valores de flexión (media de 90° frente a 80,7° del resto) y KSS (media de 70,7 frente a 57,1). A pesar de que los pacientes incluidos en el grupo de entre +4mm y -4mm presentaron mejores resultados clínicos globales, éstos no alcanzaron grado de significación estadística (p=0,053). No se encontraron diferencias estadísticas en cuanto a otras variables como la extensión, el dolor o KSS funcional.

Se comparó el grupo que presentaba valores entre +4mm y -4mm con el grupo de pacientes de más de +4mm (desplazamiento hacia distal de la línea articular). Este último grupo de pacientes presentaron un menor grado de extensión medio frente a los pacientes situados entre los límites de +4mm y -4 mm. Los resultados con respecto a esta variable fueron estadísticamente significativos. No se objetivaron diferencias entre los grupos en lo referente a flexión, dolor, KSS o KSS funcional.

Se realizó una comparación entre los pacientes que se encontraron en los límites marcados por +4mm y -4mm, y aquellos que presentaron un acortamiento de la línea articular previa (más de -4mm). Los valores en cuanto a la flexión (90° en el grupo de +4mm y -4mm frente a 70° del grupo de más de -4mm) y KSS (70,7 del primer grupo frente a 54,25) presentaron variaciones reseñables. Los resultados para el KSS fueron estadísticamente significativos (p=0,024) no así en cuanto a términos generales de flexión, los cuales no presentaron significación

estadística. No obstante los resultados obtenidos parecen verificar una tendencia en el grupo de pacientes que presentaron un acortamiento de la línea articular, concretamente a presentar peores resultados clínicos y de flexión que el resto de los demás pacientes. No se encontraron diferencias en cuanto a la comparación de otras variables en estos dos grupos a estudio como dolor, extensión o KSS funcional.

Los resultados obtenidos en cuanto a rango de movimiento de los tres grupos fueron de 85,8 ° para el grupo entre +4mm y -4mm, 88,3° para el grupo de más de +4mm y 71,2° para el grupo de más de -4 mm. De nuevo a pesar de objetivarse una tendencia en números globales

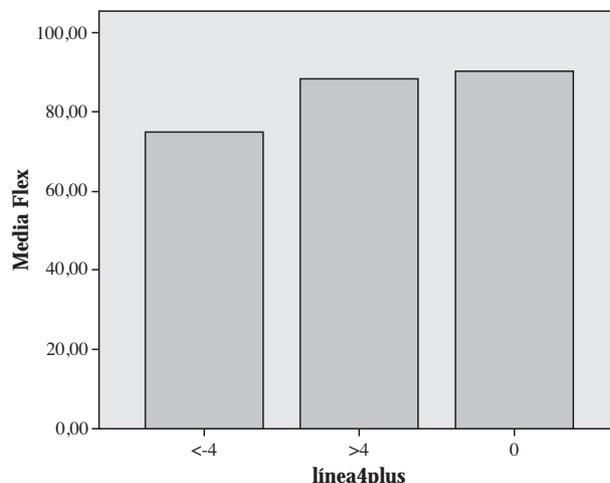


Figura 3. Media de la flexión según la línea articular.

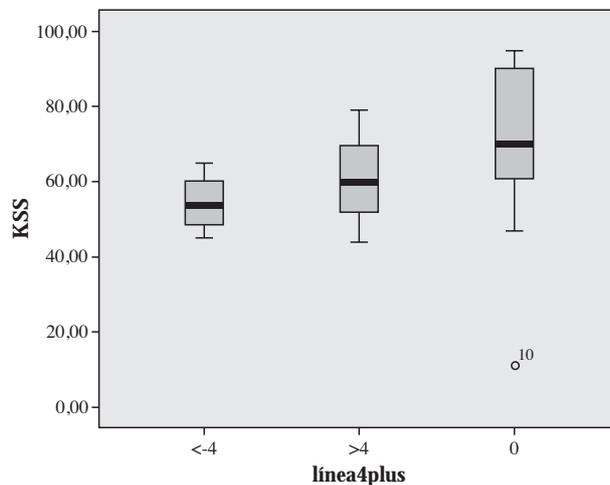


Figura 4. Diagrama de cajas del índice KSS respecto a la restauración de la línea articular.

a la peor movilidad de los pacientes que presentaban un acortamiento de la línea articular, no se encontraron diferencias estadísticas significativas. Esta tendencia queda determinada por peores resultados generales en aquellos pacientes que se encontraron en el grupo de -4mm en cuanto a flexión 75° (frente a 90° del grupo +4mm y -4mm y 88,33° del grupo +4mm) (Fig. 3) , KSS 54,25 (frente a 70,77 del grupo +4mm y -4mm y 61 del grupo +4mm) (Fig. 4) y KSS funcional 68,2 (frente a 69,5 del grupo +4mm y -4mm y 66,6 del grupo +4mm) así como los resultados del rango de movimiento ya descritos.

Se encontró una correlación significativa entre los resultados totales del KSS funcional y los resultados obtenidos del test de calidad de vida SF-36, con lo que podemos afirmar que los resultados clínicos obtenidos en la cirugía de revisión de la artroplastia primaria de rodilla van a tener una importante repercusión en la actividad cotidiana y la condición general de salud de estos pacientes.

Discusión

La revisión de la artroplastia total de rodilla es un reto quirúrgico de gran complejidad. Uno de los objetivos principales debe ser el restablecimiento de la anatomía original y con ello recuperar la función articular y proporcionar un conjunto estable⁷. El resultado global en la artroplastia de revisión de la rodilla viene condicionado en gran medida por la restauración de la línea articular anatómica⁸.

En la actualidad los resultados buenos o excelentes obtenidos con los implantes primarios rondan el 89%, y el 85% están muy contentos con ellos⁹, por lo que debido al éxito de este tipo de cirugía existe una gran demanda que iguala o supera a la de la cirugía protésica de la cadera¹⁰. Aún así, en algunas ocasiones aparece el fracaso del implante, clásicamente fijado en el 4% de las primarias¹¹. Pero en los últimos años estas cifras han ido aumentando hasta fijarse en el 10-15% de los implantes de rodilla.

El material quirúrgico empleado en el recambio protésico debe de ser muy versátil.

En la mayoría de los casos es necesario introducir los componentes sin referencias óseas, ya que éstas han desaparecido. La diáfisis femoral y tibial será el punto de partida sobre el que se debe centrar el montaje del sistema.

La revisión de rodilla plantea una serie de problemas muy complejos. La pérdida de hueso y la insuficiencia de los tejidos blandos son los escollos a la hora de solventar una intervención de estas características.

Para solucionarlos se ha ido extendiendo el uso de prótesis más o menos constreñidas con tutorización diafisaria. Éste sistema de constricción hace que la superficie de contacto entre el hueso y la prótesis sufra un gran número de vectores de fuerza, lo que provocaría la movilización inmediata del implante, por lo que se hace necesario el uso de cemento en superficie del recambio¹². Aún así, para reforzar la estabilidad de la prótesis se ha extendido el uso de sistemas modulares, la falta de estructura ósea hace necesaria la tutorización del componente tibial y femoral mediante un anclaje diafisario a modo de vástago. El método ideal de fijación de vástagos sigue siendo controvertido¹³.

Una mal posición de la línea articular puede ser causa de inestabilidad protésica en media flexión y una incongruencia fémoro-patelar¹⁴. La inestabilidad es una de las principales causas de fracaso de la artroplastia. Cuando ambos ligamentos están poco tensos en extensión, es decir, se ha desplazado la línea articular a proximal, es la cápsula posterior la que se encarga de estabilizar la rodilla. Pero al comenzar la flexión ésta se relaja y aparece un resalte con una inestabilidad que desaparecerá con la flexión completa, ya que los cóndilos posteriores se engranan sobre el polietileno. La patela elevada es el resultado del desplazamiento hacia distal de la línea articular, por lo que suele acompañarse de un déficit de extensión¹⁵. Estos cambios han sido observados en nuestro estudio, aunque en todos los casos se han considerado prótesis estables.

Los resultados han demostrado que la restauración de la línea articular influye de manera significativa en el resultado del recambio.

Varios estudios publicados han informado de la importancia de restablecer el buen conjunto articular. Figgie² y cols demostró que cuando se utiliza un implante estabilizado posterior, el desplazamiento distal de la línea superior a 8mm se relaciona con un menor resultado clínico; el desplazamiento distal se asocia con dolor retropatelar y aumento del riesgo de subluxación de rótula. En una revisión de 101 pacientes consecutivos con 116 rodillas y 2,5 años de seguimiento, el desplazamiento de la línea de 8mm o menos supuso mejores resultados clínicos, la mejora de la amplitud de movimiento y la ausencia de dolor. Esto produjo un índice menor de recambio protésico.

Otro estudio similar fue publicado por Partington¹⁶ y cols en 1999. Ellos siguieron a 99 pacientes en 107 rodillas. Sus resultados mostraron que la línea articular se desplazó a proximal en 85 (79%) de 107 rodillas. El promedio KSS después de la cirugía fue 131. Sin embargo,

si la posición se desplazó a distal más de 8 mm, el KSS se redujo a 125 puntos. Cuando el conjunto de línea estuvo dentro de los 8mm respecto a la previa, la puntuación media fue de 141 puntos. En nuestro estudio el KSS global de los pacientes con la línea restaurada se fijó en 140, aunque el rango de desplazamiento era más exigente. Si el desplazamiento era a distal fue de 127 y de 122 la línea se desplazó a proximal. Trousdale¹⁷ y cols, en un estudio de 20 revisiones de artroplastia de rodilla sobre 17 pacientes reportó un 80% de supervivencia a los 15,3 años. Utilizó sistemas modulares protésicos con el objetivo de obtener resultados similares a las prótesis primarias.

Hoffman⁶ y cols demostraron que con la reproducción exacta de la anatomía los pacientes tenían una mayor flexión y extensión, balance articular y mejores resultados en la escala KSS. Las diferencias fueron estadísticamente significativas en los casos con desplazamiento proximal o distal. Los pacientes cuya línea se trasladó a proximal o distal en una longitud superior a 4mm de la medida anatómica antes de la artroplastia poseían un empeoramiento clínico medido en la escala KSS. Además, no había ninguna diferencia estadística en los resultados si el paciente había sido revisado por aflojamiento aséptico, infección, inestabilidad, o cualquier otro mecanismo.

Se han intentado estudiar varios métodos para medir el correcto emplazamiento de la línea articular intraoperatoriamente y en los controles posteriores radiológicos.

El sistema adecuado debería ser simple en la aplicación, reproducible a lo largo del tiempo y de fácil comprensión de los resultados.

No hay ninguna norma anatómica de medición para identificar correctamente la línea articular. Como indicamos anteriormente algunos cirujanos toman como punto de referencia en la radiografía anteroposterior el tubérculo aductor hasta la porción femoral de la línea, otros el ápex de la cabeza proximal del peroné, también se podría valorar en la radiografía lateral utilizando como punto de referencia la porción posterior de los cóndilos femorales o el punto más proximal de la tuberosidad tibial anterior¹⁸.

El método que hemos utilizado en este estudio nos parece el más sencillo. Durante el acto quirúrgico es necesaria una valoración preoperatoria exhaustiva, que junto a la experiencia del cirujano serán elementos fundamentales para la orientación y la valoración de la pérdida ósea. Si es necesario se podría utilizar una regla milimetrada intraoperatoria. En el estudio postoperatorio sobre pruebas de imagen el método es rápido y repro-

ductible. El factor de corrección para las radiografías amplificadas o reducidas es muy efectivo y nos da una representación muy acorde con la realidad de la medida correcta.⁶

La decisión de tomar el corte de grupos en 4mm fue tomada en base a la publicación de Hoffman⁶ y cols, dónde dentro de ese rango las variaciones de la línea no influiría en la evolución de la prótesis. Nuestros resultados se asemejan a las conclusiones de este estudio, aunque tienden a comparar dos grandes grupos, uno donde la línea está dentro del parámetro más-menos 4 y el resto. Perdiendo de esta manera información sobre qué ocurre si el desplazamiento es proximal o distal. En nuestros casos los resultados son peores en los casos de desplazamiento proximal de la línea articular de manera estadísticamente significativa, si el desplazamiento es distal los valores que encontramos tienden a ser deficientes, pero sin correlación estadística. Globalmente se consideró dentro de los parámetros normales al 77% de los casos.

Porteous¹⁹ y cols logran en un 64% de sus casos restaurar la línea articular, aunque marcan en 5mm la diferencia límite para dar como correctos sus resultados.

En nuestros valores globales (al comparar las artroplastias con líneas en los parámetros establecidos con las que no) no hemos encontrado diferencias significativas, aunque los resultados sean muy sugestivos. Parece aceptado que el desplazamiento de la línea hacia distal es mejor tolerado que hacia proximal, es decir, los primeros tienden a tener mejores índices, por lo que al unir estos dos grupos (los que poseen desplazamiento proximal con los que lo poseen distal) los resultados podrían compensarse²⁰ y así no diferenciarse del grupo que posee la línea a la distancia correcta. En todo caso sería necesario aumentar la potencia del estudio para poder valorar este resultado convenientemente.

La buena evolución en la cirugía de recambio de la prótesis total de rodilla depende en gran medida la restauración de la línea articular previa, por lo que el estudio preoperatorio exhaustivo de los casos y la valoración de los resultados se hacen necesarios a la hora de abordar este reto quirúrgico.

Bibliografía

1. **Scott RD, Schai PA.** Tibial osteotomy coincident with long stem total knee arthroplasty: a surgical technique. *Am J Knee Surg* 2000;13:127-31.
2. **Figgie HE, Goldberg VM, Heipel KG et al.** The influence of tibial patellofemoral location on function of the knee in patients with the posterior stabilized knee prosthesis. *J Bone Joint Surg* 1986; 68-A:1035-9.
3. **Hoeffel DP, Rubash HE.** Revision total knee arthroplasty: current rationale and techniques for femoral component revision, *Clin Orthop* 2000; 380:116-20.
4. **Yoshii LA, Whiteside SE.** Influence of prosthetic joint line position on knee kinematics and patellar position, *J Arthroplasty* 1991; 6:169-73.
5. **Scuderi GR, Insall JN.** Revision total knee arthroplasty with cemented fixation. *Tech Orthop* 1993; 7:96-100.
6. **Hoffman AA, Kurtin SM, Lyons S, et al.** Clinical and radiographic analysis of accurate of restoration of the joint line of revision total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 2006; 21:1154-62.
7. **Scuderi GR.** Revision total knee arthroplasty: how much constraint is enough? *Clin Orthop* 2001; 392:300-4.
8. **Rand A.** Modular augments in revision total knee arthroplasty. *Orthop Clin North Am* 1998; 29:347-50.
9. **Tierney WM, Fitzgerald JF, Heck DA, Kennedy JM, Katz BP, Melfi CA et al.** Tricompartmental knee replacement. A comparison of orthopaedic surgeons' self reported performance rates with surgical indications, contraindications, and expected outcomes. *Knee Replacement Patient Outcomes Research Team. Clin Orthop* 1994; 305:209-17.
10. **Walldius B.** Arthroplasty of the knee using an endoprosthesis. 8 years' experience. *Acta Orthop Scand* 1960; 30:137-48.
11. **Rand JA.** Revision total knee arthroplasty using the total condylar III prosthesis. *J Arthroplasty* 1991; 6:279-84.
12. **Bertin KC, Freeman MAR, Samuelson KM, et al.** Stemmed revision arthroplasty for aseptic loosening of total knee replacement. *J Bone Joint Surg* 1985; 67-B:242-8.
13. **Fehring TK, Odum S, Olekson C, et al.** Stem fixation in revision total knee arthroplasty: a comparative analysis. *Clin Orthop* 2003;416:217-24.
14. **Clarke HD, Scuderi GR.** Flexion instability in primary total knee replacement. *J Knee Surg* 2003; 16:123-7.
15. **Singerman R, Heiple KG, Davy DT et al.** Effect of tibial component position on patellar strain following total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 1995; 10:651-6.
16. **Partington PF, Sawhney J, Rorabeck CH et al.** Joint line restoration after revision total knee arthroplasty. *Clin Orthop* 1999; 367:165-9.
17. **Trousdale RT, Beckenbaugh JP, Pagnano MW.** 15 year results of the total condylar III implant in revision total knee arthroplasty. *Proceedings of the Sixty-eighth Annual Meeting of the American Academy of Orthopaedic Surgeons, San Francisco* 2001; 585.
18. **Kapandji IA.** The physiology of the joints, Lower limb vol. 2. New York: Churchill Livingstone, 1978.
19. **Porteous AJ, Hassaballa MA, Newman JH.** Does the joint line matter in revision total knee replacement?. *J Bone Joint Surg* 2008; 90-B:879-84.
20. **Elia EA, Lotke PA.** Results of revision total knee arthroplasty associated with significant bone loss. *Clin Orthop* 1991;271:114-7.