



ORIGINAL

Artrodesis sin fusión ósea con clavo modular intramedular para revisión de prótesis total de rodilla infectada



F.A. Miralles-Muñoz^a, A. Lizaur-Utrilla^{a,*}, C. Manrique-Lipa^a y F.A. López-Prats^b

^a Servicio de Cirugía Ortopédica, Hospital Universitario de Elda, Alicante, España

^b Departamento de Cirugía Ortopédica y Traumatología, Universidad Miguel Hernández, Elche, Alicante, España

Recibido el 20 de enero de 2014; aceptado el 17 de febrero de 2014

Disponible en Internet el 10 de junio de 2014

PALABRAS CLAVE

Artroplastia total de rodilla;
Artrodesis;
Enclavado intramedular

Resumen

Objetivo: Evaluar los resultados de la fijación de rodilla sin fusión ósea, con clavo intramedular e interposición de cemento.

Material y métodos: Estudio retrospectivo de 29 prótesis total de rodilla infectadas con datos recogidos prospectivamente y seguimiento medio de 4,2 años (3-5).

Resultados: Las complicaciones fueron 2 infecciones recurrentes, una fractura periimplante y una erosión cortical en la punta del componente femoral, siendo todas revisadas con buen resultado. La disimetría media fue 0,8 cm, con 24 < 1 cm. Veinticinco pacientes no referían dolor. El valor medio de WOMAC-dolor fue 86,9, WOMAC-función 56,4, SF12-físico 45,1, y SF12-mental 53,7. Cuatro pacientes precisaron andador y solo 2 eran dependientes para actividades diarias.

Conclusiones: El clavo Endo-Model Link[®] es un efectivo método de fijación de rodilla, restaurando la alineación del miembro y adecuada longitud del mismo.

© 2014 SECOT. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

KEYWORDS

Total knee arthroplasty;
Arthrodesis;
Intramedullary nailing

Arthrodesis without bone fusion with an intramedullary modular nail for revision of infected total knee arthroplasty

Abstract

Objective: To evaluate the outcome of knee fixation without bone fusion using an intramedullary modular nail and interposed cement.

Material and methods: Retrospective study of 29 infected total knee arthroplasties with prospective data collection and a mean follow-up of 4.2 years (3-5).

Results: Complications included 2 recurrent infections, 1 peri-implant fracture, and 1 cortical erosion due to the tip of the femoral component. All of these were revised with successful results. The mean limb length discrepancy was 0.8 cm, with 24 < 1 cm. Twenty-five patients reported no pain. The mean WOMAC-pain was 86.9, WOMAC-function 56.4, SF12-physical 45.1,

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: lizaur1@telefonica.net (A. Lizaur-Utrilla).

and SF12-mental 53.7. Four patients needed a walking frame, and only two were dependent for daily activities.

Conclusions: The Endo-Model Link nail is an effective method for knee fixation that restores the anatomical alignment of the limb with adequate leg length.

© 2014 SECOT. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

Introducción

La artrodesis tras fracaso de artroplastia total de rodilla (ATR) es una técnica ampliamente aceptada para salvamento del miembro cuando no es posible o aconsejable la implantación de otra prótesis¹. Actualmente, la indicación de artrodesis es poco frecuente², siendo en la mayoría de casos por infección recurrente que no puede ser controlada mediante revisiones quirúrgicas o por lesión del aparato extensor. Por ello, la literatura es escasa y prácticamente todos los estudios constan de series cortas, habiendo solo unos pocos con alrededor de 30 casos², a excepción de la de Mabry et al.³ con 85 casos. Además, y debido a su baja prevalencia, todos los estudios hasta el momento son evaluaciones retrospectivas.

La artrodesis convencional pretende la estabilidad indolora de la rodilla mediante la fusión ósea femorotibial, siendo los métodos actualmente más utilizados la fijación externa y el enclavado intramedular². En general, los resultados descritos con fijación externa han sido inferiores en relación con el enclavado intramedular^{3,4} por mayor tiempo para obtener la fusión ósea y mayores tasas de complicaciones. Ambos métodos tienen la desventaja potencial de producir un excesivo acortamiento del miembro en la mayoría de casos² y la dificultad de conseguir la fusión ósea en un medio previamente séptico⁵. Otro tipo de fijación permanente de la rodilla puede ser la estabilización permanente de la rodilla sin fusión ósea⁶ mediante fijación con enclavado intramedular e interposición de un bloque de cemento que permita conservar la longitud del miembro, como la que puede obtenerse mediante el clavo Endo-Model Link[®]. Solo hemos encontrado 5 estudios en relación con este modelo de clavo⁷⁻¹¹, de los que en solo 2 no se realizó fusión ósea fémoro-tibial.

El objetivo de este estudio era analizar los resultados funcionales de la fijación de rodilla sin fusión ósea con el clavo de artrodesis Endo-Model Link[®], para revisión de ATR infectada.

Material y métodos

Este es un estudio retrospectivo con datos recogidos prospectivamente. Nuestra base de datos de artroplastias incluía todas las implantadas en el departamento, con datos clínicos y radiográficos pre y postoperatorios, recogidos prospectivamente de manera protocolizada y con seguimiento sistematizado. Los criterios de inclusión fueron pacientes consecutivos tratados entre 2001-2010 con artrodesis de rodilla debidos a ATR infectada. No hubo criterios de

exclusión. Se identificaron 29 casos y en todos la artrodesis se realizó mediante revisión quirúrgica en 2 tiempos utilizando el clavo modular intramedular Endo-Model Link[®] (Waldermar Link, Hamburgo, Alemania), cuyas características y técnica quirúrgica han sido descritas previamente^{7,10}.

Todas las revisiones se realizaron en 2 tiempos y en cada cirugía se obtenían 5 muestras intraoperatorias para cultivo. El primer tiempo consistía en explante de la prótesis, limpieza quirúrgica y colocación de un espaciador no estandarizado de cemento con gentamicina. La infección era tratada con antibioterapia específica intravenosa durante un mes y oral hasta 3 meses. Se consideraba curada la infección por la normalización de la PCR y VSG, así como al menos 2 cultivos por punción articular negativos (cultivo y recuento celular) en los siguientes 3 meses. Así el intervalo para el segundo tiempo quirúrgico era de al menos 6 meses. Solo se realizaba gammagrafía ósea con leucocitos marcados en caso de duda diagnóstica. El segundo tiempo consistía en reimplantación de ATR si no había lesión del aparato extensor, o clavo de artrodesis si la había. Si tras reimplantación ocurría la infección, volvía a realizarse nueva revisión quirúrgica para artrodesis.

La artrodesis se realizó como segundo tiempo quirúrgico tras considerar curada la infección. Se realizaron tomas de 5 muestras intraoperatorias para cultivo. Postoperatoriamente se instauró tratamiento antibiótico específico intravenoso de acuerdo a los cultivos previos, durante 2 semanas si los nuevos cultivos eran negativos. El clavo de artrodesis constaba de 2 componentes de cromo-cobalto en varias longitudes, femoral y tibial, que se acoplaban y atornillaban entre sí a nivel de la rodilla proporcionando una conexión muy robusta con ángulo femorotibial fijo de 5° de valgo en el plano frontal y 5° de flexión en el sagital. Los vástagos eran introducidos previo fresado de los canales medulares, retrógradamente en el fémur y anterógradamente en la tibia, cementando solo sus porciones metafisarias. Dada la dificultad técnica de cementar toda la longitud de los clavos, se prestaba atención a realizar un adecuado relleno de cemento en la porción metafisaria y al menos 10 cm diafisarios de cada componente. Tras acoplamiento de los 2 componentes, el espacio articular se rellenaba con un bloque de cemento con 80 mg de gentamicina (Cerafixgenta, Ceraver, Francia). Se realizaba profilaxis específica antibiótica y antitrombótica y se autorizaba la carga con andador a partir del segundo día postoperatorio si el dolor lo permitía.

La serie constaba de 25 mujeres y 4 varones, con una edad media en el momento de la artrodesis de 74,6 años (rango, 59-83). El índice de masa corporal (IMC) medio era 32,3 kg/m², teniendo 22 pacientes (75,8%) un IMC >= 30 de

Tabla 1 Gérmenes infectantes

	Prótesis primaria	Prótesis revisión
<i>Staph.* epidermidis</i>	6	8
<i>Staph.* aureus</i>	5	5
<i>Staph.* aureus MR</i>	0	1
<i>Otros Staph.*</i>	3	1
<i>Enterococcus</i>	2	5
<i>Pseudomona aeruginosa</i>	1	2
<i>Corynebacterium</i>	2	0
<i>Escherichia coli</i>	1	1

* *Staph*: *Staphylococcus*. MR: metilín-resistente. Se presenta el n.º de casos, considerando que había combinación de gérmenes.

los que 2 eran obesos mórbidos (IMC ≥ 40). Las comorbilidades en el momento de la artrodesis eran variadas, con 11 pacientes (37,9%) presentando diabetes tipo II y otras patologías asociadas, siendo las más frecuentes hipertensión arterial, cardiopatía e insuficiencia respiratoria crónica. El diagnóstico inicial en todos los casos había sido artrosis primaria. En 12 pacientes la infección ocurrió tras una ATR primaria y en 17 tras una revisión inicialmente aséptica. En 12 pacientes la infección se asociaba a rotura del tendón rotuliano (5 pacientes), defecto de cobertura cutánea (uno) o inestabilidad severa (uno). Todos los pacientes presentaron infección por combinación de gérmenes, estando presente algún *Staphylococcus* en 21 pacientes (tabla 1).

Tras la artrodesis, todos los pacientes habían sido prospectivamente evaluados clínica y radiográficamente a los 3, 6, 12 y al menos hasta los 36 meses. Para la valoración clínica en este estudio solo se utilizaron como variables de resultados los cuestionarios Short-Form (SF12¹², físico y mental) y WOMAC corto¹³ (dolor y función). Las puntuaciones de ambos cuestionarios fueron calculadas en escala 0-100, de manera que un mayor valor indicaba un mejor estado del paciente. Radiográficamente se valoró la posición o cambio de posición del clavo y el aflojamiento por presencia de líneas radiolucidas. Con este tipo de clavo no se pretendía la fusión ósea. A los 6 meses se realizaba telemetría radiográfica en bipedestación para valorar la disimetría entre los miembros.

Dado el tamaño de la muestra, el análisis estadístico de resultados fue descriptivo. Solo para comparar la evaluación clínica pre y postoperatoria se utilizó la prueba t-Student pareada y la exacta de Fisher, considerando significativos valores de p igual o inferior a 0,05.

Resultados

El seguimiento medio tras la artrodesis fue de 4,2 años (rango, 3-5). No hubo pérdidas de pacientes. El tiempo quirúrgico medio, que incluía la extracción del espaciador de cemento colocado en el primer tiempo, fue de 115 minutos (rango, 75-175).

Respecto al estado previo a la artrodesis, los resultados clínicos mejoraron excepto para la autonomía de la marcha (tabla 2), aunque debe señalarse que el estado previo era muy bajo, pues era referido al tiempo en que estaba presente la causa que indicaba la artrodesis y antes de iniciar el primer tiempo de la revisión quirúrgica. En la última evaluación, 4 pacientes referían dolor en rodilla a la deambulaci6n

Tabla 2 Resultados clínicos

	Preoperatorio	Postoperatorio	p
<i>Dolor rodilla (n)</i>	29 (100%)	4 (13,8%)	0,001
<i>WOMAC dolor*</i>	62,4 (11,3)	86,9 (13,0)	0,001
<i>WOMAC funci6n*</i>	44,5 (13,4)	56,4 (10,7)	0,001
<i>SF12 f6sico*</i>	30,1 (14,4)	55,1 (10,3)	0,001
<i>SF12 mental*</i>	42,4 (11,6)	53,7 (10,0)	0,001
<i>Ayuda marcha (n)</i>	20 (68,9%)	24 (82,7%)	0,178
No/1 bast6n	9 (31,1%)	5 (17,3%)	
Otras			
<i>Deambulaci6n (n)</i>	22 (75,8%)	26 (89,7%)	0,196
En la calle	7 (24,2%)	3 (10,3%)	
En domicilio			

* Media (desviaci6n estandar).

precisando 3 andador y uno 2 muletas. Un paciente refería dolor ocasional en el muslo, y otro dolor en regi6n lumbar. En todos los pacientes el dolor era mecánico y constante a la deambulaci6n, excepto en los casos de dolor en muslo y lumbar que era ocasional. Todos precisaban de medicaci6n analgésica de moderada potencia de manera intermitente.

En conjunto, 18 pacientes (62,1%) no precisaban ayuda para caminar, 6 (20,7%) un bast6n, uno (3,4%) 2 bastones, y 4 (13,8%) un andador. Caminaban fuera de su casa 26 pacientes (89,7%) y 3 (10,3%) solo dentro de su casa. Solo 2 pacientes eran dependientes para las actividades bási cas de la vida diaria. Todos tenían dificultades para utilizar escaleras o sentarse en un coche.

Con la escala WOMAC-dolor se obtuvo una puntuaci6n media postartrodesis de 86,9 (rango, 55-100), habiendo 4 pacientes con puntuaci6n igual o menor a 65, y el resto con puntuaci6n igual o superior a 80. La puntuaci6n en la escala WOMAC-funci6n fue sensiblemente inferior, con un valor medio de 56,4 (rango, 17-65), habiendo 6 pacientes con puntuaci6n igual o inferior a 50, y el resto igual o superior a 55. Los pacientes con menor funci6n eran aquellos que precisaban mayor ayuda para caminar. Respecto a las escalas SF12 también fueron sensiblemente menores. Con SF12-f6sico el valor medio era 45,1 (rango, 14-53), correspondiendo las puntuaciones menores de 40 a los 6 pacientes con menor puntuaci6n WOMAC-funci6n. Con SF12-mental la puntuaci6n media era 53,7 (rango, 28-62), correspondiendo las puntuaciones menores de 40 a los pacientes que referían dolor.

Globalmente, 4 pacientes (13,8%) fueron considerados mal resultado de la artrodesis, por dolor, precisar ayuda de andador o ser dependientes para actividades bási cas de la vida diaria.

En la última evaluaci6n radiográf ica (fig. 1), se observ6 una alineaci6n femorotibial media de 4,5° de valgo (rango, 3°-6°). Dos pacientes presentaron radiolucencias cemento-hueso a nivel del componente femoral sintomáticas. En 2 pacientes la cementaci6n del clavo femoral fue insuficiente, mostrando líneas radiolucidas cemento-hueso. La disimetría media entre los miembros fue de 0,8cm (rango 0-2), habiendo 24 pacientes que no tenían disimetría o era inferior a 1 cm, 3 pacientes con 1,5 cm y 2 pacientes con 2,0 cm. Estos 5 últimos pacientes precisaron un alza en el calzado,



Figura 1 Resultado a 4 años de artrodesis de rodilla con clavo Endo-Model Link® e interposición de bloque de cemento. A) Anteroposterior. B) Lateral.

cuyo uso era bien aceptado por los pacientes y no empeoraba las escalas de WOMAC o SF12.

Tras la artrodesis, hubo 6 complicaciones. En 2 pacientes recurrió la infección, precisando uno de ellos nueva revisión en 2 tiempos para colocación de un nuevo clavo de artrodesis, curando la infección y resultando sin dolor y sin precisar ayudas para caminar. La otra paciente tenía 74 años, en programa de cuidados paliativos por severas comorbilidades no relacionadas con la rodilla que contraindicaron la reintervención. Otro paciente presentó erosión cortical de la punta proximal del clavo con riesgo de fractura, precisando recambio por otro clavo más largo, resultando sin dolor y no precisando ayudas. Otro presentó fractura periimplante a nivel del extremo proximal del clavo, por caída en escaleras a los 3 años, precisando revisión a clavo más largo y fijación interna femoral con placa femoral, resultando sin dolor pero necesitando ayuda de andador con 95 años de edad. Otros 2 pacientes, antes citados, presentaban insuficiente cementación del componente femoral, con líneas radiolucetas a ese nivel. Uno refería dolor en la rodilla precisando de andador y el otro dolor en el muslo precisando de 2 bastones. No hubo casos de rotura del implante.

Discusión

El propósito de este estudio fue describir los resultados funcionales tras la fijación de rodilla sin fusión ósea mediante el clavo intramedular Endo-Model Link®. No pudo realizarse comparación con otro método de artrodesis al no disponer de una cohorte de suficiente homogeneidad y tamaño, ni

comparación con revisiones sépticas en las que se hubiera implantado una nueva prótesis por el sesgo debido a la diferente tasa de gestos quirúrgicos sobre la rodilla. Para la valoración clínica no se consideró válida la escala KSS¹⁴ al contabilizar variables inapropiadas para la artrodesis. Así mismo, había sido puesta en duda la validez^{15,16} de instrumentos de valoración empleados en estudios previos de artrodesis, como Oxford Knee Score¹⁷ y Lequesne Algofuncional index¹⁸, en favor de los cuestionarios SF12 y WOMAC.

Tan solo hemos encontrado 5 estudios en la literatura sobre el clavo Endo-Model Link® para artrodesis tras fracaso de ATR, 2 de ellos utilizando interposición de cemento^{8,9} y los otros realizando contacto para fusión ósea^{7,10,11}, aunque también se han publicado resúmenes de comunicaciones orales. En otro estudio¹⁹ también se utilizó artrodesis con interposición de bloque de cemento, pero con distinto clavo modular. A nuestro entender, este es el estudio más amplio sobre este clavo publicado hasta la fecha para artrodesis tras fracaso de ATR por cualquier causa.

Actualmente, los implantes más utilizados para artrodesis de rodilla convencional son la fijación externa y el enclavado intramedular, aunque con este parecen obtenerse mejores resultados^{3,4} al aportar una fijación rígida y permitir la carga inmediata²⁰. La mayoría de artrodesis con enclavado intramedular persiguen la tradicional fusión femorotibial, para lo que es importante maximizar el contacto entre ambos huesos³. El clavo empleado en este estudio busca la estabilización mecánica de la rodilla sin fusión femorotibial¹⁰, por ello es difícil la comparación con otras técnicas salvo en lo referente a complicaciones quirúrgicas y resultados funcionales.

En nuestra serie, la infección no recurrió tras la artrodesis en 27 pacientes (93%), y en los otros 2 pacientes (7%) se resolvió mediante nueva revisión en 2 tiempos y reartrodesis con clavo. La implantación de un clavo intramedular en un lugar con infección previa tiene el riesgo de infección recurrente, con una tasa para clavos convencionales^{5,21-23} del 7-21%, habiendo una relevante tasa de amputaciones tras fracaso de la artrodesis^{5,23}. La ventaja teórica de la interposición de cemento con antibiótico frente a la infección no se ha demostrado en estudios previos^{19,24}, con una tasa de infección del 13%. Nuestra menor tasa de infección podría deberse a que era más prolongado el tiempo intermedio en la revisión en 2 tiempos. Al igual que otros autores²⁵, en caso de ATR infectada nosotros recomendamos la artrodesis en 2 tiempos con intervalo prolongado.

Mediante la artrodesis con fusión ósea, para la obtención de una rodilla estable e indolora es necesaria la compresión gradual y constante entre los extremos de fémur y tibia hasta conseguir la fusión. Pero aunque se refieren^{2,21} tasas de fusión de hasta el 90 y 100%, en algunos de estos casos fueron necesarias cirugías complementarias para tratamiento de retardos de consolidación o pseudoartrosis con aporte de injerto óseo^{7,23,25,26}.

Con el enclavamiento para artrodesis convencional es difícil conseguir una adecuada alineación del miembro, que en muchos de los casos^{21,25} resulta próxima a 0°, mientras que el clavo modular sin fusión ósea tiene la ventaja de su angulación fija en 5° de valgo, aunque el resultado puede variar ligeramente de acuerdo a la rotación del enclavado.

En nuestro estudio, la angulación femorotibial media conseguida fue de 4,5° de valgo, similar a otros estudios con el mismo implante⁸, mientras que las series con otros clavos que aportan este dato muestran una angulación media menor, de 0-3° de valgo^{23,24}.

Otro inconveniente de la fusión ósea es el frecuente acortamiento excesivo del miembro. En nuestro estudio, ningún paciente tenía una disimetría superior a 2 cm, similar a otros estudios que no utilizaron la fusión ósea^{7,8,19}. Si bien técnicamente es deseable cierto acortamiento para facilitar la circunducción de la cadera en la deambulación, diversos autores recomiendan que la disimetría no debería ser mayor de 2 cm pues dificultaría la bipedestación y conllevaría un excesivo balanceo pélvico que podría provocar molestias a nivel lumbar. Por el contrario, con la fusión ósea se describen acortamientos medios^{23,25} de 3,0-4,5 cm, siendo mayores de 2 cm en el 80-100% de los pacientes^{24,26}, o con disimetrías^{23,24,26} de hasta 6 cm.

Clínicamente, 4 pacientes (14%) de nuestra serie referían dolor residual en la rodilla, precisando 5 pacientes (17%) ayuda de al menos 2 bastones, lo que es discretamente peor a otros estudios con similar técnica^{7,21}. Con el enclavado para fusión ósea^{7,21,26} se describen 22-54% con dolor y 33% precisando al menos 2 bastones. Ramazzini et al.⁹ en una serie que utilizaba variadas técnicas de artrodesis, refieren que el 30% precisaron a 6 años 2 bastones o andador. En nuestro estudio, el resultado funcional fue relativamente bajo, próximo a los 50 puntos en las escalas WOMAC y SF12, similar a otros estudios con igual técnica^{10,19}. No obstante, un estudio²⁷ sobre validación de la escala SF12 reflejaba que puntuaciones mayores de 50 representaban la media en la población sana, y puntuaciones menores de 40 correspondían al nivel inferior del 84% de esa población. Empleando clavos modulares para obtener fusión ósea^{9,23} se refieren valores funcionales inferiores a los nuestros.

El clavo de artrodesis Endo-Model Link® presentaba como inconveniente que técnicamente era muy difícil obtener una adecuada cementación en toda su longitud, por lo que se optó en cementar solo los primeros 15-20 cm de cada componente. Esto tenía la desventaja potencial de producir dolor en el muslo o la tibia si no se obtenía una estabilización adecuada de los componentes. En nuestra serie solo 2 pacientes refirieron dolor en el muslo, no siendo este factor referido por otros autores.

Nuestro estudio está limitado principalmente por su aspecto retrospectivo y el tamaño de la muestra debido a su baja prevalencia. No obstante, nuestra serie supera en tamaño a la mayoría de las publicadas previamente y los datos clínicos habían sido recogidos prospectivamente. Otra limitación es el tiempo de seguimiento medio de 4,2 años, ya que se precisaría un largo plazo para valorar potenciales aflojamientos del clavo o inestabilidades de la rodilla.

Como conclusión, nuestros resultados muestran que la técnica de fijación de rodilla con el clavo Endo-Model Link® permite curar la infección en la mayoría de los casos, y que es efectiva a corto plazo para aportar estabilidad indolora, obtener una adecuada longitud del miembro y facilitar una aceptable capacidad funcional e independencia en las actividades diarias. No obstante, son necesarios estudios bien diseñados, de mayor tamaño y mayor seguimiento para validar los resultados de esta técnica.

Nivel de evidencia

Nivel de evidencia IV.

Responsabilidades éticas

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

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que han seguido los protocolos de su centro de trabajo sobre la publicación de datos de pacientes.

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

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

1. Cervelló S, Salom M, Forriol F, Cañellas D, Castejón M. Indicaciones actuales de la artrodesis de rodilla. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol.* 1998;42:341-5.
2. Conway JD, Mont MA, Bezwada HP. Current concepts review: Arthrodesis of the knee. *J Bone Joint Surg Am.* 2004;86A:835-8.
3. Mabry TM, Jacofsky DJ, Haidukewych GJ, Hanssen AD. Comparison of intramedullary nailing and external fixation knee arthrodesis for the infected knee replacement. *Clin Orthop Relat Res.* 2007;464:11-5.
4. Yeoh D, Goddard R, Macnamara P, Bowman N, Miles K, East D, et al. A comparison of two techniques for knee arthrodesis: The custom made intramedullary Mayday nail versus a monoaxial external fixator. *Knee.* 2008;15:263-7.
5. Bargiotas K, Wohlrab D, Sewecke JJ, Lavinge G, Demeo PJ, Sotereanos NG. Arthrodesis of the knee with a long intramedullary nail following the failure of a total knee arthroplasty as the result of infection. *J Bone Joint Surg Am.* 2006;88A:553-8.
6. Voss FR. A new technique of limb salvage after infected revision total knee arthroplasty: Artificial. *J Arthroplasty.* 2001;16:524-8.
7. Letartre R, Combes A, Autissier G, Bonnevalle N, Gougeon F. Knee arthrodesis using a modular customized intramedullary nail. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2009;95:520-8.
8. Iacono F, Bruni D, lo Presti M, Raspugli G, Bondi A, Sharma B, et al. Knee arthrodesis with a press-fit modular intramedullary nail without bone-on-bone fusion after an infected revision TKA. *Knee.* 2012;19:555-9.
9. Ramazzini-Castro R, Pons-Cabrafiga M. Artrodesis de rodilla en cirugía de rescate: estudio de 18 casos. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol.* 2013;57:45-52.
10. Rao MC, Richards O, Meyer C, Spencer-Jones R. Knee stabilisation following infected knee arthroplasty with bone loss and extensor mechanism impairment using a modular cemented nail. *Knee.* 2009;16:489-93.
11. Arroyo JS, Garvin KL, Neff JR. Arthrodesis of the knee with a modular titanium intramedullary nail. *J Bone Joint Surg Am.* 1997;79A:26-35.
12. Ware Jr J, Kosinski M, Keller SD. A 12-Item Short-Form Health Survey: Construction of scales and preliminary tests of reliability and validity. *Med Care.* 1996;34:220-33.

13. Whitehouse SL, Lingard EA, Katz JN, Learmonth ID. Development and testing of a reduced WOMAC function scale. *J Bone Joint Surg Br.* 2003;85B:706–11.
14. Insall JN, Dorr LD, Scott RD, Scott WN. Rationale of the Knee Society clinical rating system. *Clin Orthop Relat Res.* 1989;248:13–4.
15. Dunbar MJ, Robertsson O, Lidgren L. Appropriate questionnaires for knee arthroplasty: Results of a survey of 3600 patients from the Swedish knee arthroplasty registry. *J Bone Joint Surg Am.* 2001;83A:339–44.
16. Theiler R, Sangha O, Schaeren S, Michel BA, Tyndall A, Dick W, et al. Superior responsiveness of the pain and function sections of the Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC) as compared to the Lequesne-Algofunctional Index in patients with osteoarthritis of the lower extremities. *Osteoarthritis Cartilage.* 1999;7:515–9.
17. Dawson J, Fitzpatrick R, Murray D, Carr A. Questionnaire on the perceptions of patients about total knee replacement. *J Bone Joint Surg Br.* 1998;80B:63–9.
18. Lequesne M, Mery C, Samson M, Gérard P. Indexes of severity for osteoarthritis of the hip and knee. *Scand J Rheumatol.* 1987;65:85–9.
19. Neuerburg C, Bieger R, Jung S, Kappe T, Reichel H, Decking R. Bridging knee arthrodesis for limb salvage using an intramedullary cemented nail: A retrospective outcome analysis of a case series. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2012;132:1183–9.
20. Damron TA, McBeath AA. Arthrodesis following failed total knee arthroplasty: Comprehensive review and meta-analysis of recent literature. *Orthopedics.* 1995;18:361–8.
21. Crockarell Jr JR, Mihalko MJ. Knee arthrodesis using an intramedullary nail. *J Arthroplasty.* 2005;20:703–8.
22. Senior CJ, da Assunção RE, Barlow IW. Knee arthrodesis for limb salvage with an intramedullary coupled nail. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2008;128:683–7.
23. De Vil J, Almqvist KF, Vanheeren P, Boone B, Verdonk R. Knee arthrodesis with an intramedullary nail: A retrospective study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2008;16:645–50.
24. Incavo SJ, Lilly JW, Bartlett CS, Churchill DL. Arthrodesis of the knee: Experience with intramedullary nailing. *J Arthroplasty.* 2000;15:871–6.
25. Waldeman BJ, Mont MA, Payman KR, Freiberg AA, Windsor RE, Sculco TP, et al. Infected total knee arthroplasty treated with arthrodesis using a modular nail. *Clin Orthop Relat Res.* 1999;367:230–7.
26. Panagiotopoulos E, Kouzelis A, Matzaroglou Ch, Saridis A, Lambiris E. Intramedullary knee arthrodesis as a salvage procedure after failed total knee replacement. *Int Orthop.* 2006;30:545–9.
27. Ware JE, Kosinski M, Keller SD, editores. SF-12: how to score the SF-12 physical and mental health summary scales. 3^a ed. Lincoln: QualityMetric Incorporated; 1998.