

## ORIGINAL

# Curva de aprendizaje de la cirugía mínimamente invasiva tipo subvasto limitado en la prótesis total de rodilla

J. Jiménez-Cristóbal\*, P. de la Cuadra-Virgili, P. Torrijos-Garrido,  
S. Bartolomé-García y J.L. Vilanova-Vázquez

Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología, Hospital Universitario Puerta de Hierro-Majadahonda, Majadahonda, Madrid,  
España

Recibido el 13 de marzo de 2011; aceptado el 14 de julio de 2011  
Disponible en Internet el 7 de octubre de 2011

## PALABRAS CLAVE

Prótesis total de rodilla;  
Cirugía mínimamente invasiva;  
*Quad sparing*;  
Curva de aprendizaje;  
Subvasto

## Resumen

**Objetivo:** Distintos estudios demuestran que la prótesis total de rodilla por un abordaje mínimamente invasivo (CMI) tiene unos resultados funcionales y complicaciones semejantes a las series clásicas. Se pretende estudiar si esto es extrapolable al cirujano ortopédico general y describir la curva de aprendizaje.

**Material y método:** Se incluyen 259 pacientes prospectivamente durante tres años. Se dividieron en 10 grupos de 26 prótesis cada uno, por orden cronológico. Se relacionaron las siguientes variables: días de ingreso, ángulos radiológicos, longitud de la incisión, tiempo de isquemia, complicaciones, puntuación de la escala HSS, niveles de hemoglobina y necesidad de transfusión sanguínea.

**Resultados:** La media de días de ingreso hospitalario disminuyó de 7,9 días a 6,2 días. El tiempo medio de isquemia pasó de  $120 \pm 15$  a  $95 \pm 20$  minutos. Disminuyó la necesidad de transfusión. La longitud de la incisión aumentó de  $8 \pm 0,5$  a  $9,5 \pm 1,1$  cm. El número de complicaciones descendió de 11,5% a 3,8%. No se encontraron diferencias en la colocación radiológica de los componentes ni en la escala HSS a los 6 meses ni al año.

**Conclusiones:** La prótesis de rodilla por CMI tipo *Quad Sparing* realizada por un cirujano ortopédico general ofrece resultados a medio plazo equiparables a la cirugía convencional, con las ventajas de la CMI a corto plazo. La curva de aprendizaje para esta técnica es de 26 prótesis mejora el tiempo de isquemia, la necesidad de transfusión sanguínea y los días de ingreso hospitalario, no influye el resultado funcional final ni la colocación radiológica.

© 2011 SECOT. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [javierjimenezcristobal@gmail.com](mailto:javierjimenezcristobal@gmail.com) (J. Jiménez-Cristóbal).

**KEYWORDS**

Minimally invasive surgery;  
Total knee arthroplasty;  
Quad Sparing;  
Learning curve;  
Subvastus

**Learning curve of the limited subvastus approach in minimally invasive surgery in total knee replacement****Abstract**

**Background:** Minimally-invasive total knee arthroplasty performed by orthopaedic surgeons who are specialised in total knee arthroplasty leads to similar functional results and rates of complications as conventional procedures. The aim of this study is to find out whether this can be extrapolated to general orthopaedic surgeons, and also to describe the learning curve in this procedure.

**Material and methods:** We included 259 patients over a three year period. The population was divided into 10 groups, 26 knee replacements in each group, allocated in chronological order. The following variables were recorded: hospitalisation in days, radiological angles, length of incision, tourniquet time, complications, Hospital for Special Surgery (HSS) score, haemoglobin values and need for blood transfusion.

**Results:** The mean number of hospitalisation days decreased from 7.9 to 6.2 days. Mean tourniquet time decreased from  $120 \pm 15$  to  $95 \pm 20$  minutes. Packed red blood cells administration decreased from a median of 2 packed cells to 0. Mean incision length increased from  $8 \pm 0.5$  to  $9.5 \pm 1.1$  cm. Complications dropped from 11.5% to 3.8%. No differences were observed in the radiological angle of the prosthesis and HSS scores of patients in the different groups, 6 months and one year after surgery.

**Conclusions:** Minimally-invasive total knee replacement surgery (MIS) can be performed by general orthopaedic surgeons with results that are comparable in the medium-term with conventional surgery, and with the short-term advantages afforded by MIS. The learning curve was 26 knee replacements. The variables that improve were tourniquet time, need for blood transfusion and length of hospitalisation. The final functional result and radiological positioning were not affected.

© 2011 SECOT. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

## Introducción

La prótesis total de rodilla ha demostrado ser un procedimiento útil para disminuir el dolor a largo plazo y mejorar la recuperación funcional de los pacientes con artritis de rodilla<sup>1</sup>. Una constante mejora en el diseño de los materiales y de la técnica quirúrgica ha permitido el éxito de esta cirugía. El desarrollo de abordajes menos agresivos y más respetuosos con las partes blandas ha permitido mejorar el postoperatorio y los resultados a corto plazo de la prótesis total de rodilla.

Se han descrito múltiples abordajes mínimamente invasivos (CMI) para la implantación de la prótesis total de rodilla<sup>2-14</sup>. El abordaje subvasto evita la sección del cuádriceps y podría permitir una recuperación más rápida tras la prótesis<sup>15,16</sup>. Un CMI ha sido empleado con éxito en más de 420 rodillas por Bonutti et al.<sup>17</sup>. Laskin ha presentado buenos resultados a través de un abordaje midvasto limitado<sup>18</sup>. Tria y Coon<sup>13</sup> han publicado datos usando el abordaje subvasto limitado parapatelar medial denominado *Quad Sparing*. En las primeras publicaciones que comparan las diferentes técnicas y vías de abordaje, se muestran ligeras diferencias en cuanto a los resultados clínicos y complicaciones asociadas a la curva de aprendizaje de cada técnica.

La técnica ideal mínimamente invasiva de prótesis total de rodilla debería mantener la calidad y seguridad que tiene hoy en día el abordaje convencional, incorporando una incisión cutánea más limitada gracias al empleo de instrumental adecuado, minimizando el daño al mecanismo extensor y partes blandas de la rodilla. Además esta técnica debe ser

conservadora en la resección ósea, precisa en la colocación de los componentes, meticulosa en la cementación de la prótesis y no debe comprometer los resultados funcionales finales de la prótesis.

El objetivo del estudio es analizar si la CMI es un procedimiento indicado para ser realizado en un hospital terciario por cirujanos ortopédicos generales; determinar si es más larga la curva de aprendizaje en estos casos; valorar si ofrece al paciente resultados funcionales a corto plazo e índice de complicaciones mayor que con otras técnicas; o identificar parámetros objetivos que contraindiquen el abordaje mínimamente invasivo en los pacientes.

## Material y método

La información clínica se obtuvo a partir de un protocolo diseñado expresamente para este estudio. La base para el desarrollo de dicho protocolo fue el sistema de puntuación de la rodilla del *Hospital for Special Surgery* (Puntuación de la rodilla HSS)<sup>19</sup>. El protocolo y el cuestionario se probaron un mes previo al estudio, sirviendo como entrenamiento para el personal que debía realizar la encuesta.

Se recoge información de los pacientes en la consulta un mes antes de la intervención, durante el ingreso hospitalario, a los 6 meses y al año de la intervención quirúrgica. Todos los factores son valorados prospectivamente. La entrevista clínica es realizada siempre por un cirujano ortopédico del Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología y que en todos los casos conoce previamente el protocolo

del estudio. En la visita preoperatoria se anotan los datos demográficos y clínicos del paciente y se realizan radiografías en carga. Cuando el paciente ingresa en el hospital, durante su estancia se recogen los datos referentes al tratamiento médico recibido, las variables recogidas durante la intervención y en la sala de reanimación, la necesidad de transfusiones, el grado de movilidad articular, la fecha de alta hospitalaria y en caso de suceder, las complicaciones durante el ingreso. Tras el alta hospitalaria se establece un período de seguimiento, valoración funcional y radiológica. Esto incluye una revisión a las 6 semanas, a los 6 meses y al año de la intervención quirúrgica. Los datos referentes al seguimiento se obtienen en las respectivas consultas, realizándose controles radiológicos de la prótesis el mismo día de la atención en consulta. Las radiografías (proyección anteroposterior y lateral) son realizadas en carga. La medición de los ángulos radiológicos ha sido realizada por un solo cirujano ortopédico del hospital que desconocía al cirujano principal que realizó la intervención. El período de estudio fue de tres años.

### Criterios de inclusión y selección del paciente

Se incluyeron en el estudio 259 pacientes diagnosticados radiológicamente de artrosis de rodilla por el Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología del hospital en los que ha fracasado el tratamiento médico para el control del dolor provocado por la artrosis. A todos los pacientes del estudio se les implantó mediante un abordaje subvasto limitado sin invasión del vasto interno (tipo *Quad Sparing*<sup>13</sup>) una prótesis total de rodilla tipo NexGen Legacy PS de Zimmer®.

### Criterios de exclusión

Se excluyeron todos los pacientes que no cumplieron los criterios para la indicación de dicha técnica quirúrgica. Para definir los criterios de exclusión nos basamos en otros trabajos publicados anteriormente<sup>13,20</sup>. En este grupo se encuentran pacientes con cirugías previas sobre esa articulación por otra vía de abordaje, deformidades articulares mayores de 20° de valgo o varo, contracturas de rodilla en flexión mayores de 10° con una amplitud de movimiento menor de 90°, la inestabilidad ligamentosa o pacientes que rechazan este tipo de intervención. No se empleó como criterio de exclusión la edad, el índice de masa corporal (IMC) ni la patología previa del paciente.

### Parámetros evaluados durante el estudio

Los siguientes parámetros fueron recogidos de forma prospectiva por un único observador:

- *Datos preoperatorios*: edad, sexo, lado, IMC, estado de salud previo (grado clasificación ASA), nivel de hemoglobina y hematocrito, puntuación del HSS preoperatoria.
- *Radiología preoperatoria*: ángulo anatómico femorotibial en el plano coronal en radiografía realizada en carga.
- *Datos intraoperatorios*: día de la intervención, tiempo de isquemia, cirujano principal y ayudantes que realizan la intervención.

- *Datos postoperatorios*: longitud de la incisión en extensión, nivel de hemoglobina y hematocrito, número de transfusiones sanguíneas, rango de movilidad al alta, fecha del alta hospitalaria.
- *Complicaciones intraoperatorias y postoperatorias*.
- *Datos postoperatorios a los 6 meses de la intervención*: puntuación HSS postoperatoria, estudio radiológico simple.
- *Datos postoperatorios a los 12 meses de la intervención*: puntuación HSS postoperatoria.

### Análisis radiológico

Se definió mal resultado radiológico cualquier desaxación de 5° o más del ideal<sup>21,22</sup>. El alineamiento femorotibial ideal en el plano coronal fue considerado como 6° de valgo, con el componente femoral a 5-7° de valgo y el implante tibial en neutro<sup>5</sup>. Nosotros consideramos como ideal un ángulo femorotibial de 6°, un ángulo femoral distal de 6° de valgo y un ángulo tibial proximal en neutro.

### Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se empleó el test *t* de Student y el test no paramétrico de Mann-Whitney para comparación de los grupos y el test de Wilcoxon para datos apareados. ANOVA (análisis de la varianza) y el test de Student Newman-Keuls para comparaciones múltiples entre tres o más grupos. Los resultados fueron expresados como media  $\pm$  desviación estándar (DE). La comparación entre variables categóricas fue evaluada con el test  $\chi^2$  y un test no paramétrico para relacionar las variables dicotómicas. Para todas las pruebas se aceptó un valor de significación inferior a 0,05 en contraste bilateral. Se empleó el SPSS versión 14.0 para el análisis estadístico. Los gráficos de barras muestran la media y la desviación estándar.

### Datos preoperatorios

El estudio incluyó 259 casos; 184 mujeres (71%) y 75 hombres (29%), con una media de edad de  $71,02 \pm 8,68$  años (rango: 36 a 88). En 130 casos fueron rodillas derechas (50,2%). La etiología más frecuente fue la artrosis primaria: 249 pacientes (96,1%); 5 pacientes (1,9%) fueron diagnosticados de artrosis secundaria a artritis reumatoide; tres pacientes (1,2%) de artrosis secundaria a traumatismo; un paciente (0,4%) de artrosis secundaria a osteonecrosis, y un paciente (0,4%) de artrosis secundaria a artritis séptica. El IMC medio fue de  $30,85 \pm 4,96 \text{ kg/m}^2$  (rango: 15,76-49,52). Según la clasificación del riesgo anestésico 8 pacientes fueron ASA 1, 196 fueron ASA 2, 52 ASA 3 y 3 ASA 4. La media de nivel de hemoglobina antes de la intervención fue de  $13,7 \pm 1,2 \text{ g/dl}$  (rango: 10,6-17,7) y de hematocrito fue de  $40,8 \pm 3,9\%$  (rango: 31,3-52,9%). Todos los pacientes tenían un estudio preoperatorio de coagulación normal. La puntuación del HSS preoperatoria fue de  $57,65 \pm 8,05$  puntos.

El ángulo radiológico femorotibial en el plano coronal  $+8,44^\circ \pm 6,63$  (rango:  $+21^\circ$  varo- $-12^\circ$  valgo); 38 tenían una deformidad inicial en valgo (14,7%), y 200 en varo (77,2%), mientras que 21 no tenían alteraciones del eje (8,1%).

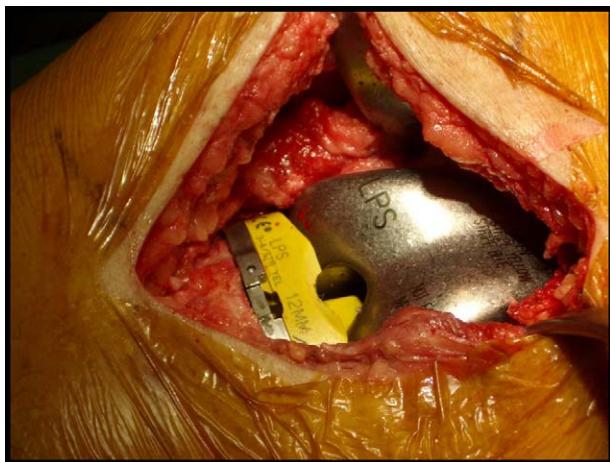


Figura 1 Imagen intraoperatoria de componentes protésicos de prueba.

## Datos intraoperatorios

Desde que se implantó la técnica quirúrgica en el servicio, han participado 11 traumatólogos como cirujanos principales. La distribución de los deciles es por orden cronológico. Antes de la realización de la cirugía protésica el cirujano principal participó como primer ayudante o segundo ayudante en otras intervenciones. A continuación se detallan los resultados. Desde que se implantó la técnica quirúrgica en el servicio, han participado 11 traumatólogos como cirujanos principales: cirujano 1 (97 prótesis), cirujano 2 (54 prótesis), cirujano 3 (36 prótesis), cirujano 4 (11 prótesis), cirujano 5 (21 prótesis), cirujano 6 (9 prótesis), cirujano 7 (10 prótesis), cirujano 8 (14 prótesis), cirujano 9 (5 prótesis), cirujano 10 (1 prótesis) y cirujano 11 (1 prótesis); 17 traumatólogos como primer ayudante y 24 como segundo ayudante. El procedimiento quirúrgico se realizó con anestesia locorregional en 168 pacientes (64,9%) y el resto con anestesia general.

## Resultados

El tamaño medio de la incisión medida con la rodilla en extensión fue de 8,56 centímetros (rango: 6,5-12,5) (fig. 1). El tiempo medio de isquemia fue de  $100,11 \pm 18,92$  minutos (rango: 62-135). La duración media de la intervención fue de 119,43 minutos. Se han encontrado diferencias estadísticamente significativas de reducción del tiempo de isquemia en los tres años de seguimiento, reduciéndose el tiempo medio de isquemia en 28,51 minutos entre el primer y último año. No hubo complicaciones intraoperatorias.

## Datos postoperatorios

La pérdida media de sangre por los drenajes fue de 940,04 cc (rango: 200-2.800) retirándose dichos drenajes a las 48 h de la intervención. El descenso medio de hemoglobina entre la hemoglobina media prequirúrgica y la hemoglobina media a las 24 h de 3,62 g/dl, siendo esta diferencia estadísticamente significativa. El descenso

Tabla 1 Complicaciones

Complicación	N.º
Dehiscencia de herida quirúrgica	8
Dehiscencia tras caída accidental	1
Trombosis venosa profunda	1
Hemartros	4
Hemorragia digestiva alta	1
Rotura del tendón rotuliano tras caída	1
Celulitis superficial	3
Reacción postransfusional	1
Rigidez articular	1

medio porcentual entre hematocrito medio prequirúrgico y el hematocrito a las 24 h fue de 11,11% siendo esta diferencia estadísticamente significativa. No hubo diferencias entre los distintos cirujanos respecto a la pérdida de sangre postoperatoria. El 63,7% (165 pacientes) no precisaron transfusión de sangre durante el postoperatorio. El grado medio de flexión de la rodilla al alta hospitalaria fue de  $90,14^\circ \pm 14,76^\circ$  (rango: 35-135°). El grado de extensión medio fue de  $-2,70 \pm 7,01^\circ$  (rango: 0-15°). Los pacientes estuvieron ingresados  $7 \pm 4,5$  días de media (rango: 3-42). La complicación más frecuente fueron los problemas relacionados con la herida quirúrgica (tabla 1). No se detectaron complicaciones intraoperatorias. Todas las registradas fueron durante el postoperatorio inmediato a la intervención.

La media del ángulo femorotibial tras la implantación de la prótesis fue de  $6,34^\circ \pm 2,5$  de valgo (rango: 8° de valgo-1° varo) (fig. 2).

La puntuación media del HSS a los 6 meses de la intervención fue de  $85,86 \pm 7,79$  puntos con 258 pacientes evaluados. Al año se evaluaron a 257, con una media de  $88,18 \pm 7,39$  puntos.

## Curva de aprendizaje

Se dividieron los 259 pacientes en 10 deciles según el momento de implantación, siendo el primer decil las primeras 26 prótesis y el último decil las 26 últimas prótesis implantadas en el servicio. Para intentar establecer la curva de aprendizaje se relacionaron las siguientes variables: días de ingreso, ángulos radiológicos, longitud de la incisión, tiempo de isquemia, complicaciones, puntuación de la escala HSS postoperatoria, niveles de hemoglobina posquirúrgica y necesidad de transfusión sanguínea (expresado en concentrados de hematíes que el paciente recibió en el postoperatorio). Se compararon los distintos deciles entre sí.

Si se analiza la evolución del primer al último decil, podemos destacar los siguientes resultados: la media de días de ingreso hospitalario pasa de 7,9 días (5-17) a 6,2 días (4-11) con una  $p = 0,006$ . El tiempo medio de isquemia pasa de  $120 \pm 15$  minutos a  $95 \pm 20$  minutos con una  $p < 0,001$ . Los concentrados de hematíes pasan de una mediana de 2 (0-4) concentrados en las primeras 26 prótesis (18 pacientes recibieron concentrados de hematíes) a una mediana de 0 (0-4) concentrados en las últimas 26 prótesis de rodilla (5 pacientes recibieron concentrados de hematíes) con una  $p < 0,001$ .

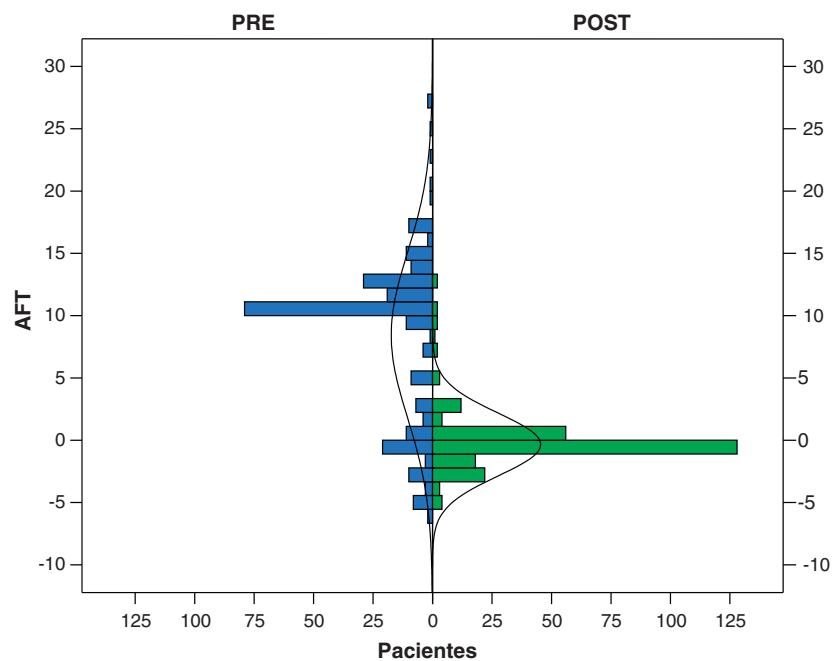


Figura 2 Evaluación radiológica del ángulo femorotibial en el plano coronal antes y después de la intervención.

(fig. 3). Analizando la diferencia entre nivel de hemoglobina previo a la intervención y el nivel de hemoglobina a las 24 horas de la misma, encontramos diferencias significativas entre ambos grupos de prótesis (con un descenso menor en el grupo de las últimas 26 prótesis).

En cuanto al tiempo de isquemia se comprobó que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los distintos deciles aunque sí entre el primer decil y el resto. En la figura 4 se muestra la media de tiempos de isquemia entre los diferentes deciles. Por último, la longitud de la incisión aumenta de  $8 \pm 0,5$  cm de media a  $9,5 \pm 1,1$  cm con una  $p < 0,001$  (fig. 5).

El número de complicaciones descienden de un 11,5 a un 3,8% lo que consideramos relevante aunque no encontramos diferencias estadísticamente significativas por el escaso número de complicaciones recogidas.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los resultados del HSS de los pacientes de los diferentes grupos a los 6 meses y al año de la intervención (fig. 6). Tampoco encontramos diferencias entre los grupos en cuanto a la colocación de los componentes protésicos (expresado en el ángulo femorotibial) ni hay diferencias entre los grupos en la deformidad del eje anatómico de la rodilla antes de la intervención entre los grupos al hacer las

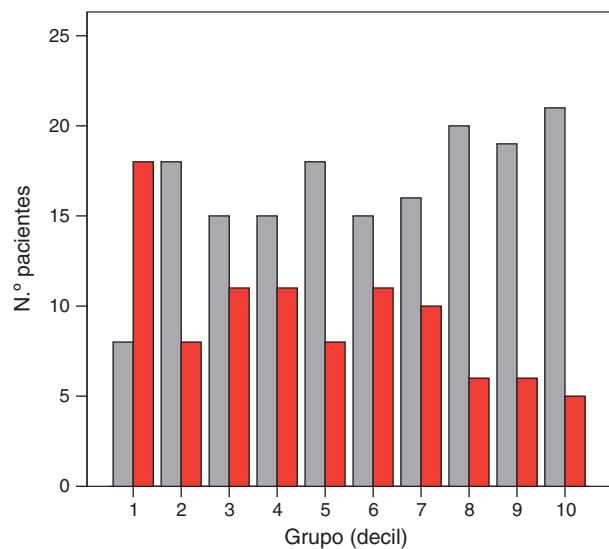


Figura 3 Número de pacientes que precisaron transfusión (rojo) en cada grupo. Número de pacientes que no precisaron transfusión (gris).

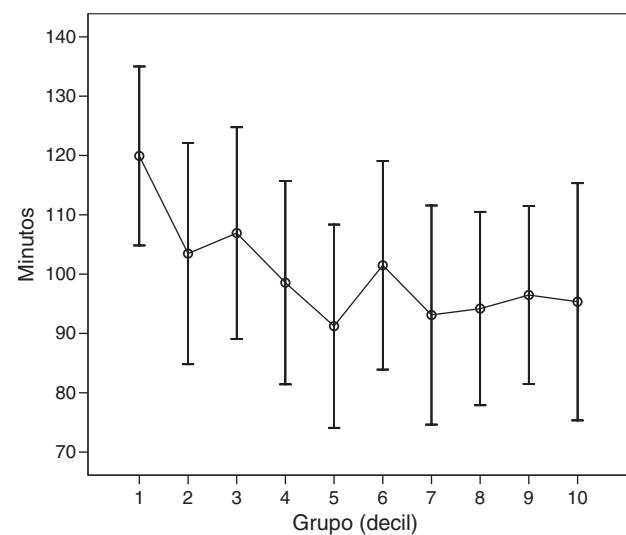


Figura 4 Media (minutos) del tiempo de isquemia en cada grupo.

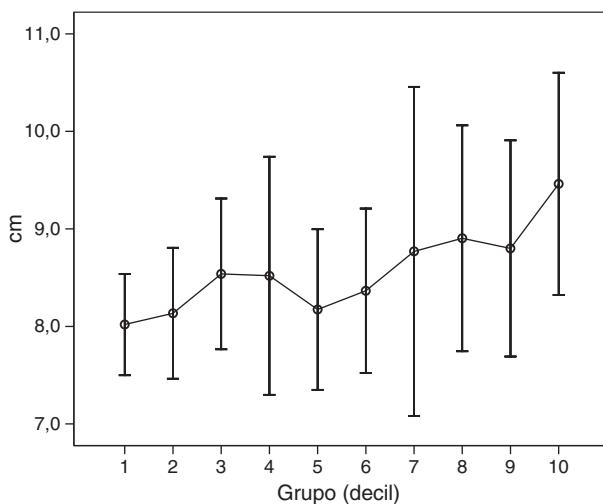


Figura 5 Media (centímetros) de la longitud de la incisión en cada grupo.

mediciones radiológicas en el plano anteroposterior comprobándose la homogeneidad de todos grupos.

## Discusión

La CMI en la artroplastia de rodilla es una técnica criticada por la dificultad que implica, y por tener una curva de aprendizaje mayor. Se ha demostrado en numerosos trabajos previos que este abordaje, a pesar de tener una serie de ventajas tales como descenso del dolor postoperatorio<sup>11</sup>, menor estancia hospitalaria, menor dolor, recuperación funcional más rápida o menor necesidad de rehabilitación<sup>3,7,10,18,20,23,24</sup>, está asociada con desventajas como el aumento del tiempo quirúrgico<sup>23,25</sup>, la mayor dificultad de colocación de los componentes protésicos<sup>5,26</sup> y el mayor número de complicaciones<sup>6,27,28</sup>. Estos últimos factores pueden verse modificados por la curva de aprendizaje<sup>29,30</sup>.

Cuando se realiza una revisión bibliográfica con la finalidad de conocer el número mínimo de prótesis de rodilla implantadas por técnicas mínimamente invasivas para la obtención de unos resultados clínicos y funcionales similares a los de otros abordajes encontramos la dificultad que, en la mayor parte de trabajos, hacen referencia a la experiencia de un solo cirujano. El objetivo de nuestro trabajo fue analizar los resultados que se asemejen más a la práctica cotidiana de nuestro entorno donde la implantación de prótesis totales de rodilla es llevada a cabo por cirujanos ortopédicos generales.

Es muy difícil establecer el número mínimo de prótesis necesario para mejorar los resultados finales. Existen muy pocos trabajos que reflejen este parámetro. King et al.<sup>7</sup> establece como curva de aprendizaje 25 prótesis de rodilla por cada cirujano. Compara este abordaje quirúrgico con el abordaje tradicional y establece la duración de la intervención, alineamiento radiológico del implante y los resultados clínicos del paciente como variables que indican la curva de aprendizaje de esta técnica quirúrgica.

En nuestro trabajo se dividió la muestra poblacional en deciles (con 26 prótesis de rodilla en cada grupo), de

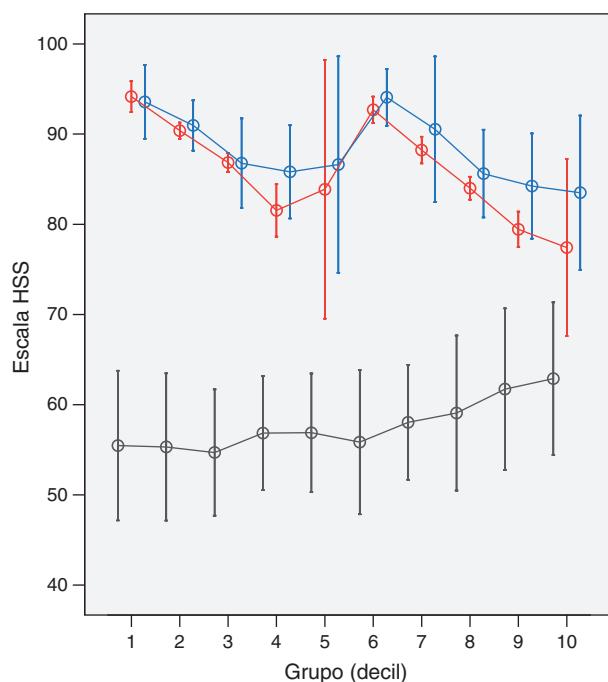


Figura 6 Puntuación media de la escala HSS en cada grupo; negro: preoperatorio; rojo: 6 meses; azul: 12 meses.

tal forma que se comprobó que los resultados del primer decil fueran diferentes a los otros 9 deciles. Los 10 grupos no tenían diferencias estadísticamente significativas entre sí respecto a la edad, sexo, puntuación funcional previa (expresada según la escala del HSS) ni deformidades radiológicas en el ángulo femorotibial antes de la intervención por lo que se pueden considerar grupos homogéneos.

Hemos analizado diversas variables que podrían influir en el aprendizaje de este abordaje. Al igual que King, se estudiaron las siguientes variables: duración de la intervención (expresado en tiempo de isquemia), colocación radiológica de los componentes protésicos y los resultados funcionales (puntuación de la escala HSS). Se analizaron además variables que podrían influir según la mejora en la técnica quirúrgica y la mayor experiencia por parte del cirujano. Fueron estas: estancia media hospitalaria, necesidad de transfusión sanguínea, la longitud de la incisión cutánea y el número de complicaciones durante o después de la intervención.

Así se ha podido comprobar una mejora en el tiempo de isquemia entre el primer decil con el resto con diferencias estadísticamente significativas. Para Aglietti et al.<sup>2</sup> la CMI supone de una duración media de 30 minutos más que el abordaje convencional una vez que se ha superado la curva de aprendizaje, pero no precisa el número de intervenciones necesarias para disminuir la duración de la intervención. En otro trabajo reciente, Lubowitz et al.<sup>30</sup> diseña un estudio donde un solo cirujano realiza 100 prótesis de rodilla por abordaje mínimamente invasivo tipo midvasto y establece como curva de aprendizaje 10 prótesis de rodilla. La mayor limitación de este trabajo es que emplea solamente la disminución del tiempo quirúrgico como variable. No tiene en cuenta los resultados funcionales, complicaciones o colocación de los componentes protésicos como criterios de

aprendizaje. Consideramos que los resultados finales no son necesariamente proporcionales al tiempo quirúrgico. Otra limitación de este trabajo es que la homogeneidad entre los 10 grupos de pacientes está basada únicamente en la edad, sexo e índice de masa corporal sin tener en cuenta las deformidades previas de la rodilla, estado funcional previo de los pacientes o la etiología de la artrosis de rodilla. En nuestro trabajo, en todos los grupos y antes de la intervención, estas variables fueron homogéneas.

Se analizó la colocación de los componentes protésicos expresados en el ángulo femorotibial en la radiografía en el plano coronal comprobándose cómo la colocación de la prótesis en todos los deciles es similar sin encontrar diferencias entre ellos. Lo mismo sucede con la puntuación del HSS donde no se encuentran diferencias entre los deciles en la mejoría postoperatoria.

La estancia media hospitalaria era mayor en el primer grupo de 26 prótesis respecto a los otros 9 grupos, siendo esta diferencia estadísticamente significativa. Sin embargo, consideramos que esta variable no es muy indicativa de la curva de aprendizaje en nuestro medio, puesto que en muchas ocasiones el alta hospitalaria del paciente no solo depende de los criterios médicos o funcionales, sino de otros parámetros sociales que hace que se prolongue el tiempo de ingreso.

En cuanto al número de complicaciones había diferencia entre el primer grupo y el último grupo de un 11,5 a un 3,8% respectivamente, sin ser esta diferencia estadísticamente significativa. Aglietti et al.<sup>2</sup> se plantea si esta técnica quirúrgica está al alcance de todos los cirujanos y establece que con la CMI están apareciendo complicaciones (fractura del cóndilo femoral, rotura del tendón rotuliano, problemas relacionados con la herida, malposición de los componentes protésicos, restos de cemento retenidos, etc.) que se quedaron obsoletas con los abordajes convencionales. Jackson et al.<sup>28</sup> diseña otro estudio prospectivo sobre 209 pacientes intervenidos por un mismo cirujano y demuestra que el empleo del abordaje *Quad Sparing* está asociado a mayor número de complicaciones intraoperatorias, pero con resultados funcionales y radiológicos similares al abordaje convencional. Según el autor estas complicaciones se equiparan al abordaje tradicional tras la implantación de 100 prótesis por abordaje *Quad Sparing*. En ambos trabajos relacionan la curva de aprendizaje con el descenso del número de complicaciones sin tener en cuenta otro tipo de variables. Kashyap et al.<sup>29</sup> no encuentra mayor número de complicaciones usando la CMI durante la fase de aprendizaje. El escaso número de complicaciones que hemos recogido (similar al de otras series estudiadas) hace difícil establecer un número mínimo de prótesis a partir de las cuales se reduzca el número de complicaciones. Aunque no hayamos encontrado diferencias estadísticamente significativas entre los deciles, si se constata una reducción con el aprendizaje de la nueva técnica quirúrgica del número de complicaciones.

Otra variable analizada fue la necesidad de transfusión sanguínea. Para ello establecimos la hipótesis de que una adecuada técnica quirúrgica, con un cuidadoso abordaje quirúrgico y una menor duración de la intervención podría influir en la menor pérdida sanguínea y consecuentemente una menor necesidad de transfusión sanguínea. Se comprobó cómo había diferencias estadísticamente significativas entre el primer decil con el resto, siendo necesaria en más

ocasiones la transfusión sanguínea en las primeras 26 prótesis. No encontramos diferencias entre los otros 9 grupos.

Un hallazgo significativo se encontró al analizar la longitud de la incisión. Al contrario que todas las variables analizadas que disminuyen o se mantienen con la mayor experiencia de la técnica, la longitud de la incisión aumenta de forma proporcional siendo esta diferencia estadísticamente significativa. El motivo de este resultado es difícil de explicar. A medida que se practica este abordaje se ha podido comprobar cómo el aumento de la incisión cutánea no influye en los resultados funcionales (HSS) ni en los ángulos protésicos radiológicos pero podría disminuir el número de complicaciones (sobre todo los relacionados con la herida) y la duración de la intervención. Estos hallazgos son parecidos a los que recoge Yu et al.<sup>14</sup> en su trabajo, donde demuestra que el aumento de la incisión y una invasión del cuádriceps en 1-2 cm no influye en los resultados funcionales a corto plazo y disminuye el número de complicaciones.

Por último, queda señalar una variable que no se ha tenido en cuenta y que también podría influir en algunas variables estudiadas: el conocimiento de la técnica y la instrumentación por parte del personal de enfermería. El conocimiento de la instrumentación puede influir en la disminución del tiempo de intervención aunque como se ha dicho es una variable no estudiada en este trabajo. Para Aglietti et al.<sup>2</sup> el equipo quirúrgico debe estar bien entrenado y debe haber una adecuada interacción con los asistentes para disminuir el número de complicaciones durante el procedimiento.

Como conclusiones podemos decir, que la prótesis total de rodilla por CMI es una técnica que puede realizar un cirujano ortopédico general con resultados corto plazo equiparables a la cirugía convencional y con las ventajas de la CMI. Las variables que mejoran tras la curva de aprendizaje son el tiempo de isquemia, la necesidad de transfusión sanguínea y los días de ingreso hospitalario, no influyendo el resultado funcional final ni la colocación radiológica.

## Nivel de evidencia

Nivel de evidencia II.

## Protección de personas y animales

Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

## Confidencialidad de los datos

Los autores declaran que han seguido los protocolos de su centro de trabajo sobre la publicación de datos de pacientes y que todos los pacientes incluidos en el estudio han recibido información suficiente y han dado su consentimiento informado por escrito para participar en dicho estudio.

## Derecho a la privacidad y consentimiento informado

Los autores han obtenido el consentimiento informado de los pacientes y/o sujetos referidos en el artículo. Este documento obra en poder del autor de correspondencia.

## Conflictos de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Bibliografía

1. National Institute of Health. (NIH) Consensus Statement on Total Knee Replacement December 8-10. *J Bone Joint Surg Am.* 2004;86:1328-35.
2. Aglietti P, Baldini A, Sensi L. Quadriceps-sparing versus mini-subvastus approach in total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 2006;452:106-11.
3. Alan RK, Tria AJ. Quadriceps-Sparing total knee arthroplasty using the posterior stabilized TKA design. *J Knee Surg.* 2006;19:71-6.
4. Berger RA, Sanders S, Gerlinger T, Della Valle C, Jacobs JJ, Rosenberg AG. Outpatient total knee arthroplasty with a minimally invasive technique. *J Arthroplasty.* 2005;20:33-8.
5. Chen AF, Alan RK, Redziniak DE, Tria AJ. Quadriceps sparing total knee replacement: The initial experience with results at two to four years. *J Bone Joint Surg Am.* 2006;88-B:1448-53.
6. Kim YH, Kim JS, Kim DY. Clinical outcome and rate of complications after primary total knee replacement performed with quadriceps-sparing or standard arthrotomy. *J Bone Joint Surg Br.* 2007;89:467-70.
7. King J, Stamper DL, Schaad DC, Leopold SS. Minimally invasive total knee arthroplasty compared with traditional total knee arthroplasty. Assessment of the learning curve and the postoperative recuperative period. *J Bone Joint Surg Am.* 2007;89:1497-503.
8. Niki Y, Mochizuki T, Momohara S, Saito S, Toyama Y, Matsumoto H. Is minimally invasive surgery in total knee arthroplasty really minimally invasive surgery? *J Arthroplasty.* 2008;4:1-6.
9. Pagnano MW, Meneghini RM. Minimally invasive total knee arthroplasty with an optimized subvastus approach. *J Arthroplasty.* 2006;4 Suppl 1:S22-6.
10. Schroer W, Schroer WC, Diesfeld PJ, Reedy ME, LeMarr AR. Mini-subvastus approach for total knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2008;23:19-25.
11. Tanavalee A, Thiengwittayaporn S, Itiravivong P. Progressive quadriceps incision during minimally invasive surgery for total knee arthroplasty: the effect on early postoperative ambulation. *J Arthroplasty.* 2007;22:1013-8.
12. Tenholder M, Clarke HD, Scuderi GR. Minimal-incision total knee arthroplasty: the early clinical experience. *Clin Orthop Relat Res.* 2005;440:67-76.
13. Tria Jr AJ, Coon TM. Minimal incision total knee arthroplasty: early experience. *Clin Orthop Relat Res.* 2003;416:185-90.
14. Yu JK, Yu CL, Ao YF, Gong X, Wang YJ, Wang S, et al. Comparative study on early period of recovery between minimally invasive surgery total knee arthroplasty and minimally invasive surgery-quadriceps sparing total knee arthroplasty in Chinese patients. *Chin Med J.* 2008;121:1353-7.
15. Matsueda M, Gustilo RB. Subvastus and medial parapatellar approaches in total knee arthroplasty. *Clin Orthop.* 2000;371:161-8.
16. Roysam GS, Oakley MJ. Subvastus approach for total knee arthroplasty: a prospective, randomized, and observer-blinded trial. *J Arthroplasty.* 2001;16:454-7.
17. Bonnutt P, Mont MA, McMahon M, Ragland PS, Kester M. Minimally invasive total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am.* 2004;86A:26-32.
18. Laskins RS, Beksac B, Phongjunakorn A, Pittors K, Davis J, Shim JC, et al. Minimally invasive total knee replacement through a mid-vastus incision: an outcome study. *Clin Orthop Relat Res.* 2004;428:74-81.
19. Alicea J. Sistemas de puntuación de la rodilla artrítica y su utilidad. En: Rodilla. Insall & Scott 3<sup>a</sup> ed, tomo 2. Madrid: Marbán; 2006. p. 1507-1513.
20. Scuderi GR, Tria AJ, Jr. Arthroplastia total de rodilla mínimamente invasiva. En: Cirugía de la Rodilla. Insall & Scott 4.<sup>a</sup> ed. Volumen 2. Madrid: Elsevier España SA; 2007. p. 1631-1639.
21. Lotke PA, Ecker ML. Influence of positioning of prosthesis in total knee replacement. *J Bone Joint Surg Am.* 1977;59:77-9.
22. Rand JA, Coventry M. Ten-year evolution of geometric total knee arthroplasty. *Clin Orthop.* 1988;232:168-71.
23. Boerger TD, Aglietti P, Mondanelli N, Sensi L. Mini-subvastus versus medial para-patellar approach in total knee arthroplasty. *Clin Orthop.* 2005;440:82-7.
24. Laskin RS. Minimally total knee arthroplasty: the results justify its use. *Clin Orthop Relat Res.* 2005;440:54-9.
25. Karpman RR, Smith HL. Comparasion of the early results of minimally invasive vs standard approaches to total knee arthroplasty: a prospective, randomized study. *J Arthroplasty.* 2009;24:681-8.
26. Dalury DF, Dennos DA. Mini-incision total knee arthroplasty can increase risk of component malalignment. *Clin Orthop Relat Res.* 2005;440:77-81.
27. Aglietti P, Baldini A, Giron F, Sensi L. Minimally invasive total knee arthroplasty: is it for everybody? *HSS J.* 2006;2:22-6.
28. Jackson G, Waldman BJ, Schaftel EA. Complications following quadriceps-sparing total knee arthroplasty. *Orthopedics.* 2008;31:547.
29. Kashyap SN, Van Ommeren JW, Shankar S. Minimally invasive surgical technique in total knee arthroplasty: a learning curve. *Surg Innov.* 2009;16:55-62.
30. Lubowitz JH, Sahasrabudhe A, Appleby D. Minimally invasive surgery in total knee arthroplasty: the learning curve. *Orthopedics.* 2007;30 Suppl:S80-2.