

**Redacción**

B. Fink, Markgröningen

**Ilustraciones**

R. Himmelhan, Heidelberg

R. Hube<sup>a</sup> • H.O. Mayr<sup>a</sup> • T. Kalteis<sup>a</sup> • G. Matziolis<sup>b</sup><sup>a</sup> OCM-Klinik München<sup>b</sup> Orthopädische Klinik Centrum für Muskuloskeletale Chirurgie, Charité – Universitätsmedizin Berlin

## Técnica «extension first» en la artroplastia total de rodilla

### Introducción

La artroplastia total de rodilla se ha convertido en uno de los procedimientos estándares de más éxito de la cirugía ortopédica. Debido al creciente número de pacientes cada vez más jóvenes y activos que se someten a este tipo de cirugía, la implantación exacta de prótesis tiene cada día más importancia a la hora de garantizar una buena funcionalidad sin perjudicar la estabilidad.

Los errores en la rotación del componente femoral originan problemas clínicos como dolor en la parte anterior de la rodilla y una limitación de la movilidad<sup>2,4,5,23</sup>. Además, se forma un espacio en flexión asimétrico que provoca inestabilidades en flexión<sup>3,14,27</sup>.

En principio, existen dos técnicas fundamentales para determinar la alineación y la rotación de los componentes: la técnica «femur first», orientada a las partes blandas.

En la técnica «femur first» la rotación de los componentes femorales toma como referencia estructuras anatómicas como la línea condílea posterior, el eje transepicondíleo o la línea de Whiteside. De entre estas referencias anatómicas, el eje transepicondíleo es el más fiable, dado que transcurre muy cerca del eje de flexión de la articulación de la rodilla formando un espacio en flexión en ángulo recto<sup>7,11,22,24</sup>. Ello es válido también para malformaciones preoperatorias del eje<sup>29</sup>, en las que la línea posterior condílea puede estar modificada, lo que dificulta al cirujano determinar el grado de rotación con exactitud<sup>6,8,24</sup>. La determinación de referencias reproducibles intraoperatoriamente es muy difícil

y en función del cirujano puede suponer variaciones de hasta 10°<sup>1,15,16</sup>.

En la técnica «tibia first» la colocación del implante femoral se realizará con un espacio en flexión de 90°. La rotación se determinará en flexión con ayuda de espaciadores y de la tensión de las partes blandas, hecho que puede provocar errores en la rotación en caso de que existan desviaciones preoperatorias del eje junto con inestabilidades ligamentosas<sup>9</sup>. Estudios realizados muestran que la técnica orientada a las partes blandas como resultado de un abordaje funcional no anatómico provoca grandes desviaciones en la rotación del componente femoral de la línea condílea posterior<sup>9,28,31</sup>, pero también del eje transepicondíleo<sup>21</sup>. Además, una liberación lo más tardía posible del espacio en extensión con la determinación previa de la rotación del componente femoral origina un espacio en flexión inestable<sup>18</sup>.

Precisamente en un implante que admite pocos errores como la endoprótesis de la articulación de la rodilla, es fundamental garantizar la exactitud de la implantación. La combinación de ambas técnicas puede minimizar los errores en la implantación.

### Principio y objetivo de la intervención

**El objetivo es el equilibrado paso a paso del espacio en flexión y en extensión durante la implantación de una endoprótesis de rodilla con la finalidad de combinar la técnica «femur first» con la técnica «tibia first». Mediante la técnica descrita, un método verifica al otro. Este procedimiento sirve para reducir**

**los errores, ya que tanto en la localización de los epicóndilos para la determinación de la rotación del hueso como en la técnica orientada a las partes blandas existe riesgo de errores durante la intervención quirúrgica.**

### Ventajas

- Implantación de endoprótesis de rodilla con equilibrado reproducible del espacio en flexión y del espacio en extensión.
- Combinación de las técnicas quirúrgicas orientadas al hueso o a las partes blandas en la artroplastia total de rodilla.
- Adaptación orientada a las partes blandas del espacio en flexión con respecto al espacio en extensión variando el tamaño del componente femoral.

### Desventajas

- En articulaciones de rodilla rígidas, mala exposición de las superficies articulares mediante un abordaje mini-midvastus en comparación con el abordaje estándar parapatelar medial.
- Técnica quirúrgica compleja.

### Indicaciones

- Gonartrosis sintomática.

### Contraindicaciones

- Contraindicaciones generales para endoprótesis de rodilla.

Orthop Traumatol 2011 · 23:241–248

R. Hube · H.O. Mayr · T. Kalteis · G. Matzioli

### Técnica «extension first» en la artroplastia total de rodilla

#### Resumen

**Objetivo de la operación.** Reducción de errores de implantación con respecto a la rotación y al alineamiento en los casos de reemplazo de la articulación de rodilla.

**Indicaciones.** Gonartrosis sintomática.

**Contraindicaciones.** Contraindicaciones generales para la artroplastia de rodilla.

**Técnica quirúrgica.** Preparación del hueso a partir de una incisión femoral distal. A continuación, incisión tibial proximal y después de controlar el balanceo correcto del alineamiento en extensión. Posicionamiento orientado al hueso del bloque de corte femoral para proseguir con la preparación del fémur. Control de la rotación en 90° de flexión mediante la tensión de las partes blandas. En caso necesario, verificación de la rotación y/o del balanceo del espacio en flexión.

**Tratamiento postoperatorio.** Movilización con carga total en función del dolor de la extremidad operada y liberación de la movilidad.

**Resultados.** En un estudio prospectivo se realizó un seguimiento clínico y radiológico preoperatorio, y seis semanas después de la intervención, se realizó un seguimiento de 267 sustituciones protésicas totales de rodilla (160 mujeres y 107 hombres con una edad media de 69,3 –46-89– años). En el control clínico se utilizó la escala «Knee Society score» según Insall y Scott, así como la escala funcional. El valor preoperatorio de 45,6 (32-66) puntos se pudo aumentar después de seis semanas a 88,5 (77-100) puntos, y el valor funcional, de 48,9 (32-68) a 86,5 (75-100). En el control radiológico el 92,1% de las rodillas registró un error de implantación < 3°.

#### Palabras clave

Técnica de «extension first». Reemplazo total de prótesis de rodilla. Artroplastia. Alineamiento. Gonartrosis.

## Información para el paciente

- Riesgos quirúrgicos generales como hemorragias, lesiones de vasos sanguíneos y de nervios, problemas de cicatrización, infecciones, trombosis y embolias.
- Lesiones intraoperatorias de ligamentos, fracturas.
- Limitaciones de movilidad postoperatorias.
- Aflojamiento de prótesis aséptico y séptico.

## Preparación de la intervención

- Evaluación preoperatoria del paciente.
- En caso necesario, donación autóloga de sangre cuatro semanas antes de la intervención (500 ml).
- Control de los parámetros infecciosos de laboratorio para descartar una infección.
- Diagnóstico radiológico: rodilla a.-p. y lateral, radiografía tangencial de rótula en flexión de 45°, radiografía de pierna completa a.-p. con el paciente de pie bajo carga para la determinación exacta de los ejes (formato 95 x 20). El eje biomecánico transcurre desde el punto medio de la cadera por el centro de la placa tibial hasta el centro del astrágalo<sup>10</sup>.

## Instrumental

- Instrumental para partes blandas y huesos.
- Instrumental para la implantación de prótesis.

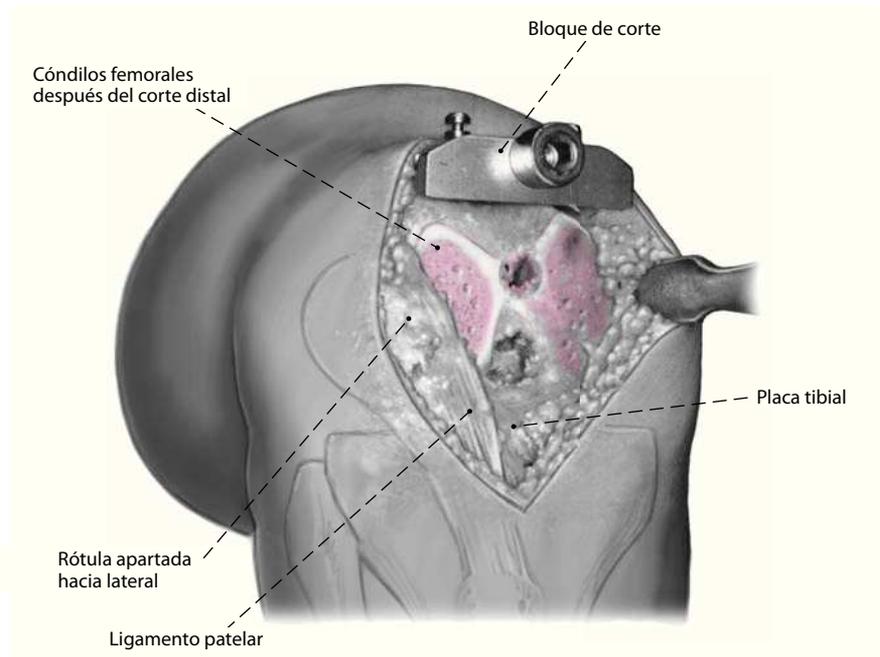
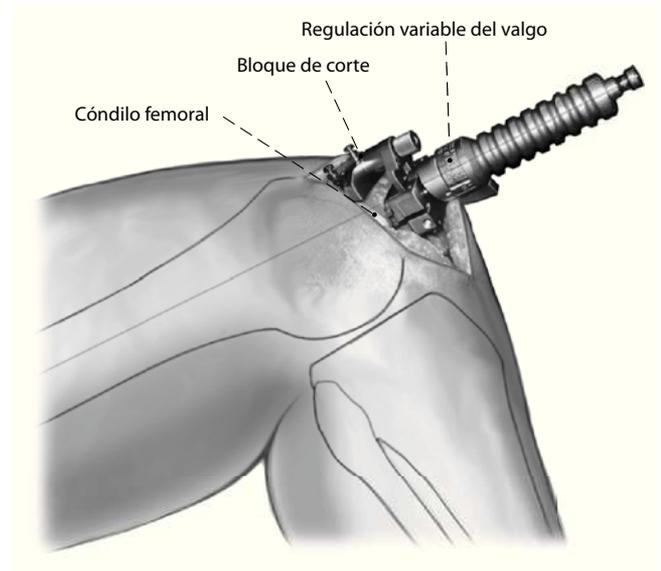
## Anestesia y posición del paciente

- Posición decúbito supino.
- Anestesia por inhalación o anestesia espinal.
- Oclusión vascular en la zona más proximal posible al muslo.
- Cubrir la extremidad de modo que se pueda mover libremente.
- Colocar un saco de arena debajo de la pierna permite operar con una flexión de rodilla de aproximadamente 80-90°.

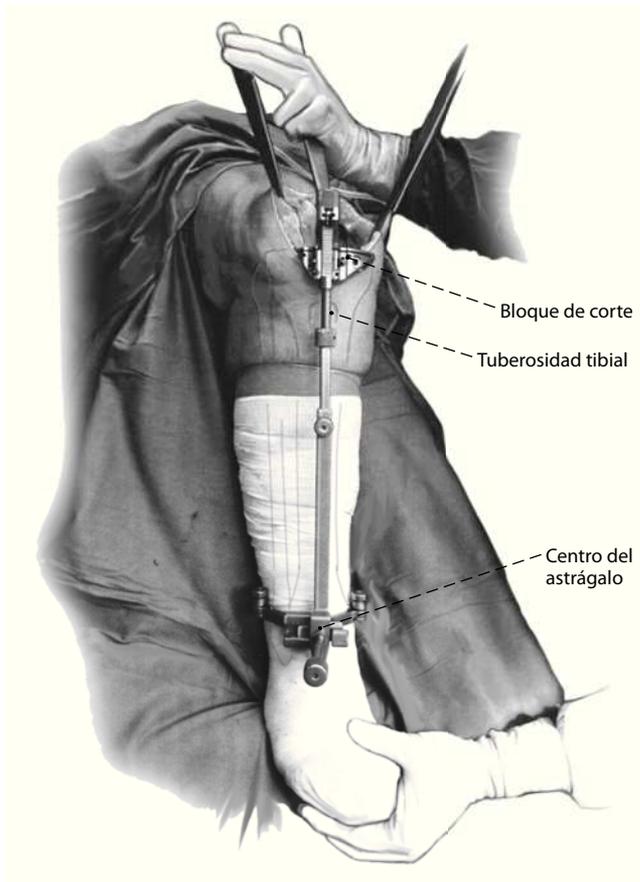
Técnicas quirúrgicas

(■ Figs. 1-10)

**Fig. 1** ► Abordaje de la articulación de la rodilla mediante un abordaje mini-midvastus. Partiendo de una sección longitudinal en el lado anterior de la articulación de la rodilla, se realizará la disección roma de las fibras distales transversales del músculo vasto intermedio a lo largo de 1-3 cm hasta el polo proximal de la rótula. La incisión articular se prolonga distalmente hacia la zona parapatelar medial hasta la tuberosidad tibial. Después de la apertura de la articulación se desplazará la rótula hacia lateral sin everción y se expondrán las superficies articulares. Introducción del bloque de corte femoral para la realización del corte femoral distal. El ajuste del valgo se orienta en base a la radiografía de pierna completa a.-p. realizada con el paciente de pie y puede variar entre 2-11°, según la anatomía del fémur y de la cadera. Ello es importante para conseguir un eje de pierna correcto en el postoperatorio.



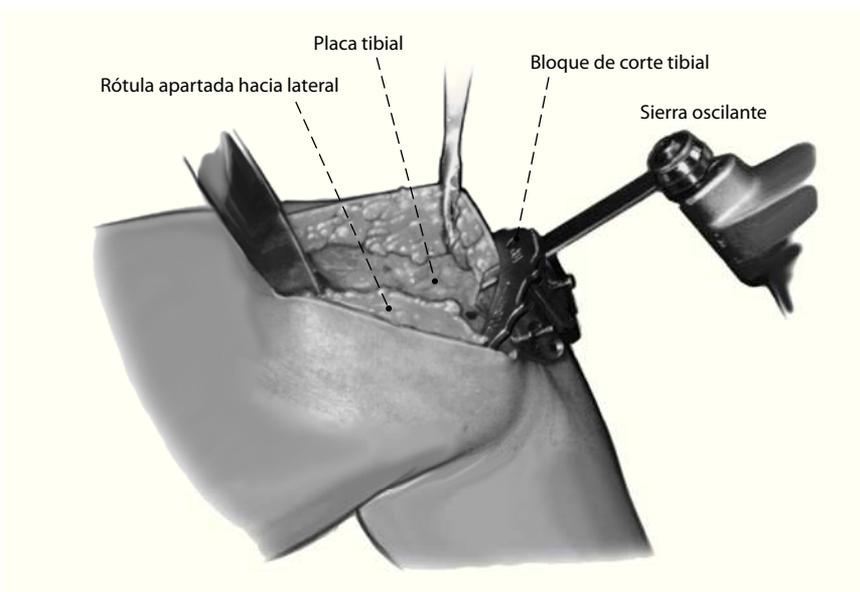
**Fig. 2** ▲ Realización del corte femoral distal (neutral en ángulo recto con respecto al eje del fémur) en función de la estructura distal debida al implante. En casos de rigidez en flexión debidos a la estructura ósea, el corte se puede prolongar 2 mm. La rotación del implante femoral no se determina en este punto.



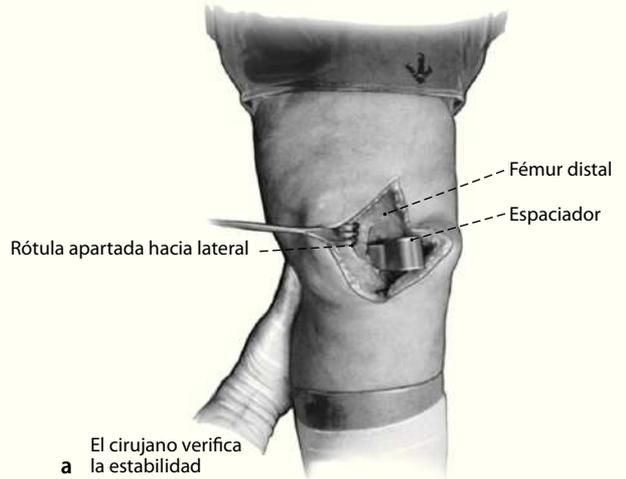
**Fig. 3** ◀ Preparación del corte tibial proximal. Los instrumentos se alinearán sobre el centro del astrágalo. Dado que en muchos implantes se forma una pendiente tibial posterior, la alineación determinará la rotación posterior del implante tibial. Como referencia, se toma el paso del tercio medio al tercio medial de la tuberosidad tibial partiendo del punto medio de la placa tibial. La posición de la superficie tibial que se deberá articular tiene la misma influencia sobre el espacio en flexión como en extensión y es, por tanto, independiente del movimiento articular de la rodilla. Por el contrario, la zona principal de carga del fémur distal solo se articula en extensión, y la cara dorsal de los cóndilos femorales, solo en flexión.



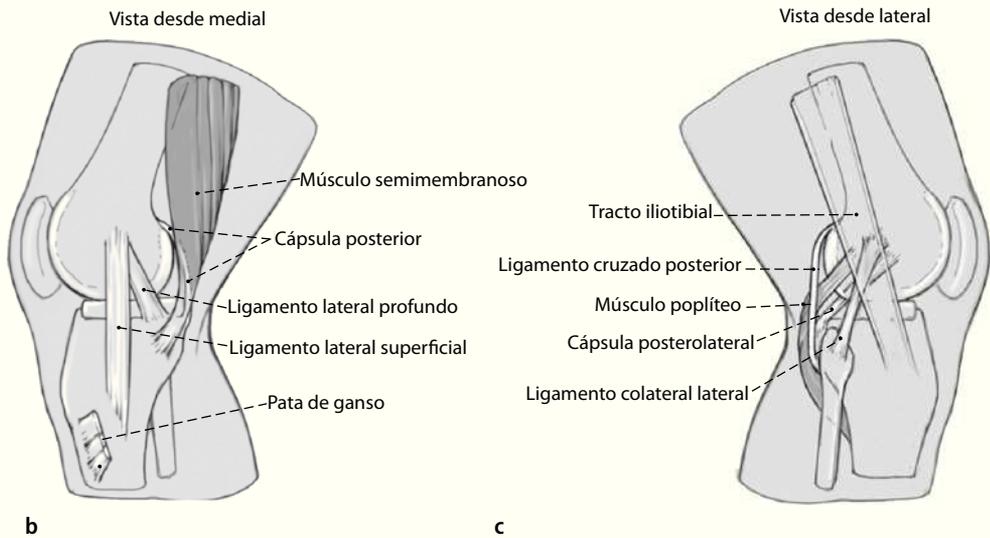
**Fig. 5** ▲ Introducción de un espaciador en el espacio en extensión resultante y control de la alineación con ayuda de guías de alineación. La alineación se realizará hacia distal sobre el punto medio del astrágalo, y hacia craneal sobre el punto medio de la cabeza femoral. En pacientes adiposos, la determinación intraoperatoria del último punto medio puede resultar dificultosa. En estos casos, con ayuda de un fluoroscopio, se puede fijar preoperatoriamente un electrodo de electrocardiograma sobre la cabeza femoral, que se pueda palpar por debajo del cubrimiento quirúrgico. En caso de que la alineación no sea correcta, todavía es posible corregir los cortes realizados con la sierra.



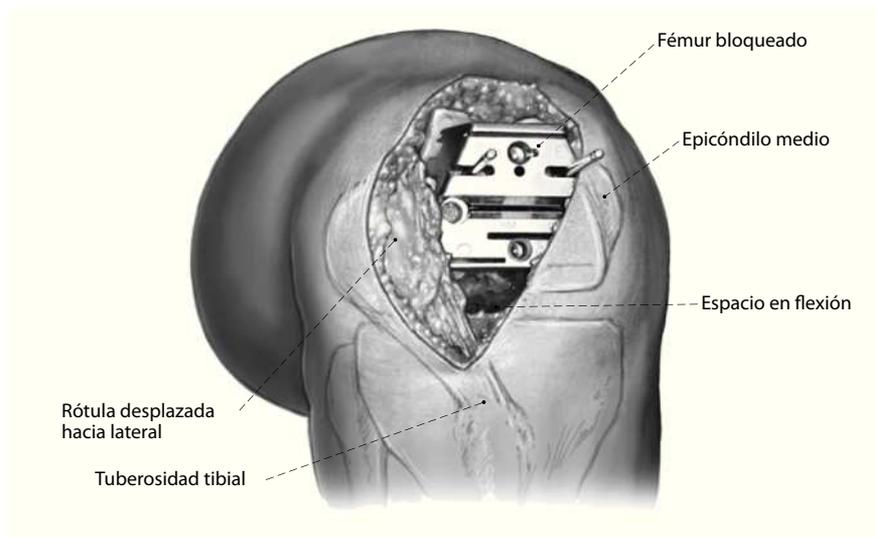
**Fig. 4** ▲ Realización de la incisión mediante sierra en el grado de rotación correcto. La altura de resección en el lado menos afectado por la artrosis es de 10 mm y corresponde a la altura central del implante tibial y del polietileno (10 mm). La altura de resección puede variar en otros implantes.

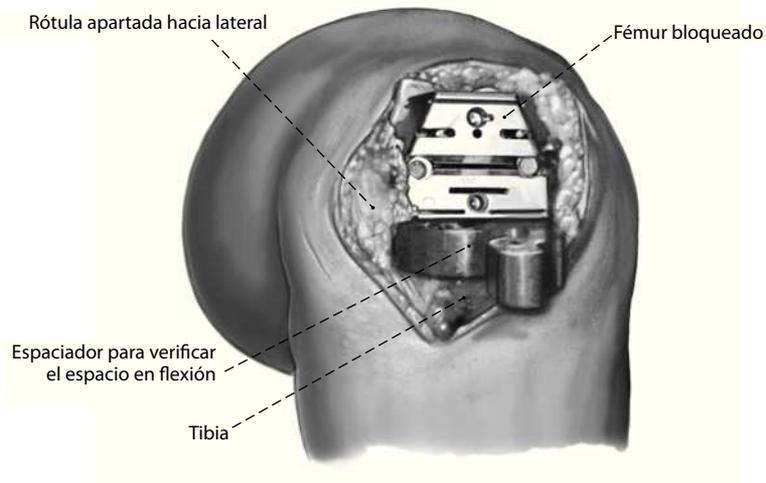


**Fig. 6** ▶ Después de verificar el alineamiento, se realiza el balanceo de la articulación de la rodilla en extensión mediante el espaciador (a). En caso de inestabilidades mediales (b) y/o laterales (c), se realizará en el lado rígido una liberación de partes blandas hasta obtener un espacio en extensión completamente equilibrado.

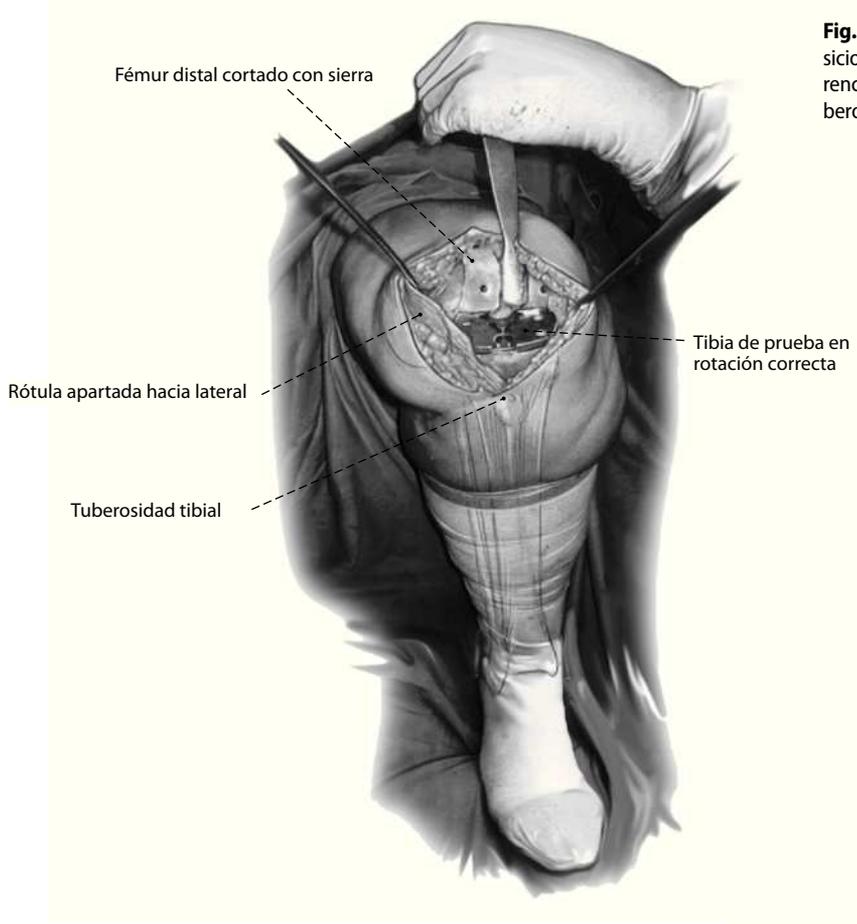


**Fig. 7** ▶ Equilibrio de la articulación de la rodilla en flexión y determinación del espacio en flexión. Primero, determinación de la rotación de los componentes femorales con orientación al eje epicóndileo y a las inserciones de los ligamentos colaterales, de importancia decisiva para la estabilidad de la rodilla y para la función del aparato extensor.

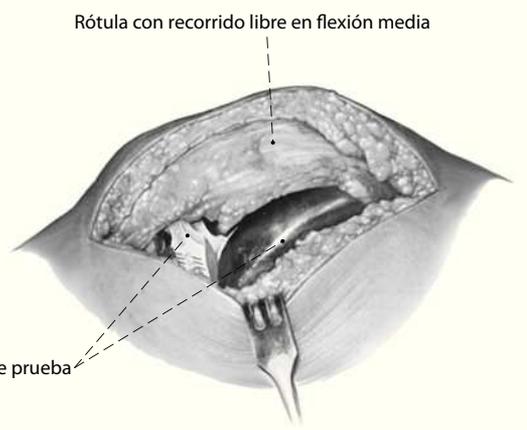




**Fig. 8** ◀ La articulación de la rodilla se mantendrá en flexión de 90° con el bloque de corte femoral. La estabilidad de la articulación de la rodilla se verificará en extensión mediante el espaciador. Si la rotación es correcta y el espacio en extensión ha sido anteriormente equilibrado, se debería ajustar automáticamente un espacio en flexión en ángulo recto. De no ser así, hay que volver a controlar la rotación del componente femoral. Al mismo tiempo se determinará el tamaño del componente femoral: un espacio en flexión demasiado estrecho provoca múltiples problemas durante la flexión de la rodilla y el desgaste dorsal del polietileno; un espacio en flexión demasiado ancho provoca inestabilidad. Un implante de mayor tamaño significa un espacio en flexión más pequeño y viceversa. De este modo, se asegura una relación correcta entre espacio en flexión y espacio en extensión. El fémur distal se prepara en este momento para la introducción del implante.



**Fig. 9** ◀ Se prosigue con la preparación de la tibia y con el posicionamiento del implante en la rotación correcta. Como referencia, se toma el paso del tercio medio al tercio medial de la tuberosidad tibial.



**Fig. 10** ▶ Introducción de los implantes de prueba.

Se verifica la capacidad de flexión completa y la reconstrucción del eje de la pierna, así como el balanceo adecuado de los ligamentos laterales (en extensión, flexión media y flexión). Se debe conseguir un recorrido libre de la rótula sin cierre de la cápsula articular en el escudo del componente femoral. En este caso, el cirujano no debe medializar la rótula con el pulgar («no thumb sign»), para evitar posibles complicaciones patelofemorales posteriores<sup>25,26</sup>.

Las rigideces en flexión remanentes requieren una amplia liberación de la cápsula dorsal, especialmente de la femoral.

### Tratamiento postoperatorio

- Aplicación de un vendaje compresivo en el postoperatorio inmediato y mantener la pierna operada en alto para reducir la hinchazón de las partes blandas.
- Extracción de los drenajes después de 24-48 h.
- Crioterapia local hasta la cicatrización final.
- Extracción del material de sutura de la piel el día 14 postoperatorio.
- Movilización del paciente a partir del primer día postoperatorio con cargas en función del dolor con ayuda de dos muletas. El paciente dejará de usar paulatinamente las muletas según tolerancia.
- Rehabilitación diaria con estiramientos isométricos de la musculatura de la rodilla y ejercicios de gimnasia pasivos y activos a partir del primer día postoperatorio.
- Máquina de movimiento pasivo continuo (MPC) a partir del primer día postoperatorio empezando con una extensión/flexión de 0/0/30° y aumento diario del rango de movimiento (veinte minutos dos veces al día como mínimo). En la segunda semana postoperatoria se debería haber alcanzado ya una flexión activa de 90°.
- Administración de medicamentos para la prevención de tromboembolismo y uso de medias de compresión hasta que la movilización ya sea completa; como mínimo durante treinta días.

- Control radiológico de la extremidad operada en carga en el postoperatorio inmediato, así como para el alta hospitalaria.
- Control clínico y radiológico después de seis semanas, seis meses y doce meses.

### Errores, riesgos y complicaciones

- Punto de entrada erróneo para la alineación femoral intramedular. En este caso, cuando el punto de entrada es lateral se produce una valgización del corte femoral distal y/o una varización del mismo cuando el punto de entrada es medial. Estas deformidades se pueden solucionar aplicando exactamente durante la intervención la planificación preoperatoria elaborada en base a la radiografía de pierna completa. Durante la intervención se puede controlar el corte con ayuda de guías de alineación colocadas sobre la articulación coxofemoral. Si el cirujano realiza un corte erróneo, este se deberá corregir colocando de nuevo los bloques de corte a través del punto de entrada correcto.
- Realización de un corte tibial proximal en valgo o en varo con el resultado de una mala alineación. También en este caso se podrá controlar el corte durante la intervención con ayuda de una guía de alineación colocada sobre el astrágalo. Si el cirujano realiza un corte erróneo en valgo o en varo, éste se corregirá colocando de nuevo los bloques de corte.
- Localización errónea de los cóndilos con el resultado de una mala rotación del bloque de corte femoral. La rotación del implante femoral se controlará verificando la tensión de las partes blandas a 90° de flexión. En el caso de que el espacio en flexión no esté balanceado, se deberá volver a controlar la rotación femoral y se corregirá, en caso necesario.

### Resultados

Entre los años 2005 y 2007 el autor realizó 267 reemplazos totales de prótesis de rodilla mediante la técnica de la «exten-

**Tabla 1** División por sexos y datos clínicos de los pacientes sometidos al seguimiento postoperatorio. Las indicaciones sobre edad, peso y altura de los pacientes se refieren al momento de la intervención

Sexo femenino	160
Sexo masculino	107
Edad (años)	69,3 (46-89)
Ø peso corporal (kg)	72,8 (45-137)
Ø duración intervención (min)	55 (41-92)
Eje mecánico (varus-varus, grados)	27-21

**Tabla 2** Escala funcional de la «American Knee Society»

		Puntos
Capacidad de deambulación	Ilimitada	50
	1.000 m	40
	500-100 m	30
	< 500 m	20
	En casa	10
Subir escaleras	Nula	0
	Subir y bajar normal	50
	Subir normal, bajar con barandilla	40
	Subir y bajar con barandilla	30
	Subir con barandilla, bajar no posible	15
No posible	0	

sión first» con el sistema de prótesis de rodilla LPs Flex® (Zimmer Ind., Varsovia, IN). Para todas las implantaciones se eligió un abordaje mini-midvastus<sup>12</sup>. Los datos clínicos se han indicado en la tabla 1.

En ninguna implantación se utilizó un reemplazo retropatelar para la superficie articular de la rótula ni se llevó a cabo una liberación lateral.

La tasa de transfusión fue del 9,02%. El alta de los pacientes se realizó al cabo de un promedio de 9 días (5-12 días).

En un estudio prospectivo clínico y radiológico se realizó un seguimiento de los pacientes antes de la intervención y

a las seis semanas postoperatorias con el fin de mostrar los resultados funcionales tempranos.

Para la evaluación de los resultados clínicos se utilizó la escala funcional de la American Knee Society según Insall y Scott<sup>13</sup> (véase la comparación en la tabla 2).

El valor preoperatorio de 48,9 puntos (32-68) se pudo aumentar después de seis semanas a 86,5 (75-100). Según la escala, el 92% de los pacientes tenían una buena o excelente función de la articulación de la rodilla seis semanas después la intervención, mientras que el 8% tenían una función satisfactoria. No aparecieron inestabilidades clínicas sintomáticas.

En el control radiológico se radiografió la rodilla en dos planos y se realizó también una proyección de pierna completa a. p. con el paciente de pie. La radiografía axial de la rótula se realizó con la posición de la rótula a 30°.

En comparación con la planificación preoperatoria, durante la valoración de las radiografías de pierna completa realizadas en la revisión postoperatoria de la posición de los implantes se registraron los valores siguientes:

- tibia: varo/valgo > 3° 9/267
- fémur: varo/valgo > 3° 12/267

En la proyección del desplazamiento de rótula (30°), el 94% de las rótulas registraron una posición central en el escudo del componente femoral.

No se registraron complicaciones patelofemorales. Únicamente cuatro de los pacientes sometidos a un seguimiento posterior refirieron dolor en la rodilla «anterior», que fue tratado de modo conservador mediante analgésicos. Una revisión en el momento del seguimiento posterior no fue necesaria o fue rechazada por el paciente.

En comparación con lo indicado en la literatura, en la que se informa sobre una incidencia del 2-7% para complicaciones patelofemorales<sup>18-20,28</sup>, los resultados muestran una clara reducción.

La técnica «extensión first» constituye una alternativa a las técnicas estándares en la implantación de prótesis totales de rodilla, con las que se pueden combinar la técnica orientada al hueso y la

orientada a las partes blandas. Mediante la comparación de ambos métodos es posible detectar y corregir errores. De este modo, se puede reducir la cantidad de rotaciones erróneas como causa de dolores y de limitaciones de movilidad después de una artroplastia total de rodilla.

Mediante la rotación correcta de los implantes, se reducen las complicaciones rotulofemorales<sup>2,10,17,27,30,32</sup>. La necesidad cada vez menor de realizar una liberación lateral supone también evitar en gran medida complicaciones como necrosis ósea y fracturas de rótula<sup>26</sup>.

## Correspondencia

PD Dr. R. Hube

OCM-Klinik München  
Steiner Str. 6, 81369 Múnich (Alemania)  
robert.hube@ocm-muenchen.de

**Conflicto de intereses.** El autor manifiesta que no existe ningún conflicto de intereses.

## Bibliografía

1. Aglietti P et al (2008) Rotational position of femoral and tibial components in TKA using the femoral transepicondylar axis. *Clin Orthop Relat Res* 466:2751-2755
2. Akagi M et al (1999) Effect of rotational alignment on patellar tracking in total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 366:155-163
3. Anouchi YS et al (1993) The effects of axial rotational alignment of the femoral component on knee stability and patellar tracking in total knee arthroplasty demonstrated on autopsy specimens. *Clin Orthop Relat Res* 287:170-177
4. Barrack RL et al (2001) Component rotation and anterior knee pain after total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 392:46-55
5. Berger RA et al (1998) Malrotation causing patellofemoral complications after total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 356:144-153
6. Boisgard S et al (2003) Computed tomographic study of the posterior condylar angle in arthritic knees: its use in the rotational positioning of the femoral implant of total knee prostheses. *Surg Radiol Anat* 25:330-334
7. Churchill DL et al (1998) The transepicondylar axis approximates the optimal flexion axis of the knee. *Clin Orthop Relat Res* 356:111-118
8. Griffin FM et al (1998) The posterior condylar angle in osteoarthritic knees. *J Arthroplasty* 13:812-815
9. Heesterbeek PJC et al (2009) Effects of the balanced gap technique on femoral component rotation in TKA. *Clin Orthop Relat Res* 467:1015-1022
10. Hofmann S et al (2003) Rotational malalignment of the components may cause chronic pain or early failure in total knee arthroplasty. *Orthopäde* 32:469-476
11. Hollister AM et al (2008) The axes of rotation of the knee. *Clin Orthop Relat Res* 466:2751-2755
12. Hube R et al (2002) The Midvastus approach for total knee arthroplasty. *Operat Orthop Traumatol* 3:253-263
13. Insall JN et al (1989) Rationale of the Knee Society clinical rating system. *Clin Orthop Relat Res* 248:13-14
14. Insall JN et al (2002) Correlation between condylar lift-off and femoral component alignment. *Clin Orthop Relat Res* 403:143-152
15. Jerosch J et al (2002) Interindividual reproducibility in perioperative rotational alignment of femoral components in knee prosthetic surgery using the transepicondylar axis. *Knee Surg Sports traumatol Arthrosc* 10:194-197
16. Katz MA et al (2001) Determining femoral rotational alignment in total knee arthroplasty: reliability of techniques. *J Arthroplasty* 16:301-305
17. Kelly MJ (2001) Patellofemoral complications following total knee arthroplasty. *Instr Course Lect* 50:403-407
18. Krackow KA, Mihalko WM (1999) Flexion-extension joint gap changes after lateral structure release for valgus deformity correction in total knee arthroplasty: a cadaveric study. *J Arthroplasty* 14:994-1004
19. Larson CM, Lachiewicz PF (1999) Patellofemoral complications with the Insall Burstein II posterior-stabilized total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 14:288-292
20. Laughlin RT, Werries BA, Verhulst SJ, Hayes JM (1996) Patellar tilt in total knee arthroplasty. *Am J Orthop* 25:300-304
21. Matziolis G et al (2007) A prospective, randomized study of computer-assisted and conventional total knee arthroplasty. Three-dimensional evaluation of implant alignment and rotation. *J Bone Joint Surg Am* 89:236-243
22. Matziolis G et al (2010) The gap technique does not rotate the femur parallel to the epicondylar axis. *Arch Orthop Trauma Surg* [Epub ahead of print]
23. Miller MC et al (2001) Optimizing femoral component rotation in total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 392:38-45
24. Olcott CW, Scott RD (1999) Femoral component rotation during total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 367:39-42
25. Rand JA (2003) Extensor mechanism complications following total knee arthroplasty. *J Knee Surg* 16:224-228
26. Ritter MA, Pierce MJ, Zhou H et al (1999) Patellar complications (total knee arthroplasty). Effect of lateral release and thickness. *Clin Orthop* 367:149-157
27. Romero J et al (2007) The clinical consequences of flexion gap asymmetry in total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 22:235-240
28. Schnurr C, Nessler J, König DP (2009) Is referencing the posterior condyles sufficient to achieve a rectangular flexion gap in total knee arthroplasty? *Int Orthop* 3:1561-1565
29. Scuderio GR, Insall JN, Scott NW (1994) Patellofemoral pain after total knee arthroplasty. *J Am Acad Orthop Surg* 2:239-246
30. van der Linden et al (2008) Transepicondylar axis accuracy in computer assisted knee surgery: a comparison of the CT-based measured axis versus the CAS-determined axis. *Comput Aided Surg* 13(4):200-206
31. Winemaker MJ (2002) Perfect balance in total knee arthroplasty: the elusive compromise. *J Arthroplasty* 17:2-10
32. Zihlmann MS et al (2005) Biomechanical background and clinical observations of rotational malalignment in TKA: literature review and consequences. *Clin Biomech* 20:661-668