

## Artrodesis de Rodilla: Fijación Externa

Xavier Flores  
Pablo Corona  
Carles Amat  
Ernesto Guerra

**Dr. Xavier Flores**

Jefe de la Unidad de Sépticos y Cirugía Reconstructiva  
Departamento de Cirugía Ortopédica  
Hospital Universitario Vall d'Hebrón, Barcelona

**Dr. Pablo Corona**

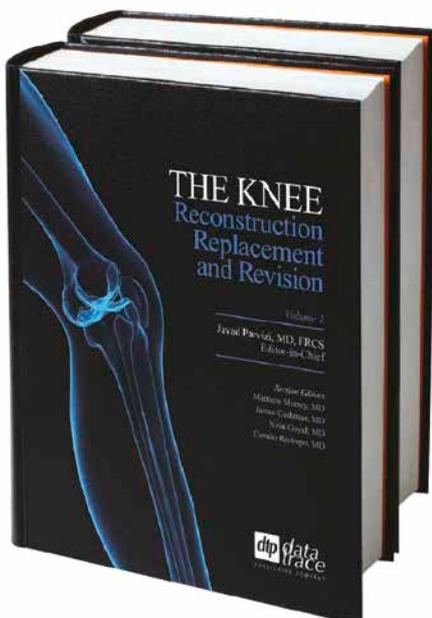
Unidad de Sépticos y Cirugía Reconstructiva  
Departamento de Cirugía Ortopédica  
Hospital Universitario Vall d'Hebrón, Barcelona

**Dr. Carles Amat**

Unidad de Sépticos y Cirugía Reconstructiva  
Departamento de Cirugía Ortopédica  
Hospital Universitario Vall d'Hebrón, Barcelona

**Dr. Ernesto Guerra**

Unidad de Sépticos y Cirugía Reconstructiva  
Departamento de Cirugía Ortopédica  
Hospital Universitario Vall d'Hebrón, Barcelona



Artículo original extraído del libro:

**The Knee, Reconstruction Replacement and Revision  
Volume 2**

**Editor Javad Parvizi MD, FRCS**

**Capítulo 11**

ISBN 978-1-57400-139-6

Published Data Trace Publishing Company Brooklandville, Maryland  
21022-9978. 410-494-4994.

Fax 410-494-0515

# Artrodesis de Rodilla: Fijación Externa

Xavier Flores; Pablo Corona; Carles Amat; Ernesto Guerra

En las últimas décadas, la fusión quirúrgica de la rodilla ha recorrido una evolución histórica en lo que se refiere a las indicaciones y a las técnicas empleadas. A finales del siglo XIX e inicios del XX, esta técnica era utilizada habitualmente en el tratamiento de la tuberculosis articular, de las inestabilidades secundarias a poliomielitis y las artritis sépticas.<sup>1-3</sup> En la era del reemplazo articular total, la artrodesis como procedimiento de reconstrucción primario es utilizado en raras ocasiones pero aún es una herramienta de rescate útil en procedimientos de reemplazo articular fallidos.

En el momento actual, la indicación más común para la artrodesis de rodilla es el fallo no revisable de una PTR, principalmente debido a una infección. La infección en las PTR representa del 58% al 89% de las indicaciones de artrodesis de rodilla.

Existen varias técnicas disponibles para alcanzar la fusión fémoro-tibial. Actualmente, tales opciones pueden ser divididas en dos grupos principales: fijación externa con diversas configuraciones y fijación interna mediante clavos intramedulares cortos o largos (modulares o monobloque), placas o una combinación de implantes.

En los últimos años se ha experimentado un creciente interés en la "artrodesis artificial", que consiste -en los casos de pérdida extrema de masa ósea- en utilizar clavos modulares cementados a través de un largo espaciador de cemento en la rodilla sin intentar lograr la consolidación ósea. El método se apoya en un sólido mecanismo de acople central entre los componentes femoral y tibial que permite la transmisión de cargas y la ambulación.<sup>4,5</sup> Este tipo de tratamiento se basa en la idea de que intentar la consolidación ósea tras una infección de PTR fallida y con extrema pérdida de masa ósea puede ser difícil de conseguir y resultar en un excesivo acortamiento de la extremidad.

Este capítulo se centra en la fijación externa como herramienta para lograr la artrodesis de rodilla en el manejo de prótesis fracasadas por infección. Desde un punto de vista histórico, el uso de la fijación externa para lograr la fusión de rodilla se remonta a los inicios del siglo XX.

En 1932, J. Albert Key describió un dispositivo de compresión utilizado para lograr la artrodesis en pacientes con tuberculosis articular.<sup>6</sup> Más tarde, el método fue perfeccionado y popularizado por Sir John Charnley (1958) quien, utilizando su famosa pinza de compresión, logró tasas de unión del 98'8% en casos primarios.<sup>7</sup> Hagemann (1978) fue el primero en publicar un artículo sobre artrodesis en PTR fallidas. Hagemann reportó 17 pacientes, de los cuales 11 presentaban PTR fallidas debido a infección. Un dispositivo de compresión externa fue empleado en todos los casos. De esos 11 pacientes sépticos, 7 consolidaron de modo exitoso.<sup>8</sup>

Actualmente se dispone de diversos y modernos dispositivos de fijación externa para conseguir este objetivo. Pueden ser monolaterales monoplanares, bilaterales monoplanares, bilaterales biplanares o circulares (multiplanares), tales como el dispositivo de Ilizarov o el Taylor Spatial Frame, así como montajes híbridos.

## INDICACIONES Y CONTRAINDICACIONES

La artrodesis es un procedimiento de rescate para el reemplazo protésico fallido por causas sépticas y está indicado en aquellas situaciones específicas en las que la infección persiste tras un proceso de reemplazo por fases; infecciones debidas a bacterias resistentes sólo sensibles a agentes antibióticos severamente tóxicos; pérdidas masivas de hueso o de partes blandas; daños irreparables al mecanismo extensor; o cuando el paciente no está dispuesto a considerar una artroplastia de revisión. Los deseos del paciente también deben de ser tenidos en consideración, porque algunos pacientes no quieren arriesgarse a una infección recurrente y se deciden por la fusión como tratamiento definitivo.<sup>1-3</sup>

Existen otras situaciones en las que la fusión de rodilla es una opción, como la artritis séptica, lesiones post-traumáticas, anquilosis dolorosa y parálisis. Pero éstas no son el objeto de este capítulo.<sup>1-3</sup>

Entre las contraindicaciones para la artrodesis de rodilla podemos incluir la amputación contralateral transfemoral y la presencia de avances degenerativos en la

cadera o el tobillo ipsilateral. La presencia de artrodesis de cadera o rodilla contralateral se considera una contraindicación relativa, así como la existencia de cambios degenerativos en la columna.<sup>1-3</sup> Esto se debe a que los problemas en la cadera o el tobillo ipsilaterales pueden evitar mecanismos de compensación efectiva como la abducción de cadera o la dorsiflexión del tobillo. Con una amputación contralateral sobre la rodilla, la energía para caminar puede hacer la deambulación extremadamente difícil para muchos pacientes.<sup>9</sup> El balanceo pélvico compensatorio requerido durante la marcha incrementa las fuerzas a través de la columna lumbar y podría resultar en un empeoramiento del dolor de columna.

## ASPECTOS CLAVE PARA LOGRAR LA FUSIÓN DE LA RODILLA

La aplicación de los principios de fijación de fracturas puede incrementar las posibilidades de lograr una artrodesis exitosa. Una PTR infectada probablemente representa el mayor reto para lograr una fusión sólida en la rodilla. Independientemente de la técnica escogida, las condiciones ideales para lograr una unión ósea efectiva no cambian y sugerimos manejar los tres factores básicos para la consolidación tal y como se describirá más adelante. Estos factores se encuentran en riesgo en un escenario de infección tras PTR y ello hace que la fusión fémoro-tibial sea menos exitosa tras una PTR infectada que tras un fallo de prótesis aséptico, con mayores tasas de pseudoartrosis y de retraso de consolidación en pacientes tratados por sepsis.<sup>1-3,10</sup> Estos tres prerrequisitos para obtener una unión ósea son contacto óseo, fijación rígida y un adecuado aporte sanguíneo en una atmósfera libre de infección.

### Contacto óseo

Se necesita que el área de contacto óseo sea la mayor posible. Las faltas de stock óseo graves y que resultan en una pobre aposición ósea afectan de modo adverso a la consolidación. La pérdida de masa ósea es posiblemente el factor que afecta de modo más crítico a una fusión exitosa de rodilla. Las pérdidas masivas de masa ósea pueden reducir sustancialmente el pronóstico de una fusión exitosa. Muchos casos de PTR fracasada por infección se acompañan de intentos no exitosos de revisión por fases o de dispositivos de constricción aplicados que afectan negativamente al stock óseo.<sup>11</sup>

### Fijación rígida

Una fijación rígida que provea de suficiente estabilidad como para obtener una fusión ósea es de importancia capital. Ante una pérdida severa de masa ósea, puede ser un reto el lograr una fijación lo bastante rígida a lo largo de un período de tiempo suficientemente largo como para permitir que la fusión tenga lugar. Éste es uno de los puntos principales a tener en cuenta cuando se emplea fijación externa, algo que no sucede con otras técnicas de fijación. La rigidez óptima que debería de tener el fijador externo en procedimientos de artrodesis de rodilla no es

conocida y el grado aceptable de movilidad en el lugar de fusión no ha sido determinado.<sup>12</sup>

## Adecuado aporte sanguíneo en una atmósfera libre de infección

Si no se controla, la propia infección periprotésica puede evitar la consolidación ósea y puede influenciar la técnica de fusión seleccionada (fijación externa vs. interna y procedimiento en dos etapas vs. una única fase). La erradicación de la infección es siempre el objetivo más importante,<sup>13</sup> y se debe tener presente que la muerte puede ocurrir debido a una sepsis por infección de una artroplastia. Es más, la fijación interna nunca está exenta de riesgos en el contexto de una PTR infectada.

## LA FIJACIÓN EXTERNA EN LA ARTRODESIS DE RODILLA

La técnica más efectiva para la artrodesis en presencia de infección aún no está clara. Las dos opciones de tratamiento utilizadas con más frecuencia son la fijación externa y el enclavamiento intramedular. Los autores no tienen conocimiento de la existencia de ningún estudio no prospectivo y controlado que compare los fijadores externos (bien sean monolaterales o circulares) con el enclavado intramedular para determinar qué método es más efectivo para conseguir la artrodesis de rodilla tras la infección de una artroplastia total de rodilla. Los estudios disponibles no logran alcanzar significación estadística por su falta de potencia. Los estudios revisados presentan una sustancial heterogeneidad entre los pacientes de los grupos de tratamiento en lo que se refiere a los patrones de pérdida ósea, estado de las partes blandas o el motivo de la artrodesis, haciendo la comparación imprecisa e inconcluyente. Es por ello que existe controversia en cuanto a la técnica más efectiva para realizar artrodesis en presencia de infección. Resumiendo, ninguna técnica se ha probado como superior en todas las situaciones y cada una tiene sus ventajas y desventajas relativas.

### Ventajas de la fijación externa

La fijación externa emplea implantes que permanecen a distancia del foco en casos de infección activa. Esto permite llevar a cabo procedimientos en una fase y minimiza el riesgo de que la infección no cure.<sup>14</sup> La artrodesis utilizando fijadores externos es probablemente preferible en los casos sépticos de PTR porque la ausencia de cuerpos extraños en el lugar de la infección puede reducir el riesgo de recidiva. En presencia de infección activa, la fijación interna puede ser empleada en procedimientos por fases.<sup>1-3</sup> Esto es debido a que el área debe estar completamente libre de infección antes de intentar colocar un clavo en el canal. El tiempo de espera medio para que una infección se resuelva puede ser superior a 22 semanas.<sup>15</sup> Finalmente, es importante tener en cuenta que en presencia de una infección altamente virulenta o polimicrobiana, un fijador monolateral o circular es preferible a la fijación interna.<sup>1-3,16</sup>

Con un fijador externo no hay riesgo de extender la

infección en el canal intramedular si se presenta una recidiva (una preocupación clásica con los clavos intramedulares). Un problema potencial de los clavos es que necesiten ser retirados tras una reinfección. Esta situación sería incluso más difícil si la fusión ha sido conseguida mediante clavos intramedulares cortos modulares. Esta circunstancia requeriría de la creación de una ventana cortical anterior y el corte del clavo para retirarlo.<sup>6</sup>

Otra ventaja de la fijación externa es que no involucra implantes permanentes que puedan actuar como nido para la infección.<sup>17</sup> En general, la artrodesis mediante un tutor externo para tratar una artroplastia total de rodilla infectada se asocia con un riesgo de sepsis relativamente bajo.<sup>1</sup> Necesita una exposición limitada y permite una menor pérdida ósea y una baja agresión a las partes blandas y al hueso.<sup>1-3</sup>

La fijación externa también permite una mayor flexibilidad intraoperatoria. Comparada con la fijación intramedular, la técnica permite un alineamiento más sencillo del foco de fusión en una posición de valgo y ligera flexión (si fuera necesario). En teoría, el objetivo debería de ser obtener una alineación general del miembro con la rodilla en un valgo de 5° a 7° y con un grado de flexión de 15° ± 5°. Los clavos intramedulares fuerzan una alineación coaxial del eje femoral y tibial, fusionando la articulación con un ángulo neutral de flexo-extensión sin angulación en varo o en valgo.<sup>18</sup> Tal construcción impone algunas modificaciones en los patrones de marcha del paciente, tales como el incremento en los momentos de flexión y extensión de la cadera. Esto podría, teóricamente, incrementar el riesgo de artritis en la cadera ipsilateral. Para alcanzar el alineamiento y rotación ideal del miembro, algunos han recomendado la cirugía navegada utilizando fijadores externos.<sup>19</sup>

Potencialmente, todos los dispositivos de fijación externa permiten la aplicación de compresión axial en el lugar de la artrodesis. Ésta es una de las principales ventajas biomecánicas de la fijación externa sobre los clavos intramedulares. Los clavos pueden presentar un problema de inadecuada compresión en el momento del enclavado. Aunque la carga de peso provea cierta compresión, el enclavado no alcanza el mismo grado de fuerza compresiva que la que un fijador externo puede facilitar.

A no ser que se emplee un clavo corto de fusión, el enclavado intramedular puede dificultar la implantación posterior de una prótesis de cadera ipsilateral en caso necesario. El uso de fijadores externos puede eliminar ese riesgo. De modo similar, los montajes de fijación externa pueden ser usados para alcanzar la fusión en casos en los que el canal medular proximal o distal se halle obliterado (por ejemplo, en la presencia de una prótesis de cadera ipsilateral o un clavo intramedular tibial o femoral).

Un importante punto de consideración con relación al uso de la fijación externa es su potencial para llevar a cabo procedimientos de reconstrucción de modo simultáneo a la artrodesis. Esto es particularmente interesante

en los casos con pérdidas masivas de masa ósea. En tales casos, la única alternativa para el rescate del miembro puede ser la reconstrucción de grandes defectos óseos sépticos utilizando osteogénesis a distracción (Fig. 115-1), en un esfuerzo por evitar un acortamiento inaceptable del miembro o incluso una amputación sobre la rodilla.<sup>20</sup> Algunos autores han señalado una discrepancia de más de 5 centímetros como el límite para indicar un procedimiento de alargamiento. Esto es debido a que las alzas de calzado se vuelven aparatosas con discrepancias de tal magnitud.<sup>1,21</sup> Conway ha indicado que, en esos casos complicados, el tiempo de consolidación de la fusión de rodilla es superior a la del regenerado óseo.<sup>22</sup>

### Inconvenientes de la fijación externa

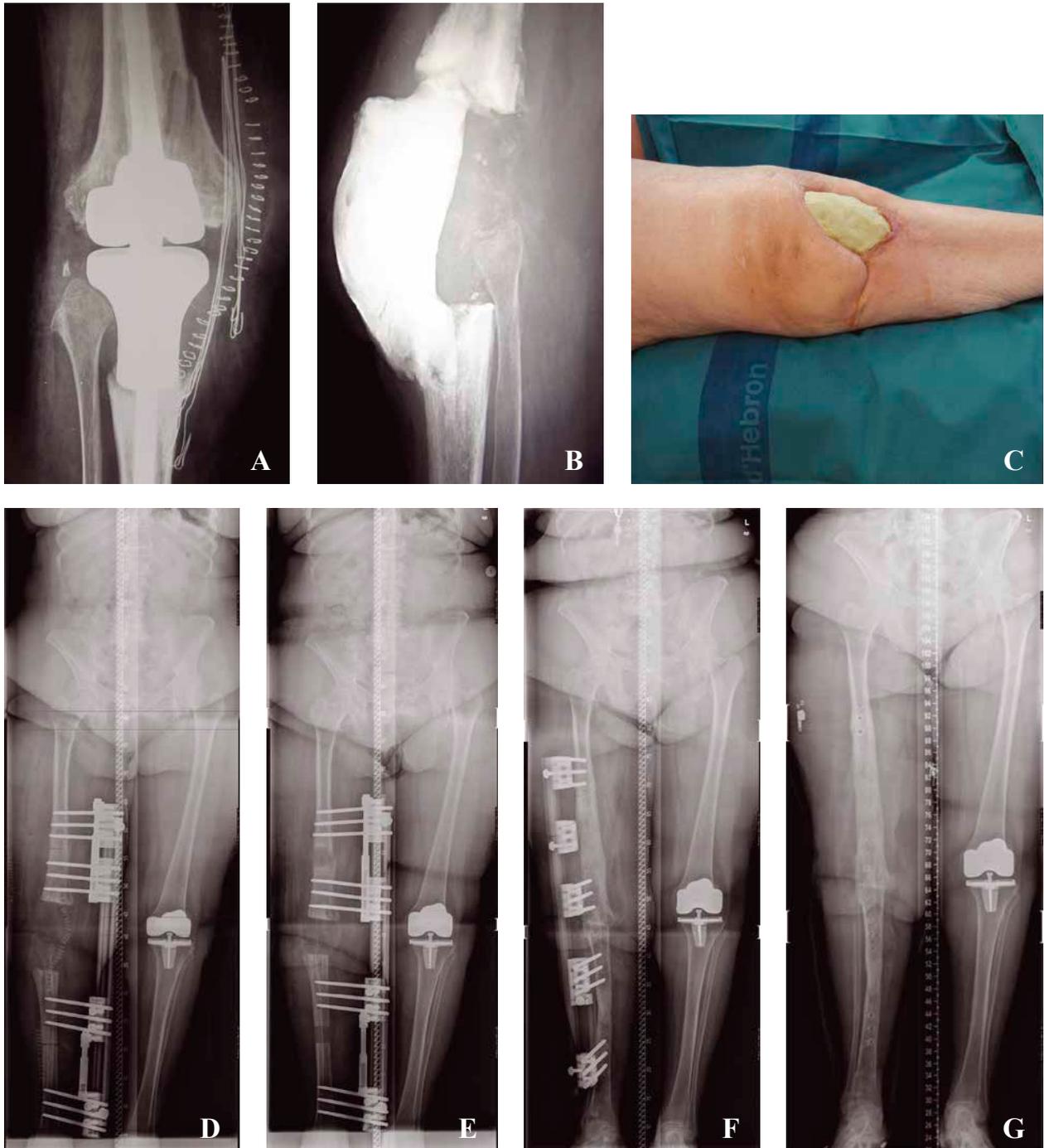
El riesgo de infección del tracto del tornillo ha sido reportado como hasta del 100%.<sup>1-3</sup> Normalmente, de todos modos, tales infecciones se controlan de modo sencillo con antibióticos orales. En unos pocos casos la retirada del pin y su reemplazo han sido necesarios. Otro posible problema es el aflojamiento de los tornillos antes de conseguir la fusión.<sup>1-3</sup> El uso de tornillos recubiertos con hidroxiapatita está recomendado para promover la osteointegración, reduciendo el riesgo de infección del tracto del tornillo y los aflojamientos.<sup>23</sup> Finalmente, siempre existe el riesgo de daño neurovascular durante la inserción de los tornillos o agujas.<sup>1-3</sup>

Postoperatoriamente, los fijadores externos son inherentemente más aparatosos que la fijación interna. Este factor es específicamente importante en el tratamiento de pacientes obesos. Este tipo de pacientes no son buenos candidatos para la fijación externa. En muchos de esos casos, puede ser imposible el lograr que el paciente realice carga sobre la extremidad; también hay un alto riesgo de fractura por estrés a través del lugar de inserción del tornillo e incluso riesgo de rotura del mismo.<sup>1-3</sup>

Los fijadores externos suelen requerir una prolongada aplicación para lograr la fusión (más de 6 meses en muchos casos). Esto puede ser problemático para muchos pacientes. De hecho, la necesidad de llevar un montaje por un período de tiempo tan extendido puede afectar negativamente al estado mental y emocional del paciente.

Probablemente, la baja tasa de fusión reportada con fijadores externos tras PTR fallidas sea el principal inconveniente de la fijación externa en comparación con los clavos intramedulares. Desafortunadamente, no existen suficientes estudios comparativos controlados para confirmar este asunto. Algunos trabajos reportan tasas de fusión que van desde el 38% al 100% para diferentes técnicas de fijación externa tras fracasos de PTR.<sup>15,16,24-26</sup>

Algunos pacientes son mental o físicamente incapaces de cuidar de un fijador externo. A menudo, dichos pacientes no tienen una familia o amigos que puedan asistirles con el cuidado del fijador externo. En tales casos, se recomienda utilizar otros métodos de fijación. Es importante estimar cuidadosamente la capacidad del



**FIGURA 115-1.** (A) Radiografía postoperatoria que muestra una mujer de 58 años con una megaprótesis de tibia proximal fracasada por infección. La paciente presenta una deficiencia de masa ósea masiva (B), luxación del espaciador de cemento y ruptura cutánea (C). Un fijador monolateral externo (D) fue implantado y un transporte óseo bipolar (E) se realizó para manejar la pérdida masiva de stock óseo. Artrodesis de rodilla y segmento regenerado tras la curación (F, G).

paciente para cooperar antes de empezar el tratamiento mediante fijación externa.

## **TÉCNICAS PARA REALIZAR LA ARTRODESIS MEDIANTE FIJACIÓN EXTERNA**

### **Fijación externa monoplanar**

La fijación uniplanar externa moderna implica un posicionamiento anterior del tutor externo. Tal forma de

implantación incrementa la rigidez, y por ello el fijador se aplica antero-medialmente o antero-lateralmente, en función de la posición de la incisión cutánea.<sup>2</sup> La principal ventaja de esta técnica es que un fijador anterior causa poco daño a las partes blandas y resulta cómodo para el paciente, siendo el dispositivo bien tolerado.<sup>25,27,28</sup> Una crítica a esta técnica es que, aunque un fijador uniplanar ofrece una alta rigidez ante fuerzas de flexión (estabilidad anteroposterior o sagital) y compresión suficiente

para alcanzar la fusión, puede fallar a la hora de proveer una adecuada estabilidad medio-lateral (coronal).<sup>1-3</sup>

Hessmann et al. publicaron la utilización de fijadores uniplanares anteriores en una serie de 19 pacientes (18 de ellos infectados, aunque ninguno fue un caso de fracaso séptico de PTR).<sup>27</sup> En todos los casos se alcanzó una fusión exitosa. En la experiencia de los autores, de 39 artrodesis de rodilla realizadas mediante fijación anterior monoplanar en PTR infectadas no revisables, la tasa de fusión primaria fue del 62% (18 de 39) conseguidas en una media de 11,3 meses. La tasa final de fusión fue del 72% con un procedimiento de re-artrodesis usando el mismo sistema. En 5 de 39 casos, el resultado final fue una pseudoartrosis aséptica de rodilla.<sup>29</sup>

En una serie corta reciente, Riouallon et al. usaron dos pines de Steinmann de 5 mm cruzados para incrementar la rigidez de un fijador monoaxial anterior.<sup>30</sup> En 8 casos de artrodesis de rodilla (6 tras fracaso séptico de PTR), reportaron una tasas de fusión del 100% alcanzadas en 3,5 meses de media sin recurrencia de la infección. Sin embargo, Yeoh et al. alcanzaron únicamente una tasas de fusión primaria del 29% en 7 casos (6 tras PTR infectada), usando dos dispositivos de fijación externa monolateral diferentes.<sup>24</sup>

### Fijación externa biplanar

Para incrementar la estabilidad coronal (medio-lateral), una solución simple es añadir un montaje externo colocado lateralmente.<sup>31</sup> Tal mejora en el dispositivo (que pasa de uniplanar a biplanar) incrementa la rigidez de la fijación. De todos modos, aunque las construcciones biplanares son teóricamente superiores, no han demostrado unas tasas de fusión claramente superiores a los montajes uniplanares. En una antigua serie de 1.995, Hak et al. encontraron una tasa de fusión similar con montajes monoplanares y biplanares (58% vs. 65%).<sup>12</sup> Actualmente, la fijación biplanar se consigue mediante la adición de un segundo fijador lateral<sup>31,32</sup> o, simplemente, añadiendo un tornillo de Schanz en el tercio proximal de la tibia y que se conecta a un fijador anterior mediante un arco o una placa del sistema Ilizarov.<sup>25</sup> Recientemente, Parratte et al. publicaron una serie de 18 pacientes (14 tras fracaso séptico de PTR) en la que alcanzaron la fusión usando un montaje doble de mono-barras con una tasa de éxito del 85% y en una media de 5 meses.<sup>32</sup> No hubo casos de recurrencia de la infección.

### Fijación externa circular

Los montajes circulares se utilizan en la artrodesis de rodilla debido a su excelente estabilidad y su versatilidad en términos de alineamiento del miembro y capacidad de soportar carga en el período postoperatorio. La fijación axial dinámica permite aplicar carga beneficiosamente sobre el punto de fusión. La estimulación biológica del hueso a través de la compresión y distracción focales puede ayudar a alcanzar una unión sólida sin necesidad de utilizar injerto óseo.<sup>33</sup> Parece que la principal ventaja de los fijadores circulares es que ofrecen la posibilidad de

realizar ajustes de alineación en el período postoperatorio. Por otro lado, creemos que la aparatosidad del montaje es el mayor inconveniente de los fijadores circulares. Este tipo de dispositivos pueden ser bastante aparatosos y problemáticos para el paciente, particularmente cuando deben ser portados por un largo período de tiempo. Otra desventaja es que dificultan el acceso a las partes blandas en caso de sufrir problemas con las mismas, lo que ocurre frecuentemente (Fig. 115-2).

En la literatura encontramos una elevada tasa de complicaciones menores asociadas al uso de sistemas de fijación externa circular, siendo ésta de entre el 80% y el 84%.<sup>33,34</sup> La aplicación de montajes circunferenciales requiere de una habilidad quirúrgica considerable para conseguir compresión estable y buena alineación. De todos modos, de acuerdo con la literatura reciente, parece que hay una tendencia que se aleja de los montajes monoplanares y biplanares para acercarse hacia los fijadores circulares como primera opción de fijación externa para la fusión en casos de fracaso séptico de PTR (Tabla 115-1). Las tasas de consolidación publicadas con fijadores de este tipo son buenas, y van desde el 68% al 100%.<sup>1-3,33-37</sup> Manzotti et al. comunicaron una tasa de fusión del 100% con el método Ilizarov en 6 pacientes tras fracaso séptico de PTR y ningún paciente de su estudio requirió de injerto óseo para conseguir la fusión.<sup>35</sup> Oostenbroek y Van Roermund obtuvieron una tasa de éxito del 93% en 15 pacientes (todos ellos con PTR infectada) siguiendo la técnica Ilizarov.<sup>34</sup> David et al. señalaron que, en una serie de 19 pacientes (18 tras artroplastia infectada) tratada mediante fijador circular, lograron una tasa de fusión de únicamente el 68% tras una media de 4.5 meses con una tasa general de complicaciones del 84%.<sup>36</sup> Los problemas incluían la infección del tracto de los tornillos en un 55% y la pseudoartrosis en el 32%.

Típicamente, se emplean cuatro aros: dos en la tibia y dos en el fémur. De modo alternativo, se puede usar un aro y un arco en el fémur en lugar de los dos aros. Los aros son conectados mediante barras roscadas que pueden ser empleadas para proporcionar compresión a través del foco de fusión. El montaje se realiza y se esteriliza antes de la cirugía. La posición de los aros se planea en base a la valoración radiográfica. Se debería de respetar una distancia mínima de 10 cm entre el aro femoral distal y el aro proximal tibial para permitir el acceso a la herida. Se recomienda probar la talla del aro sobre el miembro antes de la cirugía para evitar problemas relacionados con el edema postoperatorio. Durante la cirugía, se aplica compresión a través del foco de fusión en un grado que puede modificarse postoperatoriamente.<sup>2</sup>

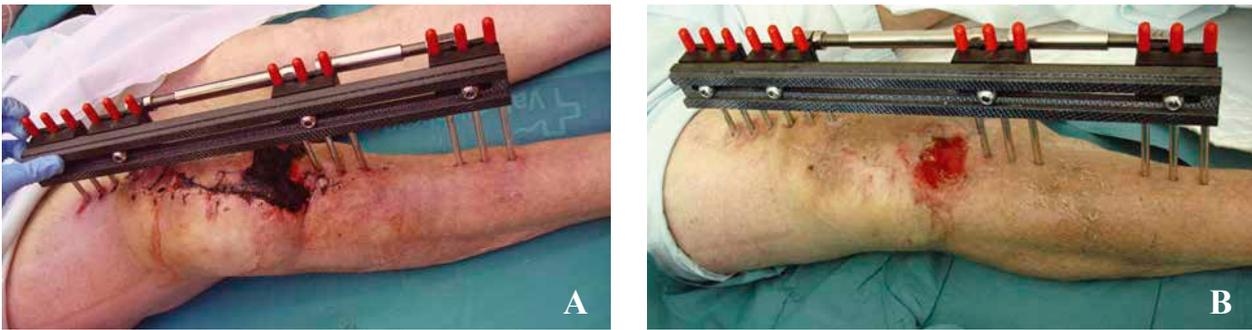
### PLANIFICACIÓN PREOPERATORIA

En todo paciente considerado para una artrodesis de rodilla es imperativo el evaluar las patologías médicas asociadas (medicación inmunosupresora, fallo renal, problemas cardíacos, enfermedades hepáticas, etc.) que deberían ser tratadas en primer lugar para optimizar las

Estudio	Publicación	Año	N	PTR séptica	F.E. Monoplanar	F.E. Biplanar	F.E. Circular	Una etapa	Dos etapas	% Fusión	Tiempo hasta la fusión (meses)	Injerto óseo
Garberina et al. <sup>15</sup>	Clin Orthop Relat Res	2001	19	11/19 (58%)			19 (Ilizarov)	15	4	13/19 (68%)	4 (2-6)	0 (0%)
David et al. <sup>36</sup>	Orthopedics	2001	13	12/13 (92%)			13 (Ilizarov)	No info	No info	13/13 (100%)	6.9	No info
Manzotti et al. <sup>35</sup>	Clin Orthop Relat Res	2001	6	6/6 (100%)			6 (Ilizarov)	6	0	5/6 (83%)	6.8	0 (0%)
Oostenbroek & Van Roermund <sup>34</sup>	J Bone Joint Surg Br	2001	15	15/15 (100%)			15 (Ilizarov)	15	0	14/15 (93%)	12.7 (3.2-22.7)	0 (0%)
Klinger et al. <sup>26a</sup>	Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc	2006	18	18/18 (100%)	No info	No info	No info	7	11	15/18 (83%)	4-11	9 (50%)
Salem et al. <sup>33</sup>	Clin Orthop Relat Res	2006	21	3/21 (14%)			21 (Ilizarov)	No info	No info	17/21 (81%)	5.6 (2.7-11.7)	0 (0%)
Ustrup et al. <sup>57</sup>	Acta Orthop	2007	10	10/10 (100%)			10 (Sheffield)	1	9	6/10 (60%)	5.7 (3.5-10)	0 (0%)
Parratte et al. <sup>32</sup>	Rev Chir Orthop Reparatrice Appa Mot	2007	18	14/18 (78%)		18		12	6	16/18 (89%)	5 (6-12)	1 (5.5%)
Mabry et al. <sup>17a</sup>	Clin Orthop Relat Res	2007	61	61/61 (100%)			61 (Ace-Fisher)	¿?	¿?	41/61 (67%)	5.2	14 (23%)
Yeoh et al. <sup>24a</sup>	Knee	2008	7	6/7 (86%)	7			5	2	2/7 (29%)	4.3 (4-4.5)	2 (28%)
Eralp et al. <sup>25</sup>	Acta Orthop Traumatol Turc	2008	11	6/11 (55%)	7	4		5	6	11/11 (100%)	8 (5-12)	No info
Riouallon et al. <sup>30</sup>	Orthop Trauma Surg	2009	8	5/8 (63%)	8			No info	No info	8/8 (100%)	3.5 (2.5-6)	No info
Spina et al. <sup>58</sup>	J Orthop Traumatol	2010	17	17/17 (100%)			17 (Ilizarov)	11	6	13/17 (76%)	9.3 (3-18)	No info

<sup>a</sup>Serie comparativa con artrodesis mediante clavo intramedular

**Tabla 115-1.** Artrodesis de rodilla mediante fijación externa: Artículos del 2001 al 2011



**FIGURA 115-2.** Mujer de 83 años que presenta necrosis cutánea (A) tras su quinta operación de rodilla debido a fracaso séptico de PTR. El defecto fue manejado con un colgajo del gastrocnemio medial tras un periodo de terapia de presión negativa sobre la herida (B).

condiciones del paciente. Una hueste de factores, tales como si el paciente es fumador, sufre diabetes o la obesidad pueden incrementar el riesgo de problemas con la herida, pseudoartrosis e infección y deben ser manejados preoperatoriamente.

La evaluación de la propia articulación de la rodilla es muy importante. Consideramos obligatorios una cuidadosa valoración de la función de las caderas contralateral e ipsilateral, del tobillo ipsilateral y de la rodilla contralateral, así como un examen de columna. Los autores creen que en un escenario de PTR con fracaso séptico es esencial identificar preoperatoriamente el organismo infeccioso y su perfil de sensibilidad antibiótica. Si estuvieran disponibles, deberían de revisarse cultivos de muestras de tejido previo. Si quedara alguna duda, una aspiración articular o una biopsia percutánea debería llevarse a cabo para aislar la bacteria infecciosa.<sup>37</sup>

En presencia de pulso periférico reducido o ausente, una evaluación vascular preoperatoria es de capital importancia. Es esencial entender que, durante la compresión activa del hueso, puede desarrollarse insuficiencia vascular como resultado de la gran acumulación de tejido cicatricial que se produce en el aspecto posterior de la tibia tras una artroplastia total de rodilla.

En casos en los que la rodilla ha sido sometida a muchas cirugías previas, el abordaje quirúrgico puede ser difícil y estar asociado con riesgo de necrosis cutánea (Fig. 115-2). Si hay alguna preocupación sobre el estado de las partes blandas, puede ser recomendable consultar con un cirujano plástico, dado que se pueden requerir técnicas de cobertura específicas.

Todos los pacientes sometidos a una fusión de la rodilla resultan con un acortamiento de la extremidad afectada. La discrepancia va desde los 2.5 hasta los 6.4 cm e incluso más.<sup>1-3</sup> La discrepancia de longitud de miembros en casos de PTR fracasada puede ser pronunciada (incluso por encima de 5 cm) y el paciente debería ser informado de esta posibilidad. En algunos casos, se puede incluso ofrecer la opción de un procedimiento de alargamiento simultáneo a la artrodesis.

Una cuidadosa evaluación de las expectativas del

paciente y de sus demandas es también importante. La apropiada selección de los pacientes y el asesoramiento previo a la artrodesis son esenciales para prevenir expectativas postoperatorias irrealistas y minimizar la depresión postquirúrgica. Las limitaciones funcionales tras la cirugía, impuestas por la artrodesis, deberían ser comprendidas por el paciente. Los autores no han aplicado un inmovilizador de rodilla o una férula integral para simular la fusión de rodilla antes de la cirugía, pero su uso ha sido promovido por algunos autores<sup>2</sup> para dar al paciente una idea de actividades potencialmente problemáticas y el incremento de energía requerido para la ambulación.

El examen preoperatorio debería incluir radiografías estándar anteroposteriores y axiales de la rodilla para valorar la posición de implantes existentes y la pérdida ósea esperada. Una radiografía en carga desde la cadera hasta el tobillo es útil para estimar la futura discrepancia de longitud de miembros y para evaluar la alineación de los mismos. En presencia de un defecto óseo significativo, una tomografía computerizada preoperatoria permitiría un mejor entendimiento del defecto y una selección de la técnica de reconstrucción ósea óptima.

### TÉCNICA QUIRÚRGICA

El método de fusión de rodilla tras fracaso séptico de PTR preferido por los autores es la fijación externa utilizando el Sistema de Reconstrucción de Miembros de Orthofix (LRS; Orthofix, Verona, Italia) mediante una aplicación monoplanar anterior. La técnica fue introducida en nuestro servicio por el autor principal (X.F); hemos escogido este montaje porque creemos que la fijación externa es la mejor opción en un entorno séptico. Con este montaje tenemos la posibilidad de comprimir activamente el foco de artrodesis mientras, de modo simultáneo, tratamos la infección. Consideramos que un fijador montado anteriormente causa un bajo nivel de daños a las partes blandas, es relativamente cómodo para el paciente y el fijador es bien tolerado.

Este montaje también permite realizar un procedimiento de alargamiento simultáneo si la discrepancia de longitud entre miembros es grande, facilitando la reconstrucción de defectos sépticos masivos (Fig. 115-1)

mediante osteogénesis a distracción. Si hay alguna duda acerca de la estabilidad medio-lateral, se puede añadir otro montaje por lateral creando una estructura biplanar. Normalmente el procedimiento se lleva a cabo en una única cirugía, lo que es una de las principales ventajas de la fijación externa. Para alcanzar los mejores resultados, es recomendable tener dos sets durante la cirugía (uno “sucio” y otro “limpio”) para ser empleados durante los distintos pasos de la misma.

El procedimiento se lleva a cabo con el paciente en decúbito supino en una mesa radiotransparente dotada de soportes independientes para las piernas que permitan el posicionamiento de la extremidad contralateral hacia posterior, facilitando el uso del arco en C (Fig. 115-3). Normalmente no empleamos un torniquete pues, si el paciente lo tolera, hay tres ventajas al no usarlo: (1) mejor acceso a la región anterior del muslo, (2) mejor valoración de la vascularización de los tejidos y (3) buen acceso al campo quirúrgico para dispensar agentes antibióticos. Si el paciente no tolera el sangrado, aplicamos un torniquete tan proximalmente como sea posible. El miembro al completo se prepara de modo tal que haya buen acceso desde la espina ilíaca anterosuperior hasta el pie, facilitando la alineación rotacional y la evaluación de la circulación durante la cirugía.

El acceso a la rodilla se obtiene a través de uno de los abordajes empleados anteriormente. Dado que la mayor parte del aporte sanguíneo a la piel sobre la rodilla viene a través de las arterias perforantes del lado medial, cualquier incisión medial adicional debería ser evitada. Una disección cuidadosa de las partes blandas y el establecimiento de colgajos de espesor completo con mínimo socavamiento es importante para preservar la vascularización local y prevenir complicaciones con la herida.

La rigidez es casi siempre un problema en las PTR infectadas, y se requieren técnicas especiales de abordaje. Para extender el abordaje de acceso a la rodilla y, dado que tratamos la fusión de la misma en una única cirugía, podemos permitirnos seccionar el tendón rotuliano en lugar de realizar una extensión proximal (como el abordaje en V de Coonse-Adams), que podría resultar en una desvascularización excesiva de las partes blandas. Nos reservamos la posibilidad de realizar una osteotomía de la tuberosidad tibial en aquellos casos en los que encontremos dificultades al retirar un componente tibial con vástago. Una vez resecado el tendón rotuliano, somos capaces de doblar hacia atrás el mecanismo de extensión y exponer la línea articular.

Dado que realizamos la mayoría de las fusiones de rodilla con fijador externo en casos de PTR fallidas por infección en un único procedimiento, la fase de desbridamiento ha de ser extremadamente precisa. Los implantes protésicos se retiran del modo habitual. La articulación se desbrida escrupulosamente para retirar todo el tejido suelto, necrótico e infectado, así como el manto de cemento. Se deben de tomar muestras para estudios microbiológicos e histológicos.

Normalmente realizamos el desbridamiento del fémur en primer lugar. Si la patela está involucrada en el proceso infeccioso, también debería de ser retirada (pate-

lectomía). Una vez que el hueso ha sido desbridado convenientemente, nos centramos en realizar un desbridado completo de las partes blandas retirando todo el tejido necrótico. Utilizamos Versajet (Smith & Nephew, Memphis, TN) para desbridar la cápsula posterior por completo (Fig. 115-4), así como los canales mediales y laterales. Los extremos óseos del fémur y de la tibia han de ser disecados adecuadamente y liberados de la cápsula posterior para permitir una buena aposición ósea sin interposición de partes blandas (Fig. 115-5).

La retirada de la prótesis infectada en casos de PTR de revisión con vástago es otro aspecto relevante. El foco de infección puede estar anclado en localizaciones intramedulares selladas, haciendo difícil su erradicación.<sup>16,38</sup> Algunos autores creen que el desbridamiento del canal es de capital importancia en casos infectados.<sup>39</sup> En tales situaciones, el desbridamiento puede incluir el fresado de los canales tibiales y femorales para retirar cualquier tejido necrótico o cemento residual. El fresado del canal medular elimina los desechos intramedulares y el hueso infectado que rodea el dispositivo intramedular retirado y que está dentro del canal intramedular. Si el fresado del canal es necesario, utilizamos el Reamer-Irrigation-Aspiration (RIA) System (Synthes, Paoli, PA). El RIA System permite el fresado bajo irrigación y aspiración



**FIGURA 115-3.** Paciente en decúbito supino. Para tener un mejor acceso del arco en C, un punto clave es situar la pierna contralateral en una posición posterior. Normalmente realizamos el procedimiento sin torniquete para facilitar el acceso al aspecto anterior del miembro.

simultánea, minimizando la cantidad de tejido residual infectado en el canal medular.<sup>40</sup>

Una vez completado el desbridamiento, se irriga la zona profusamente con suero a baja presión. No usamos soluciones antisépticas. El procedimiento entonces sigue como un proceso limpio. La pierna se prepara otra vez y se emplean nuevos paños, batas y guantes; los instrumentos sucios son retirados.

El hueso se prepara utilizando una sierra oscilante para crear superficies amplias, planas y sangrantes que maximicen el contacto óseo y las posibilidades de lograr una artrodesis sólida. Una resección ósea mínima y una buena preservación del stock óseo disponible son impor-

tantes para mejorar la fusión y reducir la disimetría final. Los cortes se planean con el fin de obtener un alineamiento general del miembro con la rodilla entre 5° y 7° de valgo y de 0° a 5° de flexión.<sup>1-3</sup> Las guías de corte del instrumental de artroplastia de rodilla pueden facilitar el alcanzar dicha posición, pero su utilidad en presencia de pérdidas de masa ósea importantes es limitada.<sup>3</sup> En primer lugar se debería cortar la región proximal de la tibia en un ángulo de 90° con respecto al plano coronal y con la pendiente posterior que se desee en el plano sagital. El miembro se alinea con 5° de valgo y la parte distal del fémur se corta paralelamente a la superficie de corte tibial. Preferimos situar la rodilla en extensión completa en lugar de los clásicos 15° ±5° de flexión. Esto se debe a que estas rodillas suelen exhibir pérdidas masivas de masa ósea y tal grado de flexión incrementaría el acortamiento del miembro.

Realizamos un test de alineación intraoperatorio mediante la “técnica del cable”<sup>41</sup>, verificando la posición de la rodilla. El eje mecánico y la rotación del miembro se comprueban estirando un cable (Fig. 115-6) desde el centro de la cabeza femoral al centro de la articulación del tobillo. Una vez que se ha alcanzado el alineamiento deseado, las superficies a artrodesar son temporalmente fijadas mediante dos agujas de Kirschner cruzadas o



**FIGURA 115-4.** Para lograr un desbridamiento más preciso en la cápsula fibrótica posterior, preferimos usar un sistema de hidrocirugía (Versajet) que nos permite seleccionar, escindir y evacuar el tejido no viable.



dos pines de Steinmann bajo la guía del intensificador de imágenes (Fig. 115-7).

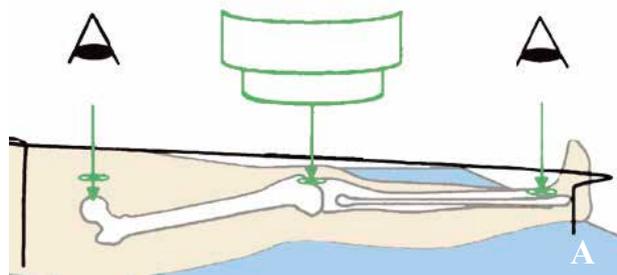
La aplicación inicial del montaje comienza en el plano sagital con la inserción de dos agujas de modo perpendicular al eje longitudinal del hueso. Una en el fémur proximal, por debajo del trocánter menor y la otra en la tibia distal. Su localización exacta depende de la longitud del raíl seleccionado. Éstas indicarán la posición de los tornillos más proximal y más distal del fijador. El intensificador de imágenes se emplea para asegurar un correcto posicionamiento de las dos agujas, justo en el centro del eje óseo. Seleccionamos tornillos de la longitud de rosca correcta (de 30mm a 90mm de largo) y se implantan dos tornillos recubiertos de hidroxiapatita de 6 mm de diámetro (XCaliber bone screws, Orthofix, Verona, Italia). Siempre brocamos previamente el hueso utilizando una broca de 3.2 mm para evitar la necrosis térmica. Como precaución contra la necrosis de las células del hueso, el tornillo nunca debería ser insertado a motor. Una vez que el correcto posicionamiento de los dos tornillos en los extremos del montaje es correcto, el raíl del fijador se monta en línea con el eje mecánico de la pierna y la posición se comprueba con el “test del cable” para asegurar que no hay desviaciones con respecto al eje mecánico. Utilizamos un raíl LRS de Orthofix con cabezales situados en la tibia distal, tibia proximal, fémur distal y fémur proximal (Fig. 115-8).

Una vez que el fijador está montado temporalmente sobre los tornillos del fémur proximal y de la tibia distal, se usa la fluoroscopia para asegurar que todos los cabezales se alinearán con el hueso (Fig. 115-9). Los cabezales pueden estar situados demasiado medial o lateralmente y el empleo de un cabezal “sándwich” podría ser necesario para asegurar que los tornillos sujeten el hueso.

Una vez que todos los reajustes hayan sido comprobados, insertamos el resto de los tornillos. Generalmente, al menos cinco tornillos son aplicados en cada segmento óseo (Fig. 115-10). Una vez que los tornillos son ajustados según necesidad, los extremos óseos se comprimen bajo visualización directa. Para lograr el mejor contacto posible, una vez aplicada la compresión inicial, si se de-



**FIGURA 115-5.** Las imágenes muestran una excelente aposición ósea una vez que los cortes óseos han sido practicados y la cápsula posterior liberada de sus inserciones. Esta es la situación teórica ideal, pero es extremadamente complicado de lograr en casos de artroplastia fracasada por sepsis.



**FIGURA 115-6.** El método del cable permite un análisis de mala alineación en el plano frontal (varo-valgo). El cable se estira desde el centro de la cabeza femoral al centro del pilón tibial y se verifica con el arco en C (A) El cable debería pasar alrededor de 10 mm medial al centro en la línea de artrodesis para asegurar una correcta posición en ligero valgo (B).



**FIGURA 115-7.** Una vez que todos los ajustes han sido realizados y verificados y se ha decidido que la posición de artrodesis se ha logrado, los extremos óseos se fijan temporalmente con dos agujas de Kirschner resistentes o con dos pines de Steinmann. La técnica del cable puede ser utilizada para asegurar la correcta posición en varo-valgo.

tecta alguna irregularidad en la línea de fusión se repiten los pasos con la sierra oscilante hasta que se consiga un contacto íntimo entre el fémur y la tibia. Finalmente, se aplica compresión adicional.

El pulso puede ser documentado antes y después de la compresión para detectar y prevenir cualquier compromiso vascular. Una vez que todo haya sido controlado con el arco en C, se irrigan 3 litros de suero a través de la rodilla y se procede al cierre de la herida. Empleamos suturas quirúrgicas de monofilamento para reducir el riesgo de infección. Si la herida no puede ser cerrada y no se ha realizado un colgajo en el mismo procedimiento, a menudo usamos un sistema de cierre de heridas por terapia de presión negativa (Renasys, SSmith & Nephew, Memphis, TN) para el manejo de la herida anterior hasta que se pueda realizar un procedimiento plástico, si fuera necesario.

### DEFECTO ÓSEO E INJERTO

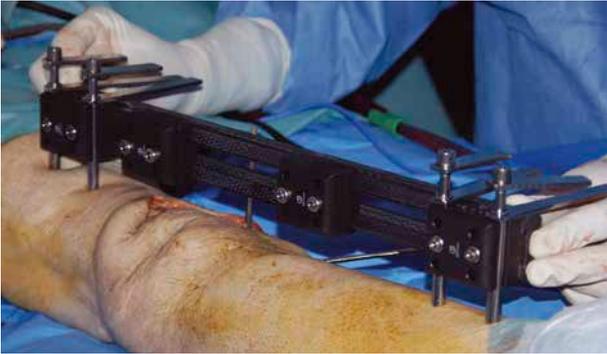
La pérdida de masa ósea es un problema de gran importancia en los casos de artrodesis tras fracaso séptico de PTR. Para muchos autores se trata del factor más crítico a la hora de determinar el éxito de la fusión. La pérdida

de hueso está directamente relacionada con el riesgo de pseudoartrosis o de retraso de consolidación y, por ello, con la necesidad de que el paciente haya de portar durante más tiempo el montaje. La pérdida de stock óseo es también responsable de la discrepancia de longitud entre miembros observada en todos los pacientes sometidos a artrodesis de rodilla.

Una clasificación sencilla de utilizar que señale la extensión del daño óseo ayuda a los cirujanos a planear eficientemente la artrodesis de rodilla. Una vez que el cirujano determine la severidad de la pérdida ósea, podrá tomar una decisión bien informada sobre la necesidad de utilizar injerto óseo. Nosotros utilizamos la clasificación de defectos óseos del Anderson Orthopedic Research Institute (AORI).<sup>42</sup> Oostenbroek y Van Roermund han propuesto una clasificación sencilla y específica para los defectos óseos en artrodesis de rodilla<sup>34</sup>:

**Defecto leve:** El contacto óseo completo es posible, con congruencia y casi continuidad entre las superficies de hueso esponjoso.

**Defecto moderado:** Contacto óseo incompleto, con pérdida de hueso esponjoso tras la retirada del componente



**FIGURA 115-8.** Un rail situado en la región anterior (de, al menos, 400 mm de longitud) del Sistema LRS de Orthofix con cuatro cabezales es empleado para alcanzar la compresión ósea entre los extremos óseos. El montaje es pre-montado y verificado para asegurar la longitud correcta del rail y la adecuada posición de los cabezales.

femoral o tibial, o una pseudoartrosis de larga duración tras una artrodesis fallida.

Defecto severo: Contacto óseo mínimo a través de dos cúpulas de hueso cortical sin contacto de hueso esponjoso (Fig. 115-11).

En casos tras infección hay ciertas cuestiones que hay que tener presentes en relación al uso de injertos óseos:

¿Cuándo es necesario?

¿Debería ser el injerto realizado en el procedimiento inicial o en una segunda fase?

¿Qué tipo de injerto se debería utilizar (autólogo, heterólogo, sustituto óseo, injerto vascularizado...)?

¿Hay un incremento en el riesgo de recurrencia de la infección?

El papel del injerto óseo es difícil de definir debido al alto número de variables incontrolables en cada serie; la necesidad y el momento adecuado para realizar el injerto es aún una cuestión sin resolver. Conway cree que, tras una PTR infectada, todas las fusiones requieren de aporte de injerto.<sup>31</sup> Varios autores han recomendado emplear injerto de cresta ilíaca cuando no se presenten síntomas de curación cuatro meses después del procedimiento inicial. Rand recomienda el injerto cuando haya menos de un 50% de contacto óseo entre la tibia y el fémur.<sup>43</sup> Él cree que el mejor injerto es una combinación de cresta autóloga y hueso esponjoso heterólogo preparado en piezas de 0.5 mm.

Parece que hay una tendencia a una mayor utilización de injerto óseo cuando se emplean clavos intramedulares en comparación con el uso de fijadores externos. En las series publicadas en lo que va de siglo XXI, la necesidad de injerto en combinación con enclavado intramedular va del 22% al 100%. En los casos en los que se usa un tutor externo, el rango va del 0% al 50% (Tabla 115-1). En una serie larga reciente, Mabry et al. publicaron un estudio retrospectivo, comparativo y no aleatorizado en el que 14 de 24 pacientes tratados mediante enclavado

intramedular recibieron aporte óseo suplementario en el momento de la cirugía inicial (62%), en comparación con los 15 de 61 (25%) que fueron tratados con un dispositivo de fijación externa.<sup>17</sup> Comunicaron que, en conjunto, la fusión exitosa fue lograda en 23 de esos 29 casos (79%). En los 56 casos en los que el injerto óseo no fue utilizado, la fusión fue conseguida en 41 (73%). Descubrieron que el uso de injerto en la cirugía inicial no incrementa la tasa de éxito de la artrodesis, aunque no tuvieron en cuenta variables como el método de fijación o el grado de pérdida ósea inicial.

Creemos que el injerto óseo en la primera cirugía está ciertamente contraindicado en los casos de infección activa. Restringimos el aporte del mismo a los casos en los que no hay síntomas de curación entre 4 y 5 meses tras la cirugía inicial por examen radiográfico y si no se observan síntomas de recurrencia de la infección una vez interrumpido el tratamiento antibiótico. Nuestra técnica preferida es una combinación de chips de hueso de banco congelado y de matriz ósea desmineralizada (Fig. 115-12) para evitar la morbilidad del lugar donante y los problemas de disponibilidad de injerto autólogo en la población añosa.<sup>44</sup>

## CUIDADOS POSTOPERATORIOS

Con el fin de promover la curación del tracto del tornillo, utilizamos un apósito de recubrimiento de heridas fabricado en poliuretano con de nanocrisales de plata (Acticoat-site; Smith & Nephew, Memphis, TN). El apósito genera una barrera efectiva contra la contaminación microbiana, protegiendo en lugar de inserción ante microorganismos patógenos invasivos. Utilizamos este apósito de plata sobre los pines hasta la curación de la herida del tracto de los mismos.

Creemos que en casos crónicos de infección peri-prótesis podemos manejar el hueso siguiendo los principios de la osteomielitis crónica. Recomendamos un tratamiento de tres meses de antibióticos orales específicos tras cultivo (o un tratamiento de 4 a 6 semanas de tratamiento mediante antibióticos intravenosos si no es posible hacerlo de forma oral) como parte del protocolo de tratamiento para procedimientos en una única etapa. Cuando se emplea un protocolo en dos fases, continuamos con el antibiótico específico (basado en los resultados del cultivo de la primera cirugía) hasta que los cultivos definitivos estén disponibles. Siempre usamos un protocolo de cultivo prolongado de bacterias de 14 días.<sup>45</sup> Si los cultivos son negativos, los antibióticos se retiran; para cultivos positivos, el tratamiento específico se prolonga como en los procedimientos de una fase.

Tras la artrodesis de una PTR con fracaso séptico, hay poco consenso acerca del uso de supresión oral a largo plazo. La mayoría de las publicaciones han sido inconsistentes con el uso postoperatorio de supresión crónica, aunque podría ser considerado en pacientes de alto riesgo con compromiso inmune ante organismos de alta virulencia.<sup>46</sup>

Se permite la carga parcial de peso (del 25% al 35% de peso corporal) con muletas o un andador tan pronto como sea posible, dependiendo del estado de la herida y de la capacidad del paciente. Ésta se incrementa progresivamente a lo largo del período de tratamiento. El paciente debería de ser adiestrado en fisioterapia para la cadera y el tobillo, normalmente en los dos o tres primeros días tras la cirugía.

Cuando la herida cura, el paciente recibe el alta y se le cita para revisión en consulta mensualmente para tomar radiografías y aplicar compresión activa adicional, si es necesaria. Una vez conseguida la fusión, se retira el montaje; el paciente deberá llevar una férula termoplástica de 4 a 6 semanas.

## RESULTADO FUNCIONAL

Los pacientes que han sufrido varios intentos fallidos de revisión de PTR pueden enfrentarse al dilema de elegir entre amputación, pseudoartrosis, artroplastia o artrodesis. Una artrodesis exitosa ofrece la posibilidad teórica de un estilo de vida independiente y con una extremidad estable. La fusión se asocia con un importante alivio del dolor y una baja tasa de reinfección. Algunos autores han afirmado que el necesitar una artrodesis es el reconocimiento final de fracaso, lo que describe claramente el sentimiento que uno tiene cuando la fusión tras fracaso de PTR se hace necesaria. Pero aunque el cirujano y el paciente puedan considerar la artrodesis como un pobre resultado, un miembro fusionado es más eficiente y funcional que uno con amputación por encima de la rodilla.<sup>1</sup> Por ello, la artrodesis es preferible a la amputación en cualquier población.

Existen pocos artículos en los que se recoja una medición fiable y válida sobre los resultados funcionales y la satisfacción del paciente tras una artrodesis de rodilla.<sup>26,47-49</sup> Bierwagen publicó que el 88% de 60 pacientes con artrodesis de rodilla fueron capaces de volver a caminar, pero estos se sentían discapacitados cuando se trataba de subir escaleras o entrar en un coche.<sup>49</sup> En un estudio que involucraba a 30 paciente con fusión de rodilla estable, Rud y Jensen encontraron que 8 de 13 pacientes, en los que sólo la rodilla artrodesada estaba afectada, fueron capaces de volver a su empleo original.<sup>50</sup> Estudios previos han demostrado un significativo incremento en los costes energéticos asociados con la ambulación tras artrodesis de rodilla.<sup>1-3</sup> Talmo et al. registraron que, de 29 casos de artrodesis de rodilla tras fracaso séptico de prótesis, el 17% fueron incapaces de volver a caminar y el 84% requirieron de dispositivos de asistencia para la locomoción.<sup>46</sup>

Crockarell y Mihalko informaron de que, según el cuestionario SF-36, los pacientes con artrodesis de rodilla arrojaban resultados significativamente peores que los de un grupo comparable en edad para funcionamiento físico, limitaciones por problemas físicos, dolor corporal, vitalidad y funcionamiento social.<sup>51</sup> En un estudio de calidad de vida, Benson et al. compararon 9 pacientes que

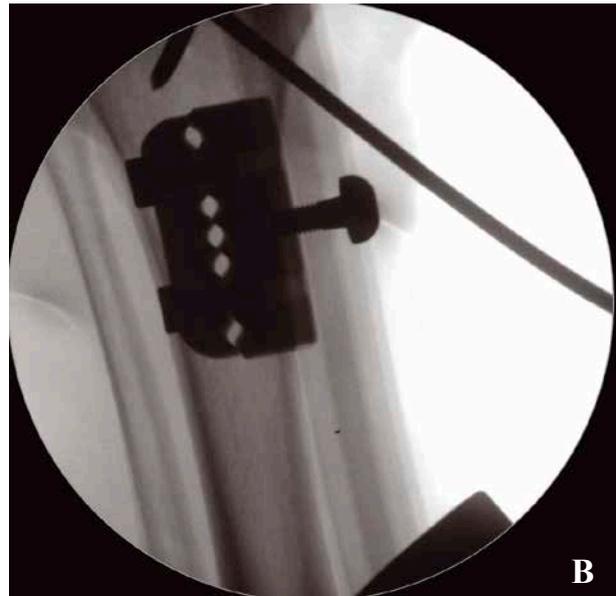
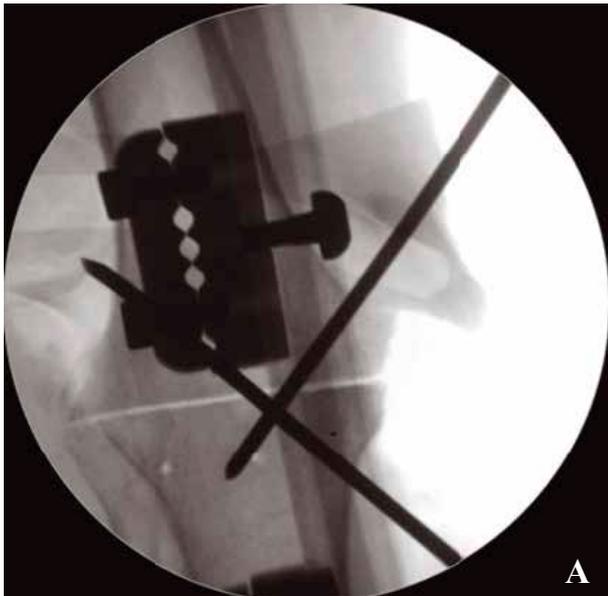
sufrieron artrodesis de rodilla con un grupo de control con PTR primaria.<sup>47</sup> No había diferencias significativas en el SF-36 entre los grupos de pacientes con respecto al dolor, salud general, vitalidad, función social, limitación por problemas emocionales o salud mental. Los pacientes con artrodesis obtenían una puntuación significativamente más pobre en los cuestionarios de función física que los pacientes con PTR; sus puntuaciones eran más favorables en las limitaciones por problemas físicos, aunque las diferencias no resultaron significativas.

En nuestra experiencia con 32 pacientes que fueron sometidos a artrodesis de rodilla mediante fijación externa en el tratamiento por fracasos sépticos de artroplastia total de rodilla, utilizamos la versión corta del SF-36, la Encuesta de Salud SF-12. Comparamos esta cohorte con la población española normal y encontramos una reducción en la calidad de vida de los pacientes que atravesaron por este tratamiento, tanto en la escala física como mental.<sup>29</sup>

Probablemente, el principal objetivo que se persigue con la fusión de rodilla es el alivio del dolor. García-López et al. demostraron, en una serie de 20 artrodesis de rodilla tras PTR infectada, una puntuación media de 4.95 sobre 20 para la sección A de la escala WOMAC (dolor bajo o inexistente en las actividades diarias).<sup>52</sup> También afirmaron que la puntuación de 27.<sup>32</sup> sobre 55 puntos obtenida en la sección C del WOMAC sugiere que la mayoría de los pacientes experimentan un nivel aceptable de dificultad cuando realizan funciones de la vida cotidiana.

Barton et al. reportaron que los pacientes artrodesados presentaban mejores valoraciones medias en la escala del dolor que los sometidos a una artroplastia primaria de rodilla (3.3 comparado con 3.9).<sup>53</sup> Podría concluirse que la fusión de rodilla es una herramienta válida para alcanzar un alivio del dolor en tales pacientes. Existen varios informes de existencia de dolor en la rodilla a pesar de haber conseguido una buena fusión radiológica. Morrey et al. señalaron una incidencia del 15% en el dolor de rodilla a pesar de lograr una artrodesis sólida usando varias técnicas tras PTR infectadas.<sup>54</sup> Waldman et al. obtuvieron un 33% de dolor en la rodilla ipsilateral tras artrodesis intramedular en 21 pacientes,<sup>55</sup> mientras que Crockarell y Mihalko reportaron una incidencia del 36% de pacientes con dolor de rodilla tras artrodesis intramedular con un seguimiento medio de 7 años.<sup>51</sup> Talmo et al. publicaron un 28% de incidencia de dolor en la rodilla ipsilateral aunque se hubiera logrado fusión ósea sólida.<sup>46</sup> Las razones para el dolor son múltiples (tales como dolor neuropático, síndrome del dolor complejo regional, focos residuales de osteomielitis, fatiga muscular, pseudoartrosis no detectada u otros). Los pacientes que se sometan a artrodesis deben ser informados de la posibilidad de continuar con dolores leves a moderados de la rodilla tras el procedimiento.

Los pacientes a los que se les proponga la artrodesis también deberían ser informados de la posibilidad de



**FIGURA 115-9.** Una vez que el fijador ha sido montado temporalmente sobre los tornillos del fémur proximal y de la tibia distal (A), se usa el intensificador de imágenes para asegurar que todos los cabezales están alineados con el hueso (B,C) y que la longitud de rosca de tornillo seleccionada es óptima (D).

sufrir dolor en la cadera o tobillo contralateral. La artrodesis incrementa las fuerzas transmitidas a través de las articulaciones adyacentes y a los pacientes debería de notificárseles el potencial dolor articular ipsilateral, particularmente en el entorno de una artritis multifocal previa.

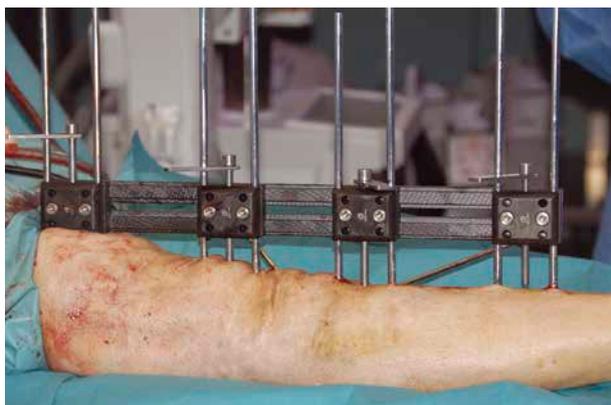
Aún no existen estudios que valoren el efecto de los fijadores externos en la calidad de vida de los pacientes durante la duración del tratamiento. El fijador externo interfiere en diversos grados con actividades cotidianas como la higiene personal, el vestirse o el dormir, convirtiendo estas actividades en dificultades que se añaden a la inmovilidad de la articulación de la rodilla.<sup>1</sup>

Es difícil cuantificar el grado de problemas sociales y

dificultades mentales asociadas a la artrodesis de rodilla. En un informe realizado por Kim et al. sobre 30 pacientes en los que una artrodesis de rodilla fue convertida en una artroplastia total de rodilla, 17 pacientes habían intentado el suicidio antes de la cirugía porque estaban infelices con el estado de su extremidad inferior.<sup>56</sup>

## RESUMEN

La indicación más común para la artrodesis de rodilla se da en aquellos pacientes con una artroplastia total de rodilla no revisable tras fracaso séptico. Conseguir la fusión de la rodilla en esta situación resulta un reto, debido a la masiva pérdida de masa ósea y a la propia infección. La técnica más efectiva para la artrodesis en un entorno



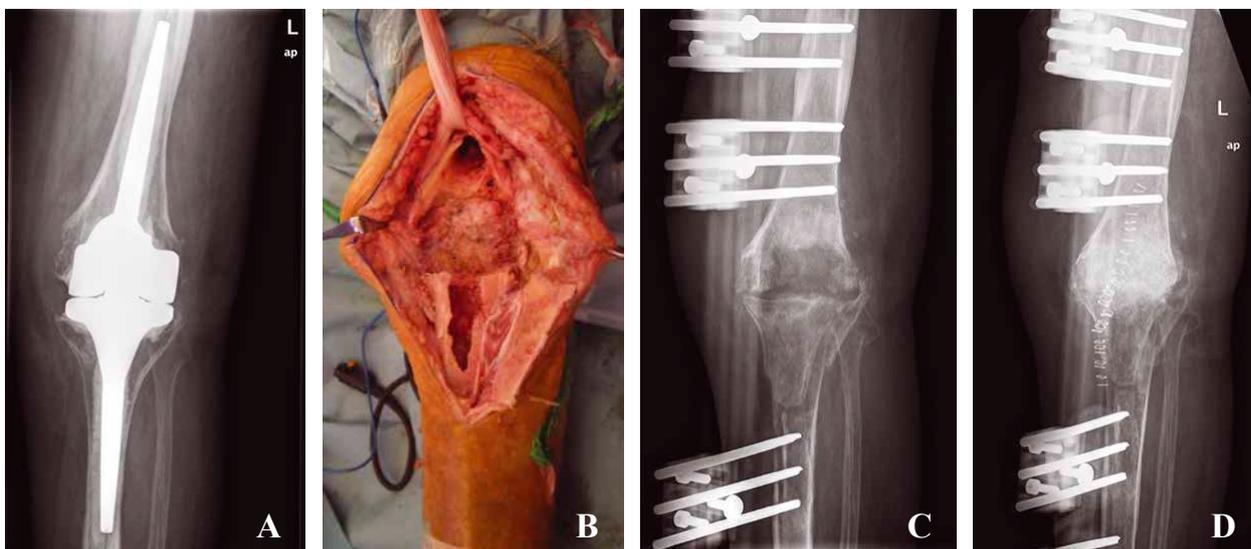
**FIGURA 115-10.** Montaje final una vez que todos los tornillos han sido implantados. Usamos al menos cinco tornillos recubiertos de hidroxipatita en cada segmento óseo. Si el defecto de hueso es muy grande, preferimos emplear un raíl más largo y con más tornillos. Nótese que el montaje es paralelo al eje mayor del miembro.

trenes o aviones. Un miembro fusionado es más eficiente y funcional que uno con una amputación por encima de la rodilla y, por ello, la artrodesis es preferible en todos los grupos de población.

### CONSEJOS Y RECOMENDACIONES

Hay una serie de aspectos a tener en cuenta en las artrodesis de rodilla:

1. En un escenario de fracaso séptico de PTR, la erradicación de la infección debería ser el objetivo más importante. La fijación interna nunca está exenta de riesgos en un entorno de PTR infectada.
2. La artrodesis mediante fijación externa es, probablemente, preferible para los casos de PTR séptica, pues la ausencia de cuerpos extraños en el foco de infección puede reducir el riesgo de recidiva. Un punto importante es



**FIGURA 115-11.** Situación “típica” tras la retirada de los componentes de revisión (A) tras un fracaso séptico de artroplastia total de rodilla. En este caso tuvimos que enfrentarnos a un defecto óseo masivo (B), por lo que el riesgo de pseudoartrosis en el punto de fusión es más elevado (C). El uso de injerto óseo en un segundo procedimiento es de capital importancia. En esta mujer de 84 años, el procedimiento de injerto fue realizado 6 meses después del proceso inicial (D).

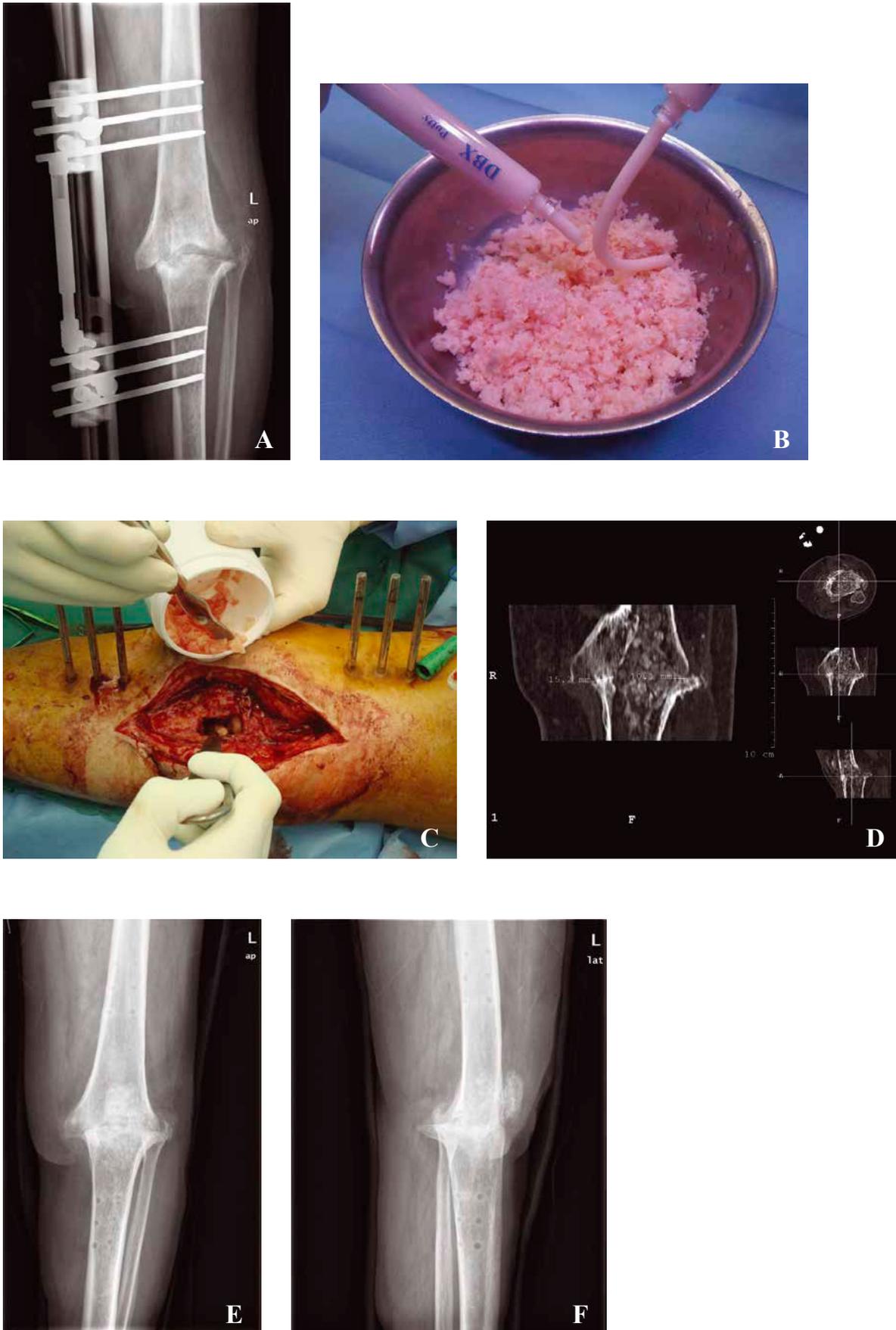
infeccioso aún sigue siendo controvertida. Ninguna técnica ha demostrado ser superior en todas las situaciones; cada una tiene sus ventajas e inconvenientes relativos. En tal escenario, recomendamos el tratamiento con fijación externa en un procedimiento de una única etapa, aunque un proceso en dos etapas es siempre recomendable si existe alguna duda con respecto al estado de la infección. Reservamos el uso de injerto para aquellos casos en los que la consolidación se retrasa y no hay signos de recidiva de la infección una vez discontinuado el tratamiento antibiótico.

Con respecto a la función general, los pacientes pueden esperar una extremidad estable y sin dolor, pero con dificultad para subir escaleras y sentarse en cines, coches,

el potencial para realizar procedimientos reconstructivos de modo simultáneo a la artrodesis. Esto es particularmente ventajoso en casos con pérdidas masivas de stock óseo.

3. Un montaje monolateral anterior en un procedimiento de una etapa es una herramienta útil y segura para alcanzar la fusión ósea y es bastante cómodo para el paciente. Si hay alguna preocupación sobre la estabilidad mediolateral, puede reforzarse con un segundo montaje lateral que cree una estructura biplanar.

4. El abordaje quirúrgico puede ser difícil y está asociado con riesgo de necrosis cutánea. Es recomendable consultar con cirugía plástica, pues tal vez se requieran técnicas de cobertura específicas.



**FIGURA 115-12.** Las radiografías muestran una pseudoartrosis tras artrodesis de rodilla (A) cinco meses después del procedimiento inicial debido a una infección periprotésica causada por un *Staphylococcus aureus* resistente a la meticilina. El paciente no mostraba ningún síntoma de recurrencia de la infección. Realizamos un aporte de chips de hueso congelado de banco mezclados con matriz ósea desmineralizada al lugar de la fusión (B,C). La artrodesis consolidó tres meses más tarde y el montaje fue retirado sin complicaciones adicionales (D-F).

5. El uso de tornillos recubiertos de hidroxiapatita es obligatorio, pues su osteointegración reduce el riesgo de infección en el tracto de los tornillos y su aflojamiento.

6. El uso de dos instrumentales durante la cirugía (uno “sucio” y otro “limpio”) es obligatorio en los diferentes pasos de la cirugía.

7. Dos puntos clave deben ser considerados: (1) el cirujano debe identificar preoperatoriamente el microorganismo infeccioso, pues esto le permite seleccionar el tratamiento antibiótico más adecuado; y (2) debe realizar un desbridamiento extremadamente preciso.

8. Puesto que la pérdida de masa ósea es un aspecto importante en estos casos, el injerto habría de ser considerado cuando no haya signos de consolidación a los 4 o 5 meses tras la cirugía inicial y no haya signos de infección tras la retirada del tratamiento antibiótico.

## References

1. Conway JD, Mont MA, Bezwada HP. Arthrodesis of the knee. *J Bone Joint Surg Am.* 2004; 86 (4):835.
2. MacDonald JH, Agarwal S, Lorei MP, et al. Knee arthrodesis. *J Am Acad Orthop Surg.* 2006; 14(3):154.
3. Somayaji HS, Tsaggerides P, Ware HE, et al. Knee arthrodesis - a review. *Knee.* 2008; 15(4):247-254.
4. Voss FR. A new technique of limb salvage after infected revision total knee arthroplasty: artificial fusion. *J Arthroplasty.* 2001;16(4):524-528.
5. Rao MC, Richards O, Meyer C, et al. Knee stabilization following infected knee arthroplasty with bone loss and extensor mechanism impairment using modular cemented nail. *Knee.* 2009; 16(6):489-493.
6. Key JA. Positive pressure in arthrodesis for tuberculosis of the knee joint. *South Med J.* 1932; 25:909
7. Charnley J, Lowe HG. A study of the end-results of compression arthrodesis of the knee. *J Bone Joint Surg Br.* 1958;40:633-635.
8. Hagemann WF, Woods GW, Tullos HS. Arthrodesis in failed total knee replacement. *J Bone Joint Surg Am.* 1978;60:790-794.
9. Conway JD, Starr R, Bhava A, et al. A biomechanical and functional comparison of the artificially fused knee at zero and twenty degrees of knee flexion as determined by gait analysis and oxygen consumption. Presented as a poster exhibit at the Annual Meeting of the Limb Lengthening and Reconstruction Society, Boston, MA; July 25-27, 2003.
10. Wiedel JD. Salvage of infected total knee fusion: the last option. *Clin Orthop Relat Res.* 2002;404:139-142.
11. Brodersen MP, Fitzgerald RH Jr, Peterson LFA, et al. Arthrodesis of the knee following failed total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am.* 1979;61(2):181-185.
12. Hak DJ, Lieberman JR, Finerman GA. Single plane and biplane external fixators for knee arthrodesis. *Clin Orthop Relat Res.* 1995;316:134-144.
13. Rand JA. Alternatives to reimplantation for salvage of the total knee arthroplasty complicated by infection. *J Bone Joint Surg Am.* 1993;75(2):282-289.
14. Leone JM, Hanssen AD. Management of infection at the site of a total knee arthroplasty. *Instr Course Lect.* 2006;55:449-461.
15. Garberina MJ, Fitch RD, Hoffmann ED, et al. Knee arthrodesis with circular external fixation. *Clin Orthop Relat Res.* 2001;382:168-178.
16. Damron TA, McBeath AA. Arthrodesis following failed total knee arthroplasty: comprehensive review and metaanalysis of recent literature. *Orthopedics.* 1995;18:361-368.
17. Mabry TM, Jacofsky DJ, Haidukewych GJ, et al. Comparison of intramedullary nailing and external fixation knee arthrodesis for the infected knee replacement. *Clin Orthop Relat Res.* 2007;464:11-5.
18. McQueen DA, Cooke FW, Hahn DL. Knee arthrodesis with the Wichita fusion nail (an outcome comparison). *Clin Orthop Relat Res.* 2006;446:132-139.
19. Jung KA, Lee SC, Song MB. Arthrodesis of the knee using computer navigation in failed total knee arthroplasty. *Orthopedics.* 2009;32(3):209.
20. Hatzokos I, Stavridis SI, Iosifidou E, et al. Distraction osteogenesis as a salvage method in infected knee megaprotheses. *Knee.* 2011;18(6):470-473.
21. Rozbruch SR, Ilizarov S, Blyakher AA. Knee arthrodesis with simultaneous lengthening using the Ilizarov method. *J Orthop Trauma.* 2005;193:171-179.
22. Conway JD. Arthrodesis of the knee using biplanar external fixation. Presented at Annual Meeting of the Limb Lengthening and Reconstruction Society, Boston, MA; July 25-27, 2003.
23. Moroni A, Heikkila J, Magyar G, et al. Fixation strength and pin tract infection of hydroxyapatite- coated tapered pins. *Clin Orthop Relat Res.* 2001;388: 209-217.
24. Yeoh D, Goddard R, Macnamara P, et al. A comparison of two techniques for knee arthrodesis: the custom made intramedullary Mayday nail versus a monoaxial external fixator. *Knee.* 2008;15(4):263- 267.
25. Eralp L, Kocaoglu M, Tuncay I, et al. Knee arthrodesis using a unilateral external fixator for the treatment of infectious sequelae. *Acta Orthop Traumatol Turc.* 2008;42(2):84-89.
26. Klinger HM, Spahn G, Schultz W, et al. Arthrodesis of the knee after failed infected total knee arthroplasty. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2006; 14(5):447-453.
27. Hessmann M, Gotzen L, Baumgaertel F. Knee arthrodesis with a unilateral external fixator. *Acta Chir Belg.* 1996;96(3):123-127.
28. Cicero G, Artiano S, Buttafarrio E, et al. Knee arthrodesis technique [in Italian]. *Lo Scalpello.* 2009;23:204- 209.
29. Hernandez A, Flores X, Joshi N, et al. Self-satisfaction and patient outcome following arthrodesis after a failed infected total knee prosthesis. *J Bone Joint Surg Br.* 2005;87(suppl III):250
30. Riouallon G, Molina V, Mansour C, et al. An original knee arthrodesis technique combining external fixator with Steinmann pins direct fixation. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2009;95(4):272-277.
31. Conway JD. Arthrodesis of the knee. In: Rozbruch SR, Ilizarov S, eds. *Limb Lengthening and Reconstruction Surgery.* New York: Informa Healthcare USA, Inc.; 2007:329-344.

32. Parratte S, Madougou S, Villalba M, et al. Knee arthrodesis with double mono-bar external fixators to salvage infected knee arthroplasty: retrospective analysis of 18 knees with mean seven year follow-up [in French]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.* 2007;93(4):373-380.
33. Salem KH, Keppler P, Kinzl L. Hybrid external fixation for arthrodesis in knee sepsis. *Clin Orthop Relat Res.* 2006;451:113-120.
34. Oostenbroek HJ, Van Roermund PM. Arthrodesis of the knee after an infected arthroplasty using the Ilizarov method. *J Bone Joint Surg Br.* 2001;83(1): 50-54.
35. Manzotti A, Pullen C, Deromedis B, et al. Knee arthrodesis after infected total knee arthroplasty using the Ilizarov method. *Clin Orthop Relat Res.* 2001;389: 143-149.
36. David R, Shtarker H, Horesh Z, et al. Arthrodesis with the Ilizarov device after failed knee arthroplasty. *Orthopedics.* 2001;24(1):33-36.
37. Corona P, Amat C, Guerra E, et al. Accuracy of percutaneous interface biopsy (PIB) for the preoperative identification of the infecting microorganism in chronic periprosthetic joint infections. Presented at 12th Congress of the European Federation of National Associations of Orthopaedics and Traumatology (EFORT), Copenhagen, Denmark; June 2011.
38. Schoifet SD, Morrey BF. Persistent infection after successful arthrodesis for infected total knee arthroplasty: a report of two cases. *J Arthroplasty.* 1990; 5(3):277-279.
39. Bargiotas K, Wohlrab D, Sewecke JJ, et al. Arthrodesis of the knee with a long intramedullary nail following failure of a total knee arthroplasty as the result of infection. Surgical technique. *J Bone Joint Surg Am.* 2007;89(suppl 2 pt 1):103-110.
40. Zalavras CG, Sirkin M. Treatment of long bone intramedullary infection using the RIA for removal of infected tissue: indications, method and clinical results. *Injury* 2010;41(suppl 2):S43-47.
41. Krettek C, Miclau T, Grün O, et al. Intraoperative control of axes, rotation and length in femoral and tibial fractures. Technical note. *Injury* 1998;29(suppl 3):C29-39.
42. Engh GA, Ammeen DJ. Bone loss with revision total knee arthroplasty: defect classification and alternatives for reconstruction. *Instr Course Lect.* 1999;48: 167-175.
43. Rand JA. Alternatives to reimplantation for salvage of total knee arthroplasty complicated by infection. *J Bone Joint Surg Am.* 1993;75(2):282-289.
44. Faour O, Dimitrou R, Cousins CA, et al. The use of bone grafts substitutes in large cancellous voids: any specific needs? *Injury* 2011;42(suppl 2):S87-90.
45. Schäfer P, Fink B, Sandow D, et al. Prolonged bacterial culture to identify late periprosthetic joint infection: a promising strategy. *Clin Infect Dis.* 2008;47(11):1403-1409.
46. Talmo CT, Bono JV, Figgie MP, et al. Intramedullary arthrodesis of the knee in the treatment of sepsis after TKR. *HSS J.* 2007;3(1):83-88.
47. Benson ER, Resine ST, Lewis CG. Functional outcome of arthrodesis for failed total knee arthroplasty. *Orthopedics.* 1998;21(8):875-879.
48. Fuchs S, Mersmann A. Life quality after arthrodesis of the knee joint in case of infected arthroplasty [in German]. *Unfallchirurg.* 2000;103(8):626-631.
49. Bierwagen U, Walter G, Hoffmann R. Knee arthrodesis. Quality of life and comparison of methods [in German]. *Z Orthop Unfall.* 2010;148(5):566-572.
50. Rud B, Jensen UH. Function after arthrodesis of the knee. *Acta Orthop Scand.* 1985;56(4):337-339.
51. Crockarell JR, Mihalko MJ. Knee arthrodesis using an intramedullary nail. *J Arthroplasty.* 2005;20(6): 703-708.
52. Garcia-Lopez I, Aguayo MA, Cuevas A, et al. Knee arthrodesis with the Vari-Wail nail for treatment of infected total knee arthroplasty. *Acta Orthop Belg.* 2008;74(6):809-815.
53. Barton TM, White SP, Mintowt-Czyz W, et al. A comparison of patient based outcome following knee arthrodesis for failed total knee arthroplasty and revision knee arthroplasty. *Knee.* 2008;15(2):98-100.
54. Morrey BF, Westholm F, Schifet S, et al. Long term results for various treatment options for infected total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 1989; 248:120-128.
55. Waldman BJ, Mont MA, Payman KR, et al. Infected total knee arthroplasty treated with arthrodesis using modular nail. *Clin Orthop Relat Res.* 1999;367:230-237.
56. Kim YH, Kim JS, Cho SH. Total knee arthroplasty after spontaneous osseous ankylosis and takedown of formal knee fusion. *J Arthroplasty.* 2000;15(4):453- 460.
57. Ulstrup AK, Folkmar K, Broeng L. Knee arthrodesis with the Sheffield external ring fixator: fusion in 6 of 10 consecutive patients. *Acta Orthop.* 2007; 78(3):371-376.
58. Spina M, Gualdrini G, Fosco M, et al. Knee arthrodesis with the Ilizarov external fixator as treatment for septic failure of knee arthroplasty. *J Orthop Trauma-tol.* 2010;11(2):81-88.



**Notas**

A series of horizontal dotted lines for writing notes.





Avda. Jardín Botánico 1345. Silos del Intra  
33203 Gijón. España  
T: +34 985 195 505 F: +34 985 373 452

[www.mbainstitute.eu](http://www.mbainstitute.eu)