



Revista Chilena de Ortopedia y Traumatología

www.elsevier.es/rchot



REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE TEMA

Fracturas periprotésicas de fémur en artroplastia total de rodilla: experiencia con técnica mínimamente invasiva

Tamara Rodríguez López^{a,*}, Jesús Hernández Elena^b, Miguel Rupérez Vallejo^c,
María Dolores Pérez Aguilar^b, María Asunción Pascual Carra^b,
Alberto Núñez Medina^a, Ana Alfonso Fernández^c,
Maria de los Angeles de la Red Gallego^b y María Isabel Pérez Núñez^{b,d}

^a Hospital Universitario Torrejón de Ardoz, Madrid, España

^b Hospital Universitario Marqués de Valdecilla, Santander, España

^c Hospital Sierrallana, Cantabria, España

^d Universidad de Cantabria, Santander, España

Recibido el 14 de diciembre de 2015; aceptado el 27 de febrero de 2016

Disponible en Internet el 31 de marzo de 2016

PALABRAS CLAVE

Fractura
periprotésica;
Rodilla;
Técnicas con placa
mínimamente
invasiva

Resumen

Antecedentes: La fractura periprotésica de fémur en artroplastia total de rodilla supone uno de los mayores retos quirúrgicos. La tasa de complicaciones generales supera el 30% tanto con tratamiento conservador como con el quirúrgico.

Parece que la técnica de osteosíntesis con placas bloqueadas de manera mínimamente invasiva ofrece buenos resultados para el tratamiento de las fracturas en las que no existe movilización del componente femoral.

Métodos: Se estudian retrospectivamente, desde enero de 2005 hasta diciembre del 2011, 32 pacientes, evaluando el tiempo de consolidación, el rango de movilidad, la deambulación y el alineamiento final mediante la realización de telemetrías en carga. El seguimiento medio fue de 56,5 meses (25-144).

Resultados: Se siguieron 32 pacientes (31 mujeres; un hombre) de los cuales el rango medio de edad fue de 77 años (70-89). Tres pacientes fallecieron (9%) y 4 pacientes (12%) se perdieron en la evolución final.

La tasa media de consolidación fue de 16,5 semanas (8-24); no se produjeron infecciones, presentaron 3 pseudoartrosis y solo se produjo un alineamiento en excesivo valgo (15°). El balance articular fue similar al previo a la fractura. La deambulación final fue igual a la previa en 24 de los 25 casos.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: tamara.rl85@gmail.com (T. Rodríguez López).

KEYWORDS

Periprosthetic fracture;
Knee;
Less Invasive Stabilization System

Conclusiones: Es una técnica adecuada para conseguir la consolidación en este tipo de fracturas y restablecer tanto la movilidad previa como un alineamiento correcto de la extremidad.

Nivel de evidencia IV.

© 2016 Sociedad Chilena de Ortopedia y Traumatología. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Peri-prosthetic femoral fractures in total knee arthroplasty: Experience using minimally invasive plate osteosynthesis

Abstract

Background: Peri-prosthetic fracture of the distal femur above total knee arthroplasty presents a challenging surgical problem for orthopaedic surgeons, as complication rates for both surgical and non-surgical treatment have been reported to be as high as 30%.

The minimally invasive plate osteosynthesis (MIPO) technique seems to have better results than other techniques in this type of fracture when there is no loosening of the femoral implant.

Methods: A total of 32 patients with this fracture were treated from January 2005 to December 2011. A retrospective review was conducted on the weeks of consolidation, range of motion, final alignment, and the ability to walk. The mean follow up was 56.5 months (25-144).

Results: A total of 32 (31 female, 1 male) patients, with a mean age 77 (70-89) years old were treated, of whom 3 (9%) died and 4 were lost to follow-up.

The mean time of consolidation was 16.5 weeks (8-24). There were no infections, although there were 3 non-unions and 1 malalignment (15° of valgus). We were able to restore the range of motion in every patient as it was before the fracture, as well as the ability to walk outdoors in 24 patients.

Conclusion: The MIPO technique is a great technique in order to achieve a good range of motion and alignment of these fractures.

Level of evidence IV.

© 2016 Sociedad Chilena de Ortopedia y Traumatología. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

La incidencia de las fracturas periprotésicas de fémur en pacientes con artroplastia total de rodilla oscila entre 0,3% y el 2,5%^{1,2}. Aunque mayoritariamente se producen en pacientes ancianos por mecanismos de baja energía, un pequeño porcentaje de las mismas se debe a mecanismos de alta energía, como los accidentes de tráfico^{3,4}.

Determinados factores de riesgo se asocian a este tipo de fracturas, como son el sexo femenino, la obesidad, la osteoporosis o el *notching* anterior; aunque este último continúa sin estar claramente asociado^{5,6}.

Existen muchas clasificaciones para este tipo de fracturas. La mayoría tienden únicamente al grado de desplazamiento fracturario y al aflojamiento del componente protésico. Autores como Kim et al. introducen además en su clasificación (tabla 1) el concepto de «stock óseo», lo que facilita la indicación terapéutica⁷⁻⁹. (figs. 1 y 2)

En el caso de aquellas fracturas en las que se considere la osteosíntesis como tratamiento, interesará emplear un sistema que mantenga el alineamiento, permita la movilización precoz, restrinja la pérdida sanguínea al mínimo y proporcione una fijación adecuada, aun cuando la calidad ósea no sea buena. En este sentido los implantes bloqueados, como el sistema *Less Invasive Stabilization System*

(LISS) (LISS; Synthes Corporation, Paoli, PA) cumplen todos estos requisitos, permitiendo realizar una osteosíntesis con placa de forma mínimamente invasiva (MIPO), evitando así posibles complicaciones¹.

El propósito de nuestro estudio es evaluar los resultados a medio plazo de las fracturas periprotésicas de rodilla tratadas mediante osteosíntesis con técnica MIPO.

Material y métodos

Este estudio es una revisión retrospectiva de una serie de casos operados de prótesis de rodilla que sufrieron una fractura periprotésica posterior a la misma.

Se incluyó a todos los pacientes con radiografías AP y laterales de rodilla, donde se objetivó una fractura periprotésica de fémur sobre prótesis de rodilla desplazada, sin signos de aflojamiento del componente femoral (IB clasificación de Kim), intervenidas entre diciembre de 2005 y enero del 2011 con placas LISS por técnica MIPO. Se excluyó a aquellos pacientes con signos de aflojamiento protésico, estudio radiográfico incompleto o sometidos a síntesis abierta y fijación interna.

Del total de 32 casos que cumplían estos criterios 3 murieron antes de la cirugía y 4 de ellos realizaron el seguimiento

Tabla 1 Clasificación de las fracturas periprotésicas de Kim

<i>Tipo I</i>	<i>IA</i>
Correcto stock óseo	Reductibles o no desplazadas
Componente protésico fijo y bien posicionado	Tratamiento conservador
	<i>IB</i>
	No reductibles o desplazadas
	Tratamiento quirúrgico (síntesis)
<i>Tipo II</i>	
Correcto stock óseo	Cirugía de revisión protésica (vástagos protésicos)
Componente protésico aflojado o malposicionado	
<i>Tipo III</i>	
Stock óseo malo	Cirugía de revisión protésica (prótesis de revisión)
Componente aflojado o malposicionado	

casos, a excepción de uno, el mecanismo de producción fue una caída desde su propia altura.

Se obtuvo el índice de masa corporal (IMC) del estudio preoperatorio, el diagnóstico previo de osteoporosis, la existencia de *notching* de más de 3 mm y el balance articular previo a la fractura, recogido en la historia clínica de cada paciente.

Se valoró la longitud del implante empleado, el tiempo de descarga, el balance articular postoperatorio, el tiempo de consolidación con seguimiento radiográfico periódico y la telemetría de los miembros inferiores al año, donde se evaluó el eje de la extremidad radiográficamente. Se recogieron las complicaciones tales como infecciones o fracasos de la consolidación; en este último caso, ante datos de retardo de consolidación en la radiografía del sexto mes, se realizó un control radiográfico adicional antes del año.

Catalogamos de pseudoartrosis a toda aquella fractura que no consolidase en menos de 8 meses desde la fractura.

postoperatorio en otro centro, por lo que no se incluyeron en el presente estudio.

Se obtuvieron un total de 25 casos, de los cuales 24 eran mujeres, con edad media de 77 años (70-89). En todos los

Resultados

Con relación a los datos preoperatorios obtuvimos un promedio de IMC de 34,4 (28-44,1), un 45,5% de diagnosticados

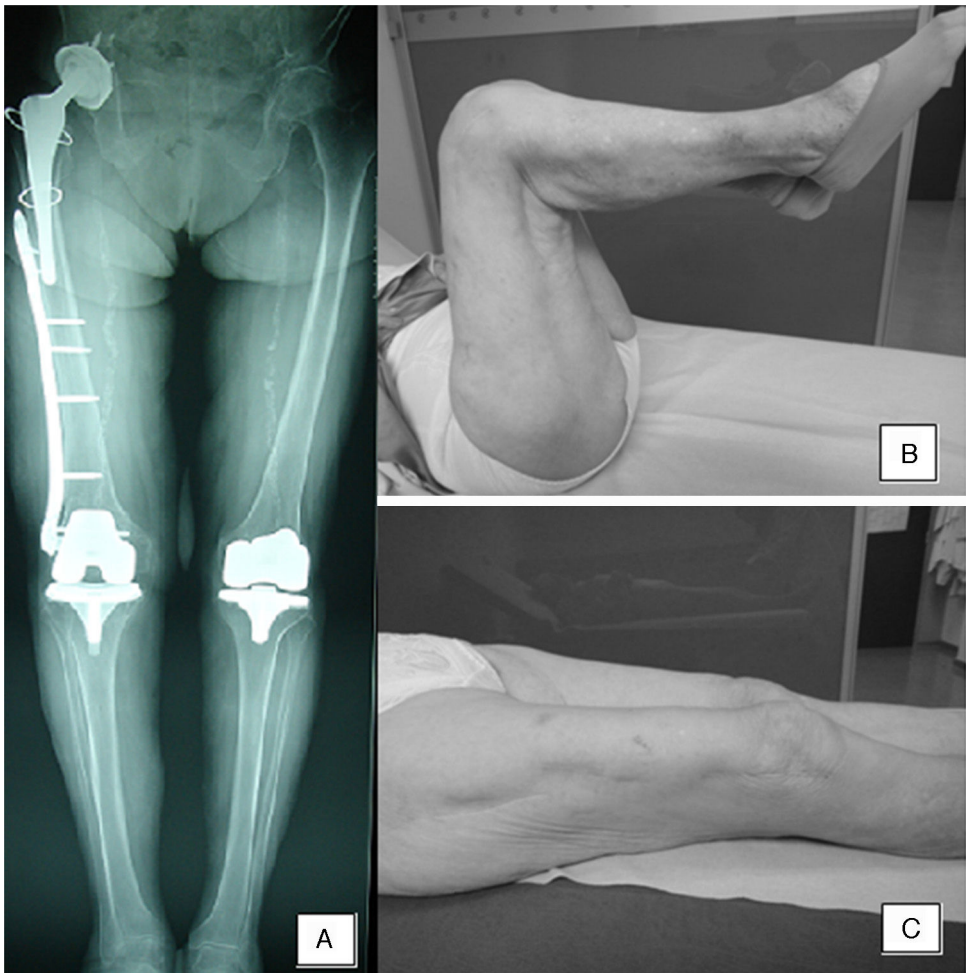


Figura 1 A. Telemetría al final del seguimiento de una de las pacientes con fractura interprotésica. B y C. Balance articular al final del seguimiento.

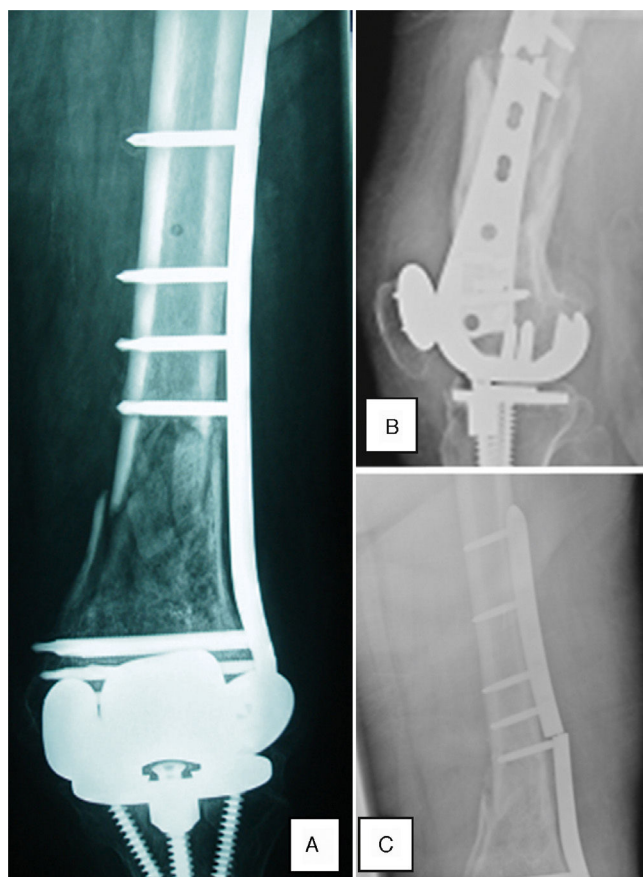


Figura 2 A. Radiografía anteroposterior postoperatoria de un montaje con placa LISS. B y C. Radiografías AP y lateral de fallo del implante.

previamente de osteoporosis, así como una ausencia de *notching* de más de 3 mm (tabla 2).

En 3 casos se utilizaron placas LISS cortas (5 orificios), mientras que en el resto se utilizaron placas con mayor longitud y número de orificios (9, 11 y 13 respectivamente). El tiempo medio de descarga fue de 8 semanas (5-15) y el de consolidación de 16,5 (8-24).

El rango de movilidad al final del seguimiento fue muy similar al presentado en las revisiones rutinarias de la prótesis de rodilla, que tuvieron lugar antes de la fractura (tabla 3).

En la telemetría de miembros inferiores realizada en la evolución final encontramos un alineamiento correcto en el 84% de los casos (0-7 grados de valgo) (fig. 1). Dos de las pacientes intervenidas, en las que se implantaron placas LISS de 5 orificios, presentaron alineamientos de 4° de varo y 15° de valgo respectivamente; la tercera paciente con malalineamiento de 10° grados de valgo se intervino con placa de 11 orificios (IMC = 39), y la cuarta paciente (9° valgo) declinó la reintervención por encontrarse asintomática (tabla 3).

Todos los casos, a excepción de uno, consiguieron realizar una buena deambulación extra-domiciliaria, aunque la mayoría ayudados de bastones. Si bien no se objetivaron episodios de infección, sí presentamos 3 casos con pseudoartrosis (12%) en pacientes diabéticas, con osteoporosis, que presentaban un montaje más rígido. Las 3 fueron reintervenidas para realizar aporte de injerto autólogo de cresta

ilíaca y reosteosíntesis con placas más largas. La consolidación posreintervención se produjo a las 14, 20 y 18 semanas respectivamente (tabla 3).

Aunque la complicación más frecuentemente presentada por los pacientes (12 de ellos) fue la molestia del material de osteosíntesis y la tendinitis de fascia lata, solamente 2 de ellos requirieron una extracción del material de osteosíntesis al año de la consolidación de la fractura (fig. 2).

El tiempo medio de seguimiento de estos pacientes fue de 56,5 meses (25-144) (tabla 4).

Discusión

El aumento de la esperanza de vida en países desarrollados, y el mayor número de artroplastias realizadas anualmente, hace previsible un aumento considerable de este tipo de fracturas en los próximos años. Estas representan todo un reto para el cirujano, que no solo se enfrenta a la síntesis de la fractura, sino a todos los factores de riesgo que aumentan con la edad del paciente y que ensombrecen su pronóstico^{9,10}.

Existen determinados factores de riesgo bien conocidos como la diabetes mellitus, la osteoporosis, los desórdenes neurológicos o la revisión de artroplastia primaria; otros no tan claros como la obesidad y el *notching* anterior^{5,6}.

En la revisión de los casos que presentamos se objetiva cómo la población muestral presenta muchos de estos factores de riesgo en rango muy elevado (tabla 2). Esto favorece no solo la aparición de estas fracturas, sino también los problemas que conllevan la misma para la síntesis, la consolidación y la restauración funcional de la rodilla.

En el presente trabajo evaluamos el balance articular, la alineación de la extremidad y las complicaciones empleando la técnica MIPO. Según esto vemos que la técnica MIPO ha permitido a nuestros pacientes un retorno a la actividad previa al 96% de los pacientes (24 pacientes deambulantes extradomiciliarios), una recuperación del balance articular correcto, así como una alineación fisiológica del eje de la extremidad en un 84% de los mismos.

Así mismo el tiempo medio de descarga fue de 8 semanas (5-15) y el de consolidación de 16,5 (8-24). Si evaluamos el tiempo de consolidación de las publicaciones referentes al empleo de técnica MIPO en este tipo de fracturas vemos que oscilan entre las 12 semanas de Ricci et al.⁴ y las 16 semanas de Hou et al.¹¹.

A pesar de ser pacientes ancianos, con una media de edad de 77 años (70-89), diabéticos en un 40% de los casos, osteoporóticos en el 45,5% y con un IMC medio de 34 (28-44,1) no registramos episodios de infección.

Si bien es cierto que presentamos 2 colapsos angulares importantes en el plano coronal, de 4° de varo y 15° de valgo respectivamente. Estos se produjeron como consecuencia de la utilización de placas cortas (de 5 orificios) que no conseguían una síntesis estable y que, por tanto, produjeron el colapso de la fractura¹².

La complicación más reseñable que hemos tenido ha sido la pseudoartrosis de 3 pacientes (12%); es una tasa comparable a la de otros estudios realizados, como el de Ricci et al. (9%) o el de Fulkerson (13%), aunque es más elevada que en otras revisiones realizadas como la de Kregor et al., del 0%, o la de Kolb, del 0%^{1,2,4,13}.

Tabla 2 Antecedentes personales y factores de riesgo

Paciente	Edad	Sexo	IMC	Enfermedad asociada	Mecanismo de producción
1	86	Mujer	41	DM, osteoporosis	Baja energía
2	70	Mujer	36,10	Osteoporosis	Baja energía
3	79	Mujer	32	Osteoporosis, PTC ipsilateral	Baja energía
4	76	Mujer	37,30	Osteoporosis, PTR bilateral	Baja energía
5	80	Mujer	35,50	PTR bilateral	Baja energía
6	89	Mujer	38	DM, PTR bilateral	Baja energía
7	72	Mujer	27	DM	Alta energía
8	88	Mujer	36	DM, PTR bilateral, PTC ipsilateral	Baja energía
9	76	Mujer	33		Baja energía
10	68	Mujer	32	Osteoporosis	Baja energía
11	76	Mujer	42	DM, PTR bilateral, AR	Baja energía
12	75	Mujer	41,30	DM, PTR bilateral	Baja energía
13	81	Mujer	30	Osteoporosis, PTR bilateral	Baja energía
14	70	Mujer	35,50	Osteoporosis	Baja energía
15	74	Mujer	29,40	Osteoporosis	Baja energía
16	78	Mujer	25,20	Osteoporosis, PTR bilateral	Baja energía
17	82	Mujer	34	PTR bilateral	Baja energía
18	82	Mujer	28	DM, PTR bilateral, PTC ipsilateral	Baja energía
19	70	Hombre	44,19		Baja energía
20	80	Mujer	39,99	DM, osteoporosis, PTR bilateral	Baja energía
21	78	Mujer	41	DM, osteoporosis	Baja energía
22	79	Mujer	35,13	DM	Baja energía
23	88	Mujer	32	Osteoporosis	Baja energía
24	75	Mujer	29,50		Baja energía
25	76	Mujer	28,13	Osteoporosis	Baja energía

Tabla 3 Resultados propios

Paciente	Tratamiento	N.º orificios	Balance articular preoperatorio	Balance articular postoperatorio	Angulación varo/valgo
1	LISS	11	0-95°	0-95°	4 valgo
2	LISS	9	0-100°	0-100°	2 valgo
3	LISS	5	0-100°	0-100°	15 valgo
4	LISS	13	0-110°	0-110°	6 valgo
5	LISS	9	0-95°	0-90°	4 varo
6	LISS	9	0-90°	0-90°	6 valgo
7	LISS	11	0-100°	0-100°	8 valgo
8	LISS	13	0-95°	0-95°	5 valgo
9	LISS	13	0-105	0-105°	4 valgo
10	LISS	5	0-95°	0-95°	6 valgo
11	LISS	11	0-100°	0-100°	7 valgo
12	LISS	13	0-95°	0-95°	5 valgo
13	LISS	5	0-95°	0-95°	10 valgo
14	LISS	9	0-120°	0-120°	7 valgo
15	LISS	11	0-90°	0-90°	5 valgo
16	LISS	11	0-120	0-120°	0 valgo
17	LISS	13	0-100°	0-100°	6 valgo
18	LISS	11	0-115°	0-115°	6 valgo
19	LISS	9	0-110°	0-110°	5 valgo
20	LISS	11	0-95°	0-95°	6 valgo
21	LISS	13	0-110°	0-110°	7 valgo
22	LISS	9	0-95°	0-95°	9 valgo
23	LISS	13	0-110°	0-110°	7 valgo
24	LISS	11	0-110	0-110°	3 valgo
25	LISS	13	0-110°	0-110°	6 valgo

Tabla 4 Tabla comparativa con las series existentes

Autor	Número pacientes	Malalineamientos/ acortamientos	Seguimiento	Consolidación	Complicaciones
Kolb et al. ²	MIPO	1 × 7° varo × no rotacionales	46 meses (26-67)	14 semanas (7-20)	Infección: 1 (3,2%), 1 artrólisis por rigidez
Ricci et al. ⁴	24 MIPO	4 × 2-3-4° varo, 1 × 13° valgo, 1 × 1° varo	15 meses	12 semanas 9% pseudoartrosis (3)	2 osteomielitis
Norrish et al. ¹⁹	16 MIPO	-	8 meses	15 semanas una pseudoartrosis (6%)	Un desanclaje precoz de la placa 5 muertes
Zlowodzki et al. ²⁰	13 MIPO	-	-	13 semanas no pseudoartrosis	Un retardo consolidación con reintervención
Large et al. ²¹	5 MIPO	1 deformidad en excesiva flexión	36 meses	Una pseudoartrosis	Una pseudoartrosis por infección, una fatiga del implante
Hou et al. ¹¹	34 MIPO	3 maluniones	29 meses	16 semanas 3 pseudoartrosis (8,8%)	3 maluniones, 2 infecciones, 3 fatigas de placa
Fulkerson et al. ¹³	19 MIPO	1 × varo	6,2 meses	Una pseudoartrosis	Una infección profunda, una revisión de una PTR
Muller et al. ²²	2 MIPO	2 × 10° valgo	20 meses	No pseudoartrosis	-
Streubel et al. ²³	61 MIPO	-	6 meses	13% pseudoartrosis	11% retardo consolidación, 7% infección, 11% fatiga del implante
Nuestra serie	25 MIPO	1 × valgo 15°, 1 × valgo 10°, 1 × varo 4°	56,5 meses	16,5 semanas 3 pseudoartrosis	Una fatiga de placa

En nuestro caso atribuimos este fracaso consolidatorio a una tendencia a la rigidez de los montajes y mayores tiempos de descarga en el caso de IMC elevados, lo que pudo favorecer la ausencia de consolidación con posterior rotura de la placa por fatiga.

La síntesis con placa bloqueada mediante técnica MIPO es el procedimiento ideal para mantener la reducción, a pesar de la mala calidad del hueso, el cual no es tan fácilmente controlable con otras técnicas como el enclavado retrógrado^{7,14,15}.

El sistema LISS y la técnica MIPO presentan numerosas ventajas, como la no apertura del foco de fractura, una menor desperiostización del hueso, así como mayor respeto de partes blandas. Esto supone una menor tasa de complicaciones en pacientes de alto riesgo quirúrgico, y una mejor tasa de consolidación. Permite un sistema de fijación más elástico estimulando la formación de callo óseo, evitando las pérdidas de reducción y la creación de un montaje estable, permitiendo la carga en pacientes osteoporóticos, ya que es capaz de soportar hasta 4 veces más carga axial que los sistemas no bloqueados convencionales^{3,16}.

Como alternativa a la técnica MIPO se puede plantear el enclavado retrógrado a través de la prótesis, si el diseño de la prótesis lo permite. Herrera et al.¹⁷ indican una reducción de la tasa de pseudoartrosis de hasta un 87% con el enclavado retrógrado y una mejor tasa de consolidación que la ofrecida por los sistemas de placas bloqueados (1,5% del enclavado frente al 5,3% de los sistemas de placas de bloqueo), sin embargo autores como Kregor o Kolb et al.^{1,2} reseñan una

tasa de pseudoartrosis del 0% en pacientes tratados mediante la técnica MIPO y placa LISS. Sin duda alguna, en ambos sistemas la pérdida sanguínea, las complicaciones de compromiso cutáneo y la tasa de infecciones se ven reducidas al mínimo.

Su et al.⁷ describen complicaciones derivadas del enclavado como la aparición de metalosis, provocando un fallo prematuro del implante protésico o una incapacidad para el correcto bloqueo distal de la fractura, en los casos en que el fragmento distal presenta una longitud desde la fractura hasta la interlínea articular menor de 8 cm.

Además de objetivarse estas complicaciones, el uso del clavo ocasiona a veces problemas de acortamiento de la extremidad afecta y un menor rango de movilidad articular¹⁸. Complicaciones que no se presentan en los estudios realizados hasta el momento sobre pacientes tratados mediante técnica MIPO.

Es importante destacar el carácter retrospectivo del presente trabajo. La realización de estudios de mayor potencia estadística podrían aportar conclusiones con mayor evidencia.

Conclusiones

Nuestros resultados sugieren que el sistema de osteosíntesis con placa bloqueada mediante técnica mínimamente invasiva es un sistema adecuado para el tratamiento de las fracturas periprotésicas de rodilla, en las que el componente

protésico no se encuentra aflojado y la fractura es irreducible o inestable (tipo IB de Kim). Con él se consigue un balance articular similar al previo a la fractura y una capacidad para la deambulación extradomiciliaria aceptable.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

- Kregor PJ, Hughes JL, Cole PA. Fixation of distal femoral fractures above total knee arthroplasty utilizing the Less Invasive Stabilization System (L.I.S.S.). *Injury*. 2001;32 Suppl 3:SC64-75.
- Kolb W, Guhlmann H, Windisch C, Marx F, Koller H, Kolb K. Fixation of periprosthetic femur fractures above total knee arthroplasty with the less invasive stabilization system: A mid-term follow-up study. *J Trauma*. 2010;69:670-6.
- Kolb K, Koller H, Lorenz I, Holz U, Marx F, Grutzner P, et al. Operative treatment of distal femoral fractures above total knee arthroplasty with the indirect reduction technique: A long-term follow-up study. *Injury*. 2009;40:433-9.
- Ricci WM, Loftus T, Cox C, Borrelli J. Locked plates combined with minimally invasive insertion technique for the treatment of periprosthetic supracondylar femur fractures above a total knee arthroplasty. *J Orthop Trauma*. 2006;20:190-6.
- Ritter MA, Thong AE, Keating EM, Faris PM, Meding JB, Berend ME, et al. The effect of femoral notching during total knee arthroplasty on the prevalence of postoperative femoral fractures and on clinical outcome. *J Bone Joint Surg Am*. 2005;87:2411-4.
- Franklin J, Malchau H. Risk factors for periprosthetic femoral fracture. *Injury*. 2007;38:655-60.
- Su ET, DeWal H, Di Cesare PE. Periprosthetic femoral fractures above total knee replacements. *J Am Acad Orthop Surg*. 2004;12:12-20.
- Rorabeck CH, Taylor JW. Classification of periprosthetic fractures complicating total knee arthroplasty. *Orthop Clin North Am*. 1999;30:209-14.
- Kim KI, Egol KA, Hozack WJ, Parvizi J. Periprosthetic fractures after total knee arthroplasties. *Clin Orthop Relat Res*. 2006;446:167-75.
- Parvizi J, Jain N, Schmidt AH. Periprosthetic knee fractures. *J Orthop Trauma*. 2008;22:663-71.
- Hou Z, Bowen TR, Irgit K, Strohecker K, Matzko ME, Widmaier J, et al. Locked plating of periprosthetic femur fractures above total knee arthroplasty. *J Orthop Trauma*. 2012;26:427-32.
- Wong MK, Leung F, Chow SP. Treatment of distal femoral fractures in the elderly using a less-invasive plating technique. *Int Orthop*. 2005;29:117-20.
- Fulkerson E, Tejwani N, Stuchin S, Egol K. Management of periprosthetic femur fractures with a first generation locking plate. *Injury*. 2007;38:965-72.
- McGraw P, Kumar A. Periprosthetic fractures of the femur after total knee arthroplasty. *J Orthop Traumatol*. 2010;11:135-41.
- Schutz M, Muller M, Krettek C, Hontzsch D, Regazzoni P, Ganz R, et al. Minimally invasive fracture stabilization of distal femoral fractures with the LISS: A prospective multicenter study. Results of a clinical study with special emphasis on difficult cases. *Injury*. 2001;32 Suppl 3:SC48-54.
- Schandelmaier P, Partenheimer A, Koenemann B, Grun OA, Krettek C. Distal femoral fractures and LISS stabilization. *Injury*. 2001;32 Suppl 3:SC55-63.
- Herrera DA, Kregor PJ, Cole PA, Levy BA, Jonsson A, Zlowodzki M. Treatment of acute distal femur fractures above a total knee arthroplasty: Systematic review of 415 cases (1981-2006). *Acta Orthop*. 2008;79:22-7.
- Althausen PL, Lee MA, Finkemeier CG, Meehan JP, Rodrigo JJ. Operative stabilization of supracondylar femur fractures above total knee arthroplasty: A comparison of four treatment methods. *J Arthroplasty*. 2003;18:834-9.
- Norrish AR, Jibri ZA, Hopgood P. The LISS plate treatment of supracondylar fractures above a total knee replacement: A case-control study. *Acta Orthop Belg*. 2009;75:642-8.
- Zlowodzki M, Williamson S, Cole PA, Zardiackas LD, Kregor PJ. Biomechanical evaluation of the less invasive stabilization system, angled blade plate, and retrograde intramedullary nail for the internal fixation of distal femur fractures. *J Orthop Trauma*. 2004;18:494-502.
- Large TM, Kellam JF, Bosse MJ, Sims SH, Althausen P, Masonis JL. Locked plating of supracondylar periprosthetic femur fractures. *J Arthroplasty*. 2008;23 6 Suppl 1:115-20.
- Muller M, Kaab M, Tohtz S, Haas NP, Perka C. Periprosthetic femoral fractures: Outcome after treatment with LISS internal fixation or stem replacement in 36 patients. *Acta Orthop Belg*. 2009;75:776-83.
- Streubel PN. Mortality after periprosthetic femur fractures. *J Knee Surg*. 2013;26:27-30.