

Fracaso de fijación con placa LISS en fracturas de fémur distal: discusión de dos casos clínicos

Failure of LISS plate fixation of distal femur fractures: a discussion of two clinical cases

LÓPEZ MOLINA, INMACULADA; GODOY MONTIJANO, M^a AMPARO; ALCÁNTARA ATIENZA, JOSÉ ANTONIO; VIDAL MARTÍN DE ROSALES, JOSÉ M^a

DEPARTAMENTO

FEAs del Hospital Universitario Virgen de las Nieves de Granada.

RESUMEN

Resumen: Las fracturas del fémur distal tienen un tratamiento complejo y en continua discusión. La placa LISS para fémur distal (fijación mínimamente invasiva, SYNTHES-STRATEC, Suiza) supone un extraordinario método de tratamiento.

Objetivos: Discutir las posibles causas de tres fracasos de placas LISS (SYNTHES-STRATEC, Suiza) en dos fracturas de fémur distal. **Material y Métodos:** Caso 1: hombre de 34 años, con fractura abierta grado II de Gustilo(1) fémur distal tipo C2 de AO. Caso 2: mujer de 73 años, con fractura periprotésica de fémur tipo III de la clasificación de Neer modificada por Merkel (2). En ambos casos se realiza reducción y fijación interna con placa LISS (SYNTHES-STRATEC, Suiza).

Resultados: En ambos casos se retira el montaje y se sustituye por otro LISS (SYNTHES-STRATEC, Suiza) con diferente disposición, que posteriormente se analizarán, el caso 2 sufre además un segundo fracaso que precisará otra intervención. En ambos, los resultados finales son satisfactorios. **Conclusiones:** Con los sistemas de fijación mínimamente invasiva y las placas de compresión bloqueadas aparece una opción que ofrece múltiples puntos de estabilidad angular entre la placa y el hueso.

ABSTRACT

Summary: Distal femoral fractures have a complex treatment subject to ongoing discussion. The LISS (less invasive stabilization system, SYNTHES-STRATEC, Switzerland) plate for the distal femur is an unusual method of treatment. **Objectives:** The possible causes of three LISS plate failures (SYNTHES-STRATEC, Switzerland) in two fractures of the distal femur are discussed. **Material**

and Methods: Case 1: 34 year old male with a Gustilo (1) grade II open fracture of the distal femur, type C2 according to the AO classification. Case 2: 73 year old female with periprosthetic fracture of the femur, type III in the Merkel (2) modification of the Neer classification. In both cases internal reduction and fixation was performed with a LISS plate (SYNTHES-STRATEC, Switzerland).

Results: In both cases the mounting was removed and replaced by another LISS (SYNTHES-STRATEC, Switzerland) with different arrangement, which were analysed later. Case 2 also suffered a second failure which will require further intervention. In both, the final results are satisfactory. **Conclusions:** The less invasive stabilization systems and locking compression plates provide an option that offers multiple points of angular stability between the plate and bone.

Palabras clave: LISS (SYNTHES-STRATEC, Suiza), fémur distal, estabilidad angular.

Key words: LISS (SYNTHES-STRATEC, Switzerland), distal femur, angular stability.

CONTACTO: Inmaculada López Molina. C/ Rocío Dúrcal n° 2, 1º A 18650 Dúrcal (Granada). 958 797 001 - 680 614 836 imalop@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

Las fracturas del fémur distal tienen un tratamiento complejo y en continua discusión. La reconstrucción anatómica de la superficie articular, la alineación del miembro y la movilización precoz son los principales objetivos del tratamiento. En pacientes jóvenes suelen producirse a consecuencia de un traumatismo de alta energía, a diferencia de los pacientes ancianos, en que la fuerza suele ser de menor energía como una caída con la rodilla flexionada. El tratamiento y pronóstico de estas lesiones va a depender de factores como el grado de desplazamiento, la presencia de conminución, la lesión de partes blandas, la afectación del cartílago articular, la calidad del hueso y la presencia de otras lesiones asociadas. La pérdida de hueso por la existencia de gran conminución o un hueso de mala calidad disminuye la estabilidad de la fijación. Tradicionalmente estas fracturas se han tratado con clavos intramedulares, la placa condílea de 95°, el tornillo dinámico condíleo⁽³⁾. En el caso de fracturas coronales o de extensión articular conminuta, la placa sería el implante más indicado, con el inconveniente de que en presencia de conminución medial o hueso pobre, no es infrecuente la presencia de fracasos de la fijación, ausencia de consolidación o colapsos de la fractura en varo. Con la aparición de los sistemas de fijación mínimamente invasiva (LISS) (SYNTHES-STRATEC, Suiza) y las placas de compresión bloqueadas (LCP) (SYNTHES-STRATEC, Suiza) aparece un sistema que ofrece múltiples puntos de estabilidad angular entre la placa y el hueso^(5,6,7), teóricamente reduciendo la tendencia al colapso en varo. Estudios recientes sobre la placa LISS (SYNTHES-STRATEC, Suiza) han mostrado alto índice de consolidación de las fracturas con baja incidencia de malalineaciones⁽⁸⁾. Se han publicado muy pocos casos de fracaso de placas condíleas LCP (SYNTHES-STRATEC, Suiza), y de de placas LISS (SYNTHES-STRATEC, Suiza) en el fémur distal.

La placa LISS (SYNTHES-STRATEC, Suiza) permite una colocación mínimamente invasiva y la preservación de la vascularización de la cortical lateral, pero a pesar de suponer un gran avance⁽⁷⁾, no siempre constituye una solución definitiva, sobre todo en casos en que se

añaden problemas biológicos como la escasez de hueso y problemas técnicos, en ocasiones difíciles de detectar, que conllevan al fracaso del implante⁽⁴⁾. Aspectos como el aporte de injerto óseo y el estudio minucioso del patrón de fractura, su biomecánica y la adecuada planificación técnica del n° y lugar de los componentes de la fijación, tal vez podrían disminuir la prevalencia de este tipo de complicaciones.

OBJETIVOS

El propósito de este trabajo es discutir y examinar tres casos de fracasos de placas LISS (SYNTHES-STRATEC, Suiza) con un seguimiento máximo de 20 meses en 2 pacientes operados en el Servicio de Traumatología y Cirugía Ortopédica del Hospital Universitario Virgen de las Nieves de Granada, un hombre joven de 34 años cuyo mecanismo de fractura fue un traumatismo de alta energía y una mujer de 73 años por mecanismo de baja energía, con fractura periprotésica de fémur distal que planteó dos fracasos de tratamiento.

Ambos fueron reoperados, describiéndose todo el proceso hasta obtener el análisis y generación de hipótesis de las posibles causas del fracaso del implante, obteniéndose una serie de conclusiones acerca de todo los problemas relacionados con este fracaso como la edad avanzada, problemas biológicos, la escasez y calidad del hueso, la correcta y precoz reducción y fijación, el adecuado uso de injerto óseo y la protección de la carga precoz, quizás combinado con modificaciones en el diseño del implante podrían disminuir la prevalencia de estas complicaciones en el futuro.

MATERIAL Y MÉTODOS

El caso n° 1 es un hombre de 34 años, fumador habitual, que sufre accidente de motocicleta sufriendo fractura abierta grado II de Gustilo⁽¹⁾ de fémur distal tipo C2 de la clasificación de AO y el caso n° 2 es una mujer de 73 años, obesa, con prótesis total de rodilla de un mes de evolución con parestia de nervio ciático popliteo externo como secuela postquirúrgica que sufre caída en su domicilio produciéndose fractura periprotésica de fémur tipo III de la clasificación de Neer modificada por Merkel⁽³⁾. En ambos casos se realiza reducción y fijación

interna con placa LISS (SYNTHES-STRATEC, Suiza) y a los 7 y 4 meses respectivamente sufren fracaso del material de osteosíntesis, la mujer en dos ocasiones.

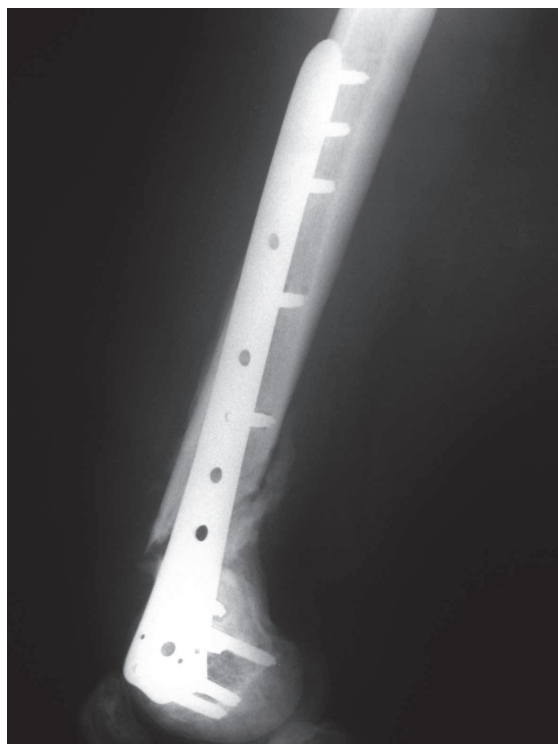
Las indicaciones para usar este implante incluirían las fracturas en el plano coronal, osteopenia y/o extensión distal de la conminución.

Los pacientes fueron manejados de entrada de acuerdo con las pautas advanced trauma life support guidelines⁽⁹⁾.

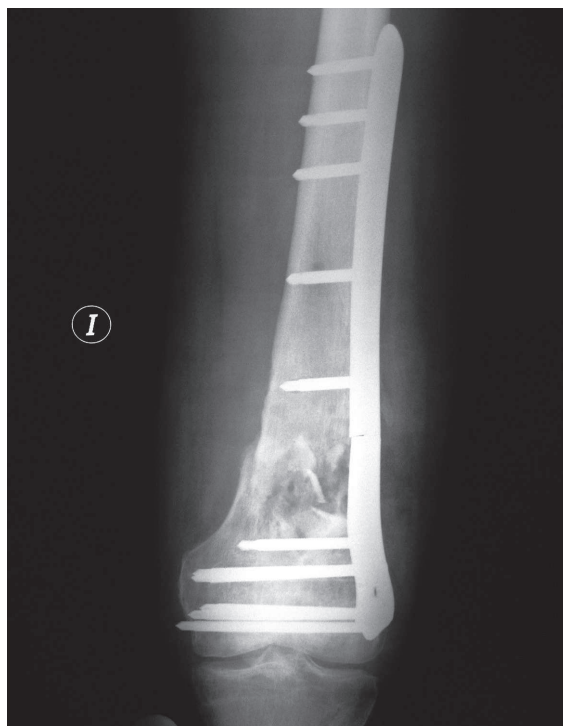
Se utilizó un abordaje lateral, se visualizó la superficie articular y se realizó una reducción abierta y fijación interna de la superficie articular. La zona articular de estabilizó y se fijó a la zona metafisodiafisaria con el sistema de placas LCP (SYNTHES-STRATEC, Suiza). Se siguieron los principios de reducción indirecta. Se colocaron distalmente un mínimo de cuatro tornillos bloqueados. Se fijaron un mínimo de seis corticales



Figuras 1 y 2: Fractura de fémur distal por traumatismo de alta energía.



Figuras 3 y 4: Reducción y fijación con sistema LISS.



Figuras 5 y 6: Fracaso de fijación. Rotura del sistema a los 7 meses.

proximalmente. Se permitió el rango de movimiento de la rodilla cuando sanaron los tejidos blandos. Se aleccionó a los pacientes para que no realizaran la carga antes de 12 semanas postoperatorias.

RESULTADOS

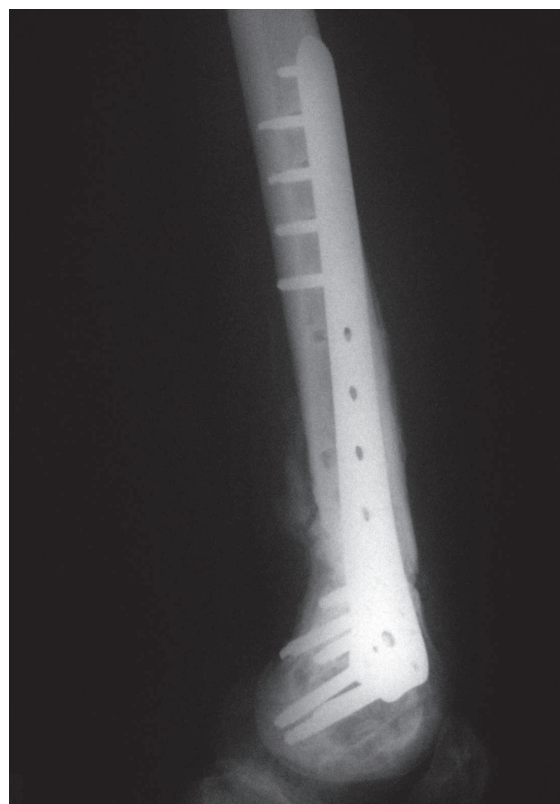
CASO 1

Hombre de 34 años, fumador habitual, que sufre accidente de motocicleta sufriendo fractura abierta grado II de Gustilo⁽¹⁾ de fémur distal tipo C2 de la clasificación de AO (Figs. 1 y 2). El día de la lesión se trató con la correspondiente antibioterapia intravenosa, desbridamiento e irrigación y fijación provisional de la fractura. A las 48 h se realizó la fijación definitiva realizándose reducción y fijación interna con placa LISS (SYNTHES-STRATEC, Suiza) con fijación de 10 corticales proximales y 6 tornillos de bloqueo distales (Figs. 3 y 4). Comenzó ejercicios de movilización a los 3 días de la cirugía. La carga parcial comenzó a los 3

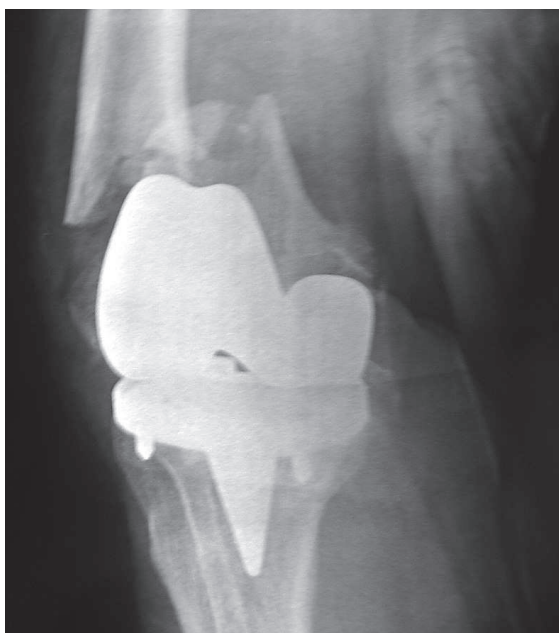
meses. A los 7 meses el paciente refiere notar un crujido sin traumatismo previo revelando la radiología simple una rotura de la placa a nivel de uno de los agujeros, el más proximal a nivel del foco de fractura (Figs. 5 y 6). Se realiza nueva intervención retirando el montaje y colocando otra LISS (SYNTHES-STRATEC, Suiza) con fijación de 9 corticales proximales al foco de fractura y 8 tornillos de bloqueo distales, añadiendo NORIAN CRS FAST SET PUTTY (SYNTHES-STRATEC, Suiza) en la zona del defecto (Figs. 7 y 8). Tres meses después la marcha es indolora y el rango de movilidad de 180°-110°, observándose en la radiología presencia de consolidación.

CASO 2

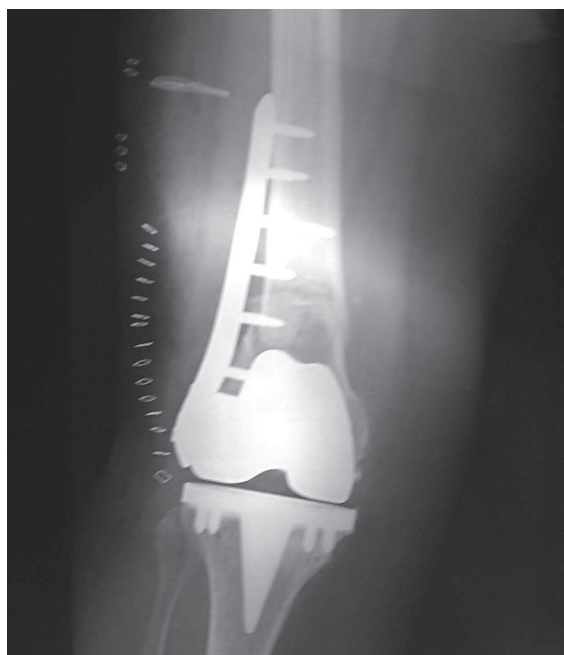
Mujer de 73 años, obesa, con prótesis total de rodilla de un mes de evolución con paresia de nervio ciático popliteo externo como secuela postquirúrgica. Sufrir caída en su domicilio produciéndose fractura periprotésica de fémur tipo III de la clasificación de Neer



Figs. 7 y 8: Nueva osteosíntesis con sistema LISS y aporte de NORIAN.



Figs 9 y 10: Fractura periprotésica por mecanismo de baja energía.



Figuras 11 y 12: Reducción y fijación con sistema LISS.

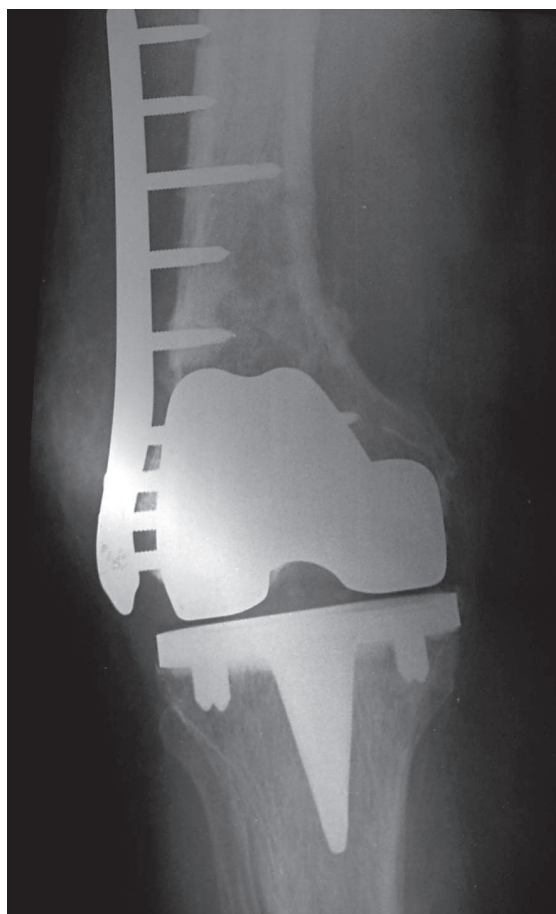
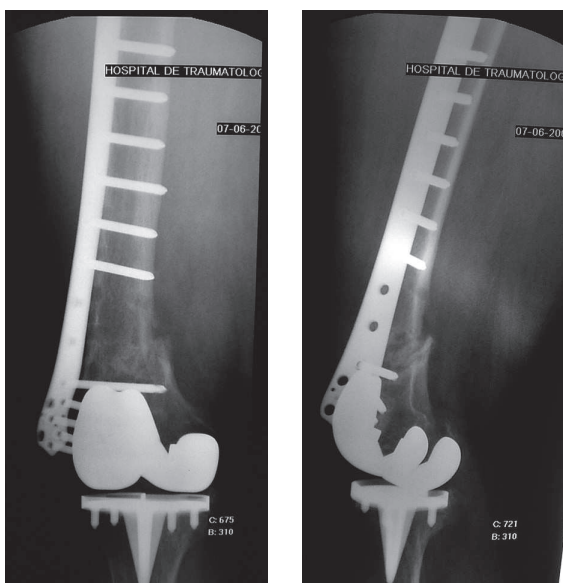


Figura 13: Fracaso del sistema a los 4 meses.

modificada por Merkel⁽²⁾ (Figs. 9 y 10). Es intervenida quirúrgicamente realizándose reducción y osteosíntesis con placa LISS (SYNTHES-STRATEC, Suiza), con una fijación proximal al foco de seis corticales y cuatro tornillos bloqueados distales al foco de fractura (Figs. 11 y 12). Comenzó ejercicios de movilización a los 3 días de la cirugía y comenzó carga parcial a los 3 meses. A los 4 meses postcirugía acude por dolor sin traumatismo previo, revelando la radiología simple arrancamiento de los tornillos proximales al foco de fractura con separación de la placa del hueso (Fig. 13). Se realiza una nueva intervención retirando el implante y colocando otra placa LISS (SYNTHES-STRATEC, Suiza) con un montaje de fijación de 12 corticales proximales al foco y cinco tornillos bloqueados distales



Figuras 14 y 15: Nueva osteosíntesis con placa LISS.

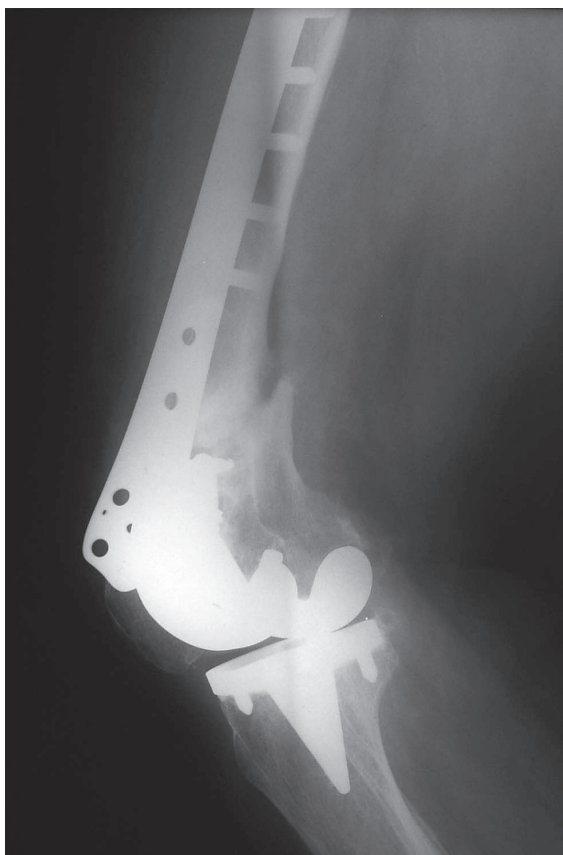
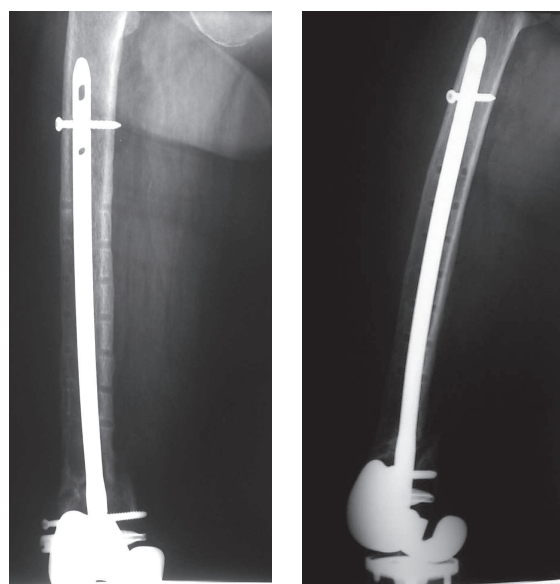


Figura 16: Nuevo fracaso a los 7 meses.

(Figs. 14 y 15). Se mantiene en descarga y comienza carga parcial a los 3 meses. A los 7 meses acude con movilización del extremo distal de la placa y rotura de un tornillo bloqueado distal sin antecedente traumático (Fig. 16). Se interviene de nuevo colocando clavo DFN con bloqueo estático y lámina espiral (Figs. 17 y 18). Al mes se inicia carga parcial y a los 7 meses de la intervención la marcha es indolora y se aprecia consolidación de la fractura.

En el caso 1, el paciente presentaba una fractura abierta de alta energía que fue aceptablemente reducida y fijada. A los 7 meses se rompió la placa en el contexto de una ausencia de consolidación de la fractura, fatigándose el material a nivel de un agujero de la placa sin tornillo en una zona de transición de ausencia de hueso del foco de fractura, a zona de hueso metafisodiafisaria, en el punto de inflexión. Probablemente, la introducción de un tornillo en ese agujero, hubiera disminuido el estrés mecánico del implante a ese nivel. En la cirugía de rescate se encontró un tejido fibroso en el foco que le aportaba movilidad, el cual se desbridó y tras la nueva reducción y fijación, se aportó NORIAN CRS FAST SET PUTTY (SYNTHES-STRATEC, Suiza)



Figuras 17 y 18: Fijación con clavo DFN con bloqueo estático.

en el defecto. Dadas los antecedentes personales de tabaquismo y las características iniciales de la fractura de predisposición para la infección y la no consolidación, hubiera sido una buena opción aportar de entrada injerto de cresta ilíaca en el foco desde el punto de vista biológico. La reducción y la alineación eran buenas, dato importante para la biomecánica de la fractura en miras a la consolidación, pero el 3º-4º mes cuando no se apreciaba apenas callo radiológicamente, pudo ser una nueva indicación para aportar injerto, quizá esto hubiera podido prevenir el fracaso del implante.

En el caso 2, la paciente era de edad avanzada y obesa, con una fractura de baja energía en un hueso osteoporótico, con una prótesis total de rodilla de 1 año de evolución en una pierna con una paresia del CPE en resolución. Los anteriores factores predisponen de entrada a problemas en la fijación y/o la consolidación⁽¹²⁾. En la primera cirugía que se realiza, el montaje LISS (SYNTHES-STRATEC, Suiza) resulta deficiente: la fijación proximal al foco está sustentada por dos tornillos bloqueados unicorticales, uno bicortical, otro, unicortical, también bloqueado, de fijación y localización muy precaria porque casi interesa al foco de fractura en un hueso muy osteoporótico, y un tornillo unicortical bloqueado en el foco de fractura. A los 4 meses falla el sistema sin traumatismo previo, probablemente debido a la insuficiente fijación del sistema sobre un hueso de pobre calidad: se produce arrancamiento de los tornillos proximales al foco y del tornillo intrafocal con separación de esa zona de la placa del hueso. Probablemente, la fijación de un mayor número de corticales hubiera dado mayor solidez al montaje; parece ser que el uso de tornillos bicorticales mejora la estabilidad del sistema con respecto los unicorticales. La cirugía de rescate se hizo con una placa más larga y fijación de 12 corticales proximales al foco, pero quedó una malalineación en varo de unos 10º. Este sistema también fracasó a los 7 meses sin antecedente traumático sufriendo un colapso en varo, con movilización del extremo distal de la placa y rotura de un tornillo bloqueado distal al foco de fractura en la porción condilar de la placa, en este caso, probablemente el varo postreducción no beneficiaría biomecánicamente al foco de fractura, sumado a la

pobre biología del hueso, que tanto en esta situación como en la anterior, el aporte biológico de injerto quizás hubiera ayudado a la consolidación⁽¹⁴⁾. El segundo rescate se hizo colocando un clavo DFN con bloqueo estático y lámina espiral, donde se realizó un fresado que ayudó a desbridar el foco y aportó injerto. Esto ha conducido finalmente a la consolidación, pero de todas formas el aporte de injerto pudo haberse realizado de alguna forma más completa.

DISCUSIÓN

Las fracturas de alta energía de fémur distal asocian frecuentemente conminución articular y metafisaria. Las fracturas en el plano coronal y con extensa conminución distal generalmente han sido tratadas con placas anguladas o clavos retrógrados. La fijación de estas fracturas con una sola placa lateral se ha asociado históricamente a retardo o ausencia de consolidación o consolidación con colapso en varo. Antes de la existencia de las placas bloqueadas este problema se abordaba con doble fijación medial y lateral, provocando una agresión adicional a la biología del foco de fractura⁽¹⁵⁾. La aparición de placas con la posibilidad de bloquear los tornillos, ha añadido el beneficio de aumentar la rigidez de la fijación en hueso osteoporótico o en presencia de fracturas con pequeños fragmentos de hueso.

Existen ventajas en el uso de placas bloqueadas en el fémur distal: la placa condílea LCP (SYNTHES-STRATEC, Suiza) proporciona múltiples puntos de fijación de la placa al tornillo proporcionando gran estabilidad a través de un simple montaje lateral, el cual reduce potencialmente la tendencia al colapso en varo. La placa LISS (SYNTHES-STRATEC, Suiza) además consigue una colocación mínimamente invasiva y la conservación de la vascularización de la cortical lateral. Los resultados clínicos de la placa LISS (SYNTHES-STRATEC, Suiza) parecen prometedores⁽¹⁰⁾ en el fémur distal, así como lo han sido los de la LCP (SYNTHES-STRATEC, Suiza) en otras fracturas.

Kregor et al^(7,8) describió un 5% de prevalencia de fallo de los tornillos proximales tras el tratamiento de 103 fracturas de fémur distal con placa LISS (SYNTHES-STRATEC, Suiza). También ha descrito recientemente

fracasos de la LISS (SYNTHES-STRATEC, Suiza) con rotura de la placa o pérdida de fijación de los tornillos proximales en cuatro pacientes (el 18% de sus pacientes). Razones potenciales de estos fallos incluyen errores técnicos en la colocación de la placa y comienzos tempranos de la carga en presencia de consolidaciones lentas. La LISS (SYNTHES-STRATEC, Suiza) difiere de la LCP (SYNTHES-STRATEC, Suiza) en la composición, forma y colocación. La LISS (SYNTHES-STRATEC, Suiza) funciona como un fijador interno con fijación unicortical bloqueada en la diáfisis femoral. La LCP (SYNTHES-STRATEC, Suiza) incluye tornillos bloqueados o convencionales proximalmente. Se han utilizado tornillos bicorticales no bloqueados en la parte proximal de la placa condílea LCP (SYNTHES-STRATEC, Suiza), los cuales podrían ser superiores con respecto a la fuerza necesaria para arrancarlos en comparación con los tornillos bloqueados unicorticales de la LISS (SYNTHES-STRATEC, Suiza). Previamente a la descripción de fracasos de este sistema en el fémur distal, se habían descrito fallos de la LCP (SYNTHES-STRATEC, Suiza) en otras localizaciones anatómicas, en las que se especulaba que eran secundarias a errores técnicos, incluyendo la inapropiada longitud o tamaño de la placa, el nº insuficiente de tornillos y el uso de tornillos unicorticales⁽¹⁷⁾. Es posible que la fijación adicional en nuestros pacientes podría haber disminuido el riesgo de fallo. Simonian et al⁽¹⁸⁾ describieron lugares angulares para los tornillos con respecto a la placa desde la metáfisis lateral hasta el cóndilo femoral medial para estabilizar las fracturas femorales distales. En su modelo, la adición de un tornillo simple en esta localización más que doblara la rigidez del montaje para las cargas axiales, reduce la tendencia al colapso en varo. Nuestros pacientes tenían lugares para tornillos en esta localización como parte de la fijación inicial, pero aun así fallaron. La modificación del diseño de la placa LCP (SYNTHES-STRATEC, Suiza) para permitir el bloqueo de tornillos dirigidos oblicuamente desde proximal y lateral a distal y medial, podría ser ventajoso. Sin embargo, la placa LCP (SYNTHES-STRATEC, Suiza) podría ser modificada para eliminar la canulación de los tornillos

bloqueados. Esto reduciría la frecuencia de rotura de tornillos en la interfaz tornillo-placa, al ser tornillos más sólidos son más difíciles de romper⁽¹⁹⁾.

En muchos casos de fatiga de este tipo de placas, la fractura ocurre a través del más proximal de los agujeros bloqueados en la porción condilar de la placa. Probablemente, incrementando el espesor de la placa y/o eliminando el agujero del tornillo a este nivel, se podría proteger de las fuerzas de fatiga de la placa y reducir la frecuencia de fracaso del implante⁽²⁰⁾. Alternativamente, el lugar clásico del tornillo en la placa, podría considerarse que reduce el estrés mecánico en la fijación a este nivel^(18, 19, 20).

Las placas bloqueadas representan un importante avance en el tratamiento de las fracturas, sin embargo, las limitaciones de esta nueva tecnología y las indicaciones para su uso no han sido dilucidadas por completo. Las conminuciones mediales graves requieren métodos indirectos de reducción, preservación de la biología y descarga temporal⁽²¹⁾.

En conclusión, la placa condílea LCP (SYNTHES-STRATEC, Suiza) representa una aproximación evolucionada para el manejo quirúrgico de las fracturas femorales distales, pero esto no soluciona del todo los problemas relacionados con la edad avanzada de no unión o malunión. La reducción y fijación precoces, el adecuado uso de injerto óseo y la protección de la carga precoz, quizás combinado con modificaciones en el diseño del implante podrían disminuir la prevalencia de estas complicaciones en el futuro.

CONCLUSIONES

Tradicionalmente estas fracturas se han tratado con clavos intramedulares, la placa condílea de 95°, el tornillo dinámico condíleo⁽⁵⁾. En el caso de fracturas coronales o de extensión articular conminuta, la placa sería el implante más indicado⁽¹¹⁾, con el inconveniente de que en presencia de conminución medial o hueso pobre⁽¹⁶⁾, no es infrecuente la presencia de fracasos de la fijación, ausencia de consolidación o colapsos de la fractura en varo. Con la aparición de los sistemas de fijación mínimamente invasiva (LISS) (SYNTHES-STRATEC, Suiza) y las placas de compresión bloqueadas (LCP)

(SYNTHESES-STRATEC, Suiza) aparece un sistema que ofrece múltiples puntos de estabilidad angular entre la placa y el hueso, teóricamente reduciendo la tendencia al colapso en varo⁽⁶⁾. Estudios recientes sobre la placa LISS (SYNTHESES-STRATEC, Suiza) han mostrado alto índice de consolidación de las fracturas con baja incidencia de malalineaciones. Se han publicado muy pocos casos de fracaso de placas condíleas LCP (SYNTHESES-STRATEC, Suiza), y de placas LISS (SYNTHESES-STRATEC, Suiza) en el fémur distal^(12, 17). Hay razones potenciales para estos fracasos que van desde errores técnicos hasta la carga precoz sobre un foco con ausencia de consolidación. Según

determinados estudios, el uso de tornillos bloqueados bicorticales aportaría más resistencia al sistema que la fijación unicortical de los mismos. En resumen, la placa LISS supone actualmente un extraordinario método de tratamiento de las fracturas de fémur distal, sus indicaciones no están aún completamente diferenciadas, así como las características técnicas del montaje y siguen existiendo problemas en el camino como la edad avanzada, la malunión y la no unión, pero lo que sí está claro es que la reducción y fijación adecuadas y el conveniente uso de injerto óseo y la protección de la fractura de las cargas hasta el momento idóneo, hacen disminuir la frecuencia de estos problemas⁽¹³⁾.

BIBLIOGRAFÍA

1. Merkel KD, Johnson EW. Supracondylar fracture of the femur after total knee arthroplasty. *Journal of Bone and Joint Surgery Am.* 68(1):29-43, 1986 Jan.
2. Gustilo RB, Gruninger RP, Davis T. Clasificación de open fractures relative to treatment and results. *Orthopedics.* 10(12):1781-8. 1987 Dec.
3. Zlowodzki M, Williamson S, Cole PA. Biomechanical evaluation of 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.
4. Sommer C, Babst R, Muller M. Locking compression plate loosening and plate breakage: a report of four cases. *J Orthop Trauma.* 2004; 18: 571-7.
5. Jazrawi LM, Kummer FJ, Simon JA. New technique for treatment of unstable distal femur fractures by locked double-plating: case report and biomechanical evaluation. *J Trauma.* 2000; 48:87-92.
6. Frigg R, Appenzeller A, Christensen R, Frenk A. The development of the distal femur less invasive stabilization system (LISS). *Injury.* 2001; 32 Suppl 3: SC24-31.
7. Kregor PJ, Stannard J, Zlowodzki M. Distal femoral fracture fixation utilizing the less invasive stabilization system (LISS): the technique and early results. *Injury.* 2001; 32 Suppl 3: SC32-47.
8. Kregor PJ, Stannard J, Zlowodzki M. Treatment of distal femur fractures using the less invasive stabilization system (LISS): surgical experience and early clinical results in 103 fractures. *J Orthop Trauma.* 2004; 18:509-20.
9. Stahel PF, Heyde CE, Wyrwich W. Current concepts of polytrauma management: from ATLS to "damage control". *Eur Journal of Orthopaedic Trauma,* 31: 200-211, 2005 Sept.

10. Nork SK, Segina DN, Aflatoon K. The association between supracondylar-intercondylar distal femoral fractures and coronal plane fractures. *J Bone Joint surg Am*, 2005,87(3): 564-569.
11. Button G, Wolinsky P, Hack D. Failure of less invasive stabilization system plates in the distal femur: a report of four cases. *J Orthop Trauma* 2004, 18 (8): 565-570.
12. Zehntner MK, Marchesi DG, Burch H. Alignment of supracondylar-intercondylar fractures of the femur after internal fixation by AO/ASIF technique. *J Orthop Trauma*, 1992, 6 (3): 318-326.
13. Trentani P, Ferrari D, Trentani F. Supracondylar fracture of the femur following total knee arthroplasty. Description of two clinical cases. *Chir Organi Mov*, 2000,85:73-78.
14. Chapman MW, Finkemeier CG. Treatment of supracondylar nonunions of the femur with plate fixation and bone graft. *J Bone Joint Surg Am*, 1999,81A:1217-1228.
15. Miranda MA. Locking plate technology and its role in osteoporotic fractures. *Injury* 38 Suppl 3: S35-9, 2007, Sept.
16. Weight M, Collinge C. Early results of the less invasive stabilization system for mechanically unstable fractures of the distal femur /AO/OTA types A2,A3,C2, and C3). *Journal of Orthopaedic Trauma*. 18(8):503-8, 2004 Sept.
17. Henderson CE, Lujan TJ, Kuhl LL. 2010 mid-America Orthopaedic Association Physician in training Award: healing complications are common after locked plating for distal femur fractures. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 469 (6):1757-65, 2011 Jun.
18. Simonian PT, Thompson GJ, Harrington W. Angulated screw placement in the lateral condylar buttress plate for supracondylar femoral fractures. *Injury*. 29(2):101-4, 1998 Mar.
19. Oh Jk, Hwang JH, Kim JL. Dynamization of locked plating on distal femur fracture. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*. 131(4):535-9, 2011 Apr. (Case reports. Journal article).
20. Sanders R, Swiontkowski M, Rosen H. Double plate of comminuted unstable fracture of the distal part of the femur. *J Bone joint Surg Am* 1991,73-A: 341-346.
21. Markmiller M, Komrad G, Sudkamp N. Femur –LISS and distal femoral nail for fixation of distal femoral fractures: are there differences in outcome and complications? *Clin Orthop Relat Res*, 2004, 426: 252-257.