

Estudio de ocho casos de rotura de clavo gamma en 1.478 implantes

M. A. Ruiz-Ibán, P. Crespo-Hernández, M. de Frías-González y M. A. Castrillo-Amores

Departamento de Traumatología y Cirugía Ortopédica. Hospital Ramón y Cajal. Madrid.

Objetivo. Analizar las roturas de clavo gamma ocurridas en nuestro centro y establecer las causas y mecanismos de las mismas.

Material y método. Estudio retrospectivo de 1.287 clavos gamma estándar, 174 clavos gamma largos y 17 clavos gamma trocantéricos. Se identificaron 8 roturas de clavo gamma.

Resultados. De los 1.287 clavos gamma estándar colocados se rompieron dos (tasa de fracaso del 0,15%). De los 174 clavos gamma largos colocados se rompieron 6 (3,4%). La rotura se produjo una media de 15,6 meses tras la intervención inicial. En 5 casos ésta tuvo lugar sobre una fractura en pseudoartrosis y fueron tratados con extracción del implante y recambio por otro clavo, consiguiéndose la consolidación en todos los casos. En tres casos la rotura ocurrió en una fractura consolidada. De éstos, en un caso se conservó el implante y en dos se retiró el clavo sin otra actuación. Todas las fracturas consolidaron. Las roturas se produjeron a la altura del tornillo cefálico y de los tornillos de bloqueo en el clavo estándar y a la altura del tornillo cefálico y en la zona subtrocantérea en el clavo gamma largo.

Conclusiones. La tasa de rotura del clavo gamma estándar es 0,15% y del clavo gamma largo de 3,4%. Las roturas se observaron tanto en fracturas en pseudoartrosis como en fracturas consolidadas. Cuando existía una pseudoartrosis la retirada del implante y la colocación de un nuevo clavo fue efectiva siempre.

Palabras clave: clavo gamma, fractura, cadera, osteosíntesis, pseudoartrosis, fallo del implante.

Study of eight cases of gamma nail fracture in 1,478 implants

Objective. Analyse the gamma nail implant failures occurred in our centre and establish the ethiology and mechanisms of breakage.

Materials and methods. Retrospective study of 1,287 standard gamma nails; 174 long gamma nails and 17 trochanteric gamma nails. Eight implant breakages were identified.

Results. Of 1,287 implanted standard gamma nails two broke (failure rate of 0.15%). Of 174 implanted long gamma nails six broke (failure rate of 3.4%). Implant failure occurred a mean of 15.6 months after the initial surgery. In five cases the breakage appeared over a non-united fracture and were treated with implant extraction and nail exchange, union was achieved in all cases. In three cases the breakage occurred over a consolidated fracture. In one of these the implant was maintained and in two cases it was removed without further intervention. All these fractures consolidated. The implant failures occurred at the cephalic screw level and at the distal locking screw level in the standard nail and at the cephalic screw level and at the subtrochanteric zone in the long nail.

Conclusions. The failure rate of the standard gamma nail is 0.15% and of the long gamma nail is 3.4%. Implant failures occurred over a nonunion or over a consolidated fracture. When nonunion was present implant extraction and placement of another nail was always effective.

Key words: gamma nail, fracture, hip, osteosynthesis, nonunion, implant failure.

Correspondencia:

M. A. Ruiz Ibán.
FEA.
Departamento de Traumatología y Cirugía Ortopédica.
Hospital Ramón y Cajal.
Ctra. Colmenar, Km 9,100.
28034 Madrid.

Recibido: noviembre de 2003.

Aceptado: marzo de 2004.

El clavo gamma (Howmedica, Kiel) fue diseñado en los años ochenta como una alternativa a los sistemas de tornillo-placa para el tratamiento de las fracturas del fémur proximal. La disminución en el momento de fuerzas y su estabilidad rotacional permiten tratar estas fracturas de manera efectiva, que habitualmente se producen en ancianos, autorizando la carga precoz y facilitando una recuperación funcional rápida. Su efectividad en el tratamiento de fracturas

pertrocantéreas y subtrocantéreas ha quedado bien demostrada en la literatura¹⁻⁴, con una tasa de complicaciones baja y similar a la de otros sistemas de fijación de este tipo de fracturas^{1,2,5}. Una complicación rara es la rotura del implante. Las tasas de rotura del implante oscilan entre el 0,02% y el 5%^{1,3-12}. Estas roturas ocurren en la zona de asiento del tornillo cefálico o en los orificios para los tornillos distales.

El propósito de este estudio es analizar 8 casos de rotura de clavo gamma y determinar las posibles causas de la rotura y los medios para evitar nuevas roturas.

MATERIAL Y MÉTODO

Se presenta un estudio retrospectivo de los pacientes intervenidos en nuestro Departamento entre los meses de noviembre de 1989 y diciembre de 2002. Se revisaron las historias clínicas de los sujetos a los que se les había implantado un clavo gamma por cualquier causa. En este período se implantaron 1.287 clavos gamma estándar (de 20 cm de largo), 174 clavos gamma largos (entre 30 y 42 cm de largo) y 17 clavos gamma trocantéricos. Las patologías en las que se utilizaron se resumen en la tabla 1.

Las complicaciones que aparecieron fueron las siguientes: en 31 casos las fracturas presentaron retardo de consolidación que requirió la dinamización del clavo (11 casos) y/o una reintervención (9 reintervenidas con un nuevo clavo gamma; dos reintervenidas con un clavo endomedular, 8 reintervenidas con una prótesis de cadera y un caso en el que se realizó una artroplastia de resección de cadera). En

Tabla 1. Uso de los 1.478 clavos gamma implantados entre 1989 y 2000

	Total	Gamma estándar	Gamma largo	Gamma trocantérico
Total	1.478	1.287	174	17
Fracturas	1.372	1.233	122	17
Basicervicales	93	89	0	4
Pertrocantéreas	837	819	6	12
Persubtrocantéreas	239	190	48	1
Subtrocantéreas	151	115	36	0
Diafisarias	11	1	10	0
Bifocales diafisometafisarias	41	19	22	0
Lesiones patológicas	55	23	32	0
Fracturas	42	20	22	0
Enclavado profiláctico	13	3	10	0
Fallos de osteosíntesis/otras complicaciones	51	31	20	0

98 casos fue necesaria la extracción del material de osteosíntesis tras la consolidación de la fractura.

Se identificaron 11 casos de rotura del material de osteosíntesis, observándose tres roturas de los tornillos distales y 8 roturas del clavo gamma. Se revisaron las historias clínicas y las radiografías de los 8 casos de rotura del clavo (dos clavos gamma estándar y 6 clavos gamma largos).

RESULTADOS

De los 1.287 clavos gamma estándar colocados se rompieron dos (tasa de fracaso del implante del 0,16%). Las

Tabla 2. Descripción de los ocho casos de rotura de clavo gamma. Se especifica el tipo de implante que se utilizó en el recambio del clavo o si sólo se realizó la extracción del clavo roto (EMO)

	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4
Edad	37	62	74	77
Sexo	Varón	Mujer	Mujer	Mujer
Tipo de clavo	Gamma largo	Gamma	Gamma largo	Gamma
Causa de la fractura	Traumática	Traumática	Traumática	Traumática
Lugar rotura	Zona subtrocantérea	Orificio para tornillo cefálico	Zona subtrocantérea	Orificio para tornillo cefálico
Tipo de fractura	Subtrocantérea	Persubtrocantérea	Subtrocantérea	Pertrocantérea
Tiempo hasta el fallo del material	33 meses	20 meses	8 meses	26 meses
Recambio	NO (EMO)	Gamma	NO (EMO)	Gamma largo
	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8
Edad	66	84	82	66
Sexo	Mujer	Mujer	Mujer	Mujer
Tipo de clavo	Gamma largo	Gamma largo	Gamma largo	Gamma largo
Causa de la fractura	Traumática	Traumática	Traumática	Patológica
Lugar rotura	Zona subtrocantérea	Orificio para tornillo cefálico	Orificio para tornillo cefálico	Orificio para tornillo cefálico
Tipo de fractura	Subtrocantérea bajo artrodesis	Persubtrocantérea	Subtrocantérea	Subtrocantérea
Tiempo hasta el fallo del material	5 meses	11 meses	10 meses	11 meses
Recambio	Gross-Kempf	Gamma	Gamma	NO (consolidación)

roturas se produjeron en una fractura pertrocantérea y en una persubtrocantérea. No se produjeron roturas en los casos en que el implante se utilizó para tratar otros problemas. De los 174 clavos gamma largos colocados se rompieron 6 (3,4%). Las roturas se produjeron en fracturas (5/122, 4,1%) y en enclavados por enfermedad metastásica del hueso (1/32, 3,2%). Una de las fracturas subtrocantéreas se produjo en un paciente que tenía previamente una artrodesis de cadera fijada con una placa. No se produjeron roturas en los casos en que el implante se utilizó para tratar otros problemas.

El resumen de las características de los 8 casos analizados se puede observar en la tabla 2. La distribución de las roturas a lo largo del clavo se puede observar en la figura 1. La edad media de los 8 pacientes en el momento de la fractura inicial fue de 66,2 años (intervalo 37 a 84 años). Los fallos del material de osteosíntesis se produjeron en una media de 15,6 meses (rango 5 a 33 meses) tras la intervención inicial.

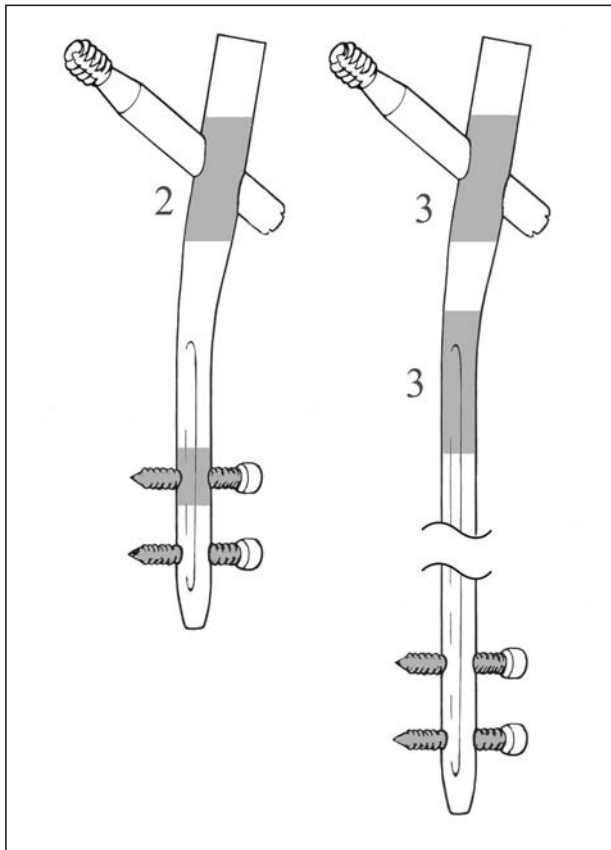


Figura 1. Zonas de rotura del clavo gamma estándar (izquierda) y largo (derecha). El clavo estándar se rompe a nivel del orificio para el tornillo cefálico (dos casos en esta serie) o del orificio para el tornillo de bloqueo proximal. El clavo gamma largo se rompe a nivel del orificio para el tornillo cefálico (tres casos) o en la zona inmediatamente distal al acunamiento del clavo, a la altura de la zona subtrocantérea (tres casos). Los tornillos distales son también zonas frecuentes de rotura. Las cifras referidas indican el número de roturas en esta serie.

Las roturas se originaron en uno de dos grupos bien diferenciados: en el primero (5 casos) se produjo la rotura del clavo en una fractura no consolidada, lo que condicionó el desplazamiento de ésta y una gran impotencia funcional. En el segundo (tres casos) la rotura tuvo lugar en una fractura consolidada.

En el primer grupo (dos clavos gamma estándar y tres clavos gamma largos) el paciente presentó un cuadro de dolor de aparición súbita con gran impotencia funcional en una media de 14,5 meses tras la cirugía inicial (intervalo 5 a 25 meses). El estudio radiográfico mostró una rotura del clavo en una fractura en pseudoartrosis atrófica patente (tres casos) (fig. 2) o con consolidación insuficiente (dos casos). Las fracturas iniciales eran una fractura pertrocantérea, dos subtrocantéreas y dos persubtrocantéreas. El tratamiento quirúrgico inicial fue dificultoso en 4 casos, requiriendo la apertura del foco de fractura en tres y obteniendo una reducción pobre en otro. Todas las fracturas fueron consideradas inestables y se encerrojaron distalmente con uno (tres casos) o dos (dos casos) tornillos. Previamente a la rotura del clavo tres de estos pacientes presentaban dolor difuso persistente a nivel de la cadera y requerían del uso de bastones para la deambulación, y dos de ellos se encontraban asintomáticos, se consideraban curados y tenían una función correcta. En ninguno se había realizado una dinamización del foco de fractura. En todos los casos fue necesaria una intervención quirúrgica para la extracción del implante, fresado de la cavidad medular y recambio por otro clavo de mayor grosor. La retirada del clavo roto fue sencilla y se realizó con ayuda de guías intramedulares ganchudas sin necesidad de abrir el foco de fractura. No se aportó injerto al foco de pseudoartrosis. Se colocaron tres clavos gamma estándar, un clavo gamma largo y un clavo femoral de Grosse-Kempf. Todos los clavos fueron encerrojados distalmente excepto el clavo femoral de Grosse-Kempf. Tras el recambio del clavo la deambulación inmediata se autorizó en dos casos, se demoró un mes en dos y tres meses en otro. La consolidación de la fractura con el nuevo implante se produjo en una media de 5,3 meses tras la extracción del clavo roto (intervalo 3,5 a 7,7 meses) sin necesidad de otra intervención. El resultado funcional fue bueno en todos los casos con reanudación de la marcha en todos ellos, aunque dos pacientes requerían del uso de un bastón. En 4 casos no se produjo acortamiento de la extremidad y en uno se acortó un centímetro (en la pseudoartrosis tratada con un clavo femoral de Grosse-Kempf no encerrojado). No se observaron alteraciones de la rotación del miembro mayores de 15°.

En el segundo grupo (tres clavos gamma largos) la rotura del clavo se observó en la radiografía de control a los 8, 10 y 33 meses tras la cirugía inicial. El estudio radiográfico mostró una rotura del clavo en una fractura consolidada. En un caso, una fractura patológica tratada con un clavo gamma largo, se decidió conservar el implante y mantener a la paciente con carga parcial sobre la extremidad afecta hasta



Figura 2. Caso 2. Mujer de 62 años que sufre una caída casual y presenta una fractura conminuta e inestable de fémur proximal izquierdo (A). De forma urgente es intervenida y se realiza una reducción abierta y síntesis con clavo gamma estándar de 12mm $\times$ 125° con doble encerrojado distal y cerclajes alámbricos. Diez meses tras la intervención (B) se observa una pseudoartrosis franca del foco de fractura. Veinte meses después presenta de manera súbita dolor inguinal en muslo izquierdo e impotencia absoluta para la deambulaci3n, por lo que acude al Servicio de Urgencias donde se aprecia una rotura del clavo gamma a nivel del tornillo cefálico (C). Se procede a extraer el clavo a cielo cerrado y colocar un nuevo clavo gamma estándar de 14mm $\times$ 125°. El control a los 8 meses (D) confirma la consolidaci3n de la fractura.

obtener la consolidación definitiva de la fractura, que se observó tres meses después. En dos casos los pacientes presentaban molestias leves en el muslo o la cadera en relación con el punto de inserción del clavo, que no les impedía la deambulación, y se decidió extraer el clavo de forma programada. La retirada del clavo roto fue sencilla con ayuda de guías intramedulares ganchudas y no requirió la realización de osteotomías. Durante las cirugías se observó movilidad en bloque del foco de fractura y no se consideró necesario colocar un nuevo implante. Estos dos pacientes iniciaron la deambulación inmediatamente después de la retirada del clavo y la consolidación de la fractura era evidente en los estudios radiográficos postoperatorios. La actividad normal se autorizó a los 4 meses de la extracción del clavo en los dos casos.

DISCUSIÓN

Las fracturas del fémur proximal representan un problema grave de salud pública. Afectan con mayor frecuencia a ancianos y representan una causa de gasto muy importante para los sistemas de salud⁷. Entre todas las opciones quirúrgicas disponibles para el tratamiento de estas fracturas el sistema de tornillo-placa deslizante es el más utilizado pero desde que el clavo gamma se introdujo en 1988, los sistemas de fijación intramedulares se han ido popularizando. La posibilidad de realizar una síntesis a cielo cerrado, la rigidez del implante, y la teórica mejor disposición biomecánica, han hecho que su uso se extienda, aunque no existe evidencia clara de que este tipo de implante sea más adecuado para la mayoría de las fracturas de la zona trocantérea¹³⁻¹⁵. Las principales críticas sobre el clavo gamma se han centrado en una elevada tasa de complicaciones intraoperatorias (dificultades en el encerrojado distal y fracturas diafisarias del

fémur) y postoperatorias (varización de la fractura con protrusión del tornillo cefálico y fracturas diafisarias del fémur). Distintos estudios^{1,3} sugieren que la mayoría de estos problemas están relacionados con la curva de aprendizaje y que la tasa de complicaciones es similar a la de otros implantes. La tasa de pseudoartrosis en fracturas del extremo proximal del fémur tratadas con clavo gamma ha mostrado ser muy baja, con incidencias del 0,1% al 1%^{1,3,5}.

El clavo gamma largo apareció como un complemento natural del clavo gamma estándar, y permite el tratamiento de fracturas más complejas e inestables. Los resultados obtenidos han sido buenos^{9,16-19} y hoy se considera el tratamiento adecuado para muchas de estas lesiones. En nuestro centro estos dos implantes se han utilizado con éxito para tratar la inmensa mayoría de las fracturas extracapsulares del fémur proximal desde principios de los noventa.

La incidencia de fallos del clavo gamma estándar con rotura de éste es muy baja. Aparte de un grupo de casos aislados²⁰⁻²², la tasa de rotura es pequeña (tabla 3). La incidencia de rotura se halla entre el 0% y el 0,45%^{1,3,5-8}, una tasa de rotura inferior a la de otros sistemas de tratamiento empleados en este tipo de fracturas⁸. La incidencia de rotura en nuestra serie es de 0,15% y es similar a la observada por estos autores.

Se han descrito también roturas de clavo gamma largo (tabla 3). La tasa de rotura del implante está entre el 1,25% y el 5,7%^{4,9-12}. Esta elevada tasa corresponde a un implante que se usa en fracturas más complejas que el clavo estándar: fracturas con conminución intensa del foco, osteoporosis grave o que han ocurrido sobre lesiones tumorales. Estas lesiones presentan mayor inestabilidad y requieren el uso de los tornillos de bloqueo distal; esto hace que el clavo actúe neutralizando las cargas del foco de fractura y sea sometido a mayores fuerzas. Por otra parte, la aparición de pseudoartrosis o retraso de consolidación es más frecuente en estos

Tabla 3. Tasa de rotura del clavo gamma en distintas series. Se especifica el tipo de clavo (gamma estándar o largo) y los problemas para los que se utilizaron: fracturas, lesiones patológicas (Patológicas) o un grupo variado de patologías (Variado)

Estudio	Tipo de clavo	Uso del clavo	Número de clavos	Número de roturas	Tasa de rotura
Van der Brink et al 1995	Estándar	Fracturas	2.500	4	0,16%
Boriani et al 1994	Estándar	Fracturas	1.181	0	0%
Kukla et al 2001	Estándar	Fracturas	1.000	1	0,10%
Gaebler et al	Estándar	Variado	839	2	0,24%
Doquieret et al 2002	Estándar	Fracturas	439	1	0,23%
Valverde et al 1998	Estándar	Fracturas	224	1	0,45%
Ruiz-Ibán et al	Estándar	Variado	1.287	2	0,16%
Van Doorn et al 2000	Largo	Fracturas	329	4	1,2%
Moreno et al 2001	Largo	Variado	63	1	1,6%
Barquet et al 2000	Largo	Fracturas	52	0	0%
Buhl et al 2000	Largo	Fracturas	44	2	4,5%
Pervez et al 2001	Largo	Variado	35	2	5,7%
Edwards et al 2000	Largo	Patológicas	25	0	0%
Ruiz-Ibán et al	Largo	Variado	174	6	3,4%

La referencia Ruiz-Ibán, et al corresponde a los casos presentados en este artículo.

casos complejos, lo que facilita la rotura por fatiga del implante. En esta serie la incidencia de rotura es del 3,4%, similar también a la observada en la literatura.

La localización de la rotura varía según el tipo de implante (fig. 1). El clavo gamma estándar se rompe a dos niveles: en la zona del orificio para el tornillo cefálico o en la zona del orificio para el más proximal de los tornillos de bloqueo distal. Los estudios biomecánicos señalan estas zonas como las de mayor concentración de fuerzas^{23,24}. El clavo gamma largo se rompe en la zona subtrocanterea, donde el clavo se adelgaza, o a nivel del orificio para el tornillo cefálico. La disminución importante de grosor a la altura del orificio para el tornillo cefálico (reducción del grosor del 73%²²) parece facilitar la rotura a ese nivel. Además, la zona de clavo inmediatamente distal a la angulación del mismo es algo más fina que la zona proximal en un punto donde con frecuencia se sitúa el foco de una fractura subtrocanterea, por lo que los esfuerzos se concentran a ese nivel. Se ha descrito también un caso¹⁷ en el que un clavo gamma largo se dobló durante el proceso de consolidación de una fractura subtrocanterea. En el presente estudio las zonas de rotura de los clavos han sido semejantes a las apreciadas por otros autores con roturas del clavo gamma estándar a nivel del tornillo cefálico (dos casos) y del gamma largo a nivel del tornillo cefálico (tres casos) y de la zona de estrechamiento del clavo (tres casos). En dos de los casos de rotura a nivel del tornillo cefálico había una rotura asociada de los tornillos de bloqueo distal que probablemente precedió a la rotura del clavo.

La rotura de los tornillos de bloqueo distal se produce en pacientes con fracturas con retardo de consolidación que no son dinamizados a tiempo; el efecto de la rotura del tornillo en el pronóstico del paciente no suele ser negativo ya que, con frecuencia, la dinamización «espontánea» del clavo facilita la curación. La retirada del tornillo, si es necesaria, se puede hacer con anestesia local. Esta es una complicación de naturaleza distinta a la de la rotura del clavo y tiene mejor pronóstico, por lo que los casos de rotura del tornillo de bloqueo se han excluido de este estudio.

Las razones de fracaso del clavo han sido estudiadas desde el punto de vista metalúrgico por algunos autores. En el primer caso descrito²² las características de superficie de la zona de rotura sugerían un defecto en la conformación microcristalina del acero del clavo que facilitó la aparición de la rotura de tipo dúctil. En otros análisis⁶ las características de la zona de rotura fueron compatibles con una rotura por fatiga del material sin alteraciones en la microestructura ni en la calidad del metal, por lo que los hallazgos iniciales pueden atribuirse a un defecto aislado de un implante particular. En algunos casos de rotura del clavo al nivel de los tornillos de bloqueo se han observado pequeñas muescas superficiales en torno a los orificios que pueden actuar como concentradores de esfuerzos; estas marcas, relacionadas probablemente con dificultades en la introducción de los

tornillos distales, han sido informadas⁶ como responsables de un descenso significativo (del 50% al 80%) de la resistencia del material a la fatiga. En este estudio no se produjeron roturas al nivel de los tornillos distales y en el examen macroscópico de los fragmentos de clavos extraídos no se observaron erosiones o marcas en torno a las zonas de rotura.

La principal causa recogida en la literatura de rotura de un clavo gamma es la pseudoartrosis de la fractura^{3,4,6-8,10-12,20-22}. En general son fracturas con afectación de la zona subtrocanterea tratadas con un clavo gamma enclavado distalmente que presentan retraso de consolidación, y en las que no se plantea una dinamización a tiempo por miedo a un acortamiento de la extremidad. La carga repetida condiciona una rotura por fatiga del material y desplazamiento de la fractura que se expresa clínicamente con impotencia funcional severa. En nuestra serie los 5 casos que se iniciaron con dolor agudo corresponden a este grupo: pacientes con fracturas de fémur proximal inestables que requirieron enclavado distal y apertura del foco de fractura para conseguir la reducción en tres casos. En ningún caso se había realizado la dinamización del montaje para facilitar la consolidación. De hecho, en dos de los casos se observó la rotura de los tornillos distales asociada a la del clavo, lo que sugiere una dinamización «espontánea» de la fractura que no facilitó la consolidación definitiva de ésta. Cuando el clavo se rompe sobre una fractura en pseudoartrosis el tratamiento quirúrgico es imprescindible. La retirada del clavo suele ser sencilla, aunque en ocasiones puede ser necesaria la apertura del foco para extraer el implante²⁰. El tratamiento de la pseudoartrosis puede realizarse con otro dispositivo endomedular o un sistema de tornillo-placa deslizante asociando aporte de autoinjerto o no. Los resultados son buenos aunque algunos autores han descrito la rotura consecutiva de dos²² o tres²⁰ clavos gamma hasta obtener la consolidación. Los 5 casos de pseudoartrosis de nuestra serie fueron tratados con dispositivos intramedulares, consiguiéndose la consolidación definitiva de la fractura sin acortamientos o malrotaciones significativas. La extracción del clavo fue sencilla en todos los casos y no se abrió el foco de pseudoartrosis en ninguno. Se valoró la posibilidad de colocar injerto autólogo procedente de cresta ilíaca en el foco de pseudoartrosis, pero se consideró que el fresado de la cavidad endomedular para colocar un clavo de mayor grosor aportaba autoinjerto suficiente al foco de pseudoartrosis como para asegurar la curación, evitándose la apertura del foco.

En la literatura se han descrito dos casos^{4,8} en los que la rotura del clavo gamma se produjo en pacientes con fracturas consolidadas o en fase de consolidación avanzada. En estos casos no fue necesario retirar el clavo o realizar una nueva síntesis. En un caso de esta serie (caso 8) se observó una rotura del clavo en una fractura patológica en vías de consolidación avanzada que se resolvió sin necesidad de

cambiar o extraer el clavo. En otros dos casos (casos 1 y 3) las circunstancias fueron similares pero el clavo se retiró por molestias relacionadas con el punto de inserción del clavo, no siendo necesario ningún otro gesto quirúrgico asociado.

Las razones de la rotura en estos tres casos no están claras. Es posible que en una fractura en vías de consolidación avanzada con un callo hipertrófico el clavo actúe neutralizando las fuerzas e impidiendo la consolidación definitiva. La fatiga producida por la carga repetida produce la rotura del clavo y la fractura consolida inmediatamente. Este mecanismo pudo intervenir en el caso de rotura producida sobre la fractura patológica (caso 8). Por otra parte, algunos estudios biomecánicos²³ indican que un clavo gamma implantado en una fractura soporta fuerzas aunque ya se haya producido la consolidación debido al módulo de elasticidad mayor del acero respecto del hueso. La magnitud de esas cargas es suficiente como para producir una rotura por fatiga. Este mecanismo pudo intervenir en el caso 1, donde la rotura del clavo se produjo 33 meses tras la cirugía, 16 meses después de que la fractura se considerase consolidada. En el caso 3 no se puede aventurar una solución clara aunque probablemente ambos mecanismos actuaron de forma combinada.

A la vista de estos resultados se pueden hacer recomendaciones para evitar la rotura de este tipo de implantes: el seguimiento de las fracturas consideradas inestables, en particular las tratadas con clavo gamma largo debe de ser estrecho con valoraciones radiográficas frecuentes a las 6,10,15 y 20 semanas postoperatorias. En aquellas fracturas en las que no se observe consolidación pasadas 15 a 20 semanas se debe plantear realizar una dinamización del clavo. La retirada de los tornillos distales es una intervención sencilla que se puede realizar de forma ambulatoria y con anestesia local incluso en pacientes muy enfermos, y que tiene pocos riesgos. El acortamiento potencial de una fractura con retraso de consolidación y un callo hipertrófico es pequeño. Si existe un callo atrófico debe intentarse la dinamización, ya que de producirse un acortamiento importante probablemente la consolidación no ocurriría de forma espontánea y sería necesaria una reintervención. El uso de implantes con orificios de encerrojado distal ovales que permiten la dinamización de la fractura puede favorecer la consolidación y evitar roturas del implante. En los casos de pseudoartrosis atrófica que no evolucionan bien tras la dinamización, el recambio del clavo con o sin aporte de injerto debe de valorarse como una opción. Es improbable que se produzca una rotura del implante cuando la fractura ha consolidado, pero en sujetos jóvenes con altos requerimientos funcionales y que presentan molestias relacionadas con la zona de entrada del clavo puede estar indicada la retirada del implante para mejorar la sintomatología y evitar roturas de éste. Por último, si durante la introducción del tornillo cefálico o de los tornillos distales se encuentran dificultades y se sospecha

que se ha dañado la superficie del clavo se debe valorar su remplazo.

En conclusión el clavo gamma es un implante resistente y adecuado para el tratamiento de las fracturas que afectan al fémur proximal. La rotura del clavo fue una complicación infrecuente en nuestra serie que apareció en un 0,15% de los clavos gamma estándar y en un 3,4% de los clavos gamma largos implantados. En la mayoría de los casos la rotura se relacionó con una pseudoartrosis de la fractura y la no dinamización del clavo, pero en algunos casos el clavo parece romperse en el interior de un hueso con una fractura consolidada por un mecanismo que puede estar relacionado con la sobrecarga funcional del mismo. Cuando el clavo se rompió sobre una pseudoartrosis, la retirada del implante y la colocación de un nuevo dispositivo intramedular consiguieron la solución del problema.

BIBLIOGRAFÍA

1. Boriani S, De Iure F, Bettelli G, Specchia L, Bungaro P, Montanari G, et al. The results of a multicenter italian study on the use of the gamma nail for the treatment of pertrochanteric and subtrochanteric fractures: a review of 1181 cases. *Chir Organi Mov* 1994;79:193-203.
2. Ferrer M, Casteleiro R, Matas JA. Tratamiento de las fracturas de la región trocantérea con clavo gamma. *Rev Ortop Traumatol* 1995;39:99-103.
3. Kukla C, Heinz T, Gaebler C, Heinze G, Vecsei V. The standard gamma nail: a critical analysis of 1,000 cases. *J Trauma* 2001;51:77-83.
4. van Doorn R, Stapert JW. The long gamma nail in the treatment of 329 subtrochanteric fractures with major extension into the femoral shaft. *Eur J Surg* 2000;166:240-6.
5. Docquier PL, Manche E, Autrique JC, Geulette B. Complications associated with gamma nailing. A review of 439 cases. *Acta Orthop Belg* 2002;68:251-7.
6. Gaebler C, Stanzl-Tschegg S, Tschegg EK, Kukla C, Menth-Chiari WA, Wozasek GE, et al. Implant failure of the gamma nail. *Injury* 1999;30:91-9.
7. Valverde JA, Alonso MG, Porro JG, Rueda D, Larrauri PM, Soler JJ. Use of the gamma nail in the treatment of fractures of the proximal femur. *Clin Orthop* 1998;350:56-61.
8. van den Brink WA, Janssen IM. Failure of the gamma nail in a highly unstable proximal femur fracture: report of four cases encountered in the Netherlands. *J Orthop Trauma* 1995;9:53-6.
9. Barquet A, Francescoli L, Rienzi D, Lopez L. Intertrochanteric-subtrochanteric fractures: treatment with the long gamma nail. *J Orthop Trauma* 2000;14:324-8.
10. Buhl K, du Bois YD, Lamade W, Meeder PJ. Der lange Gammanagel - Indikationen, Technik und Ergebnisse. *Chirurg* 2000;71:1107-14.
11. Moreno A, Borrego D, de Cabo A, López J, Blanco J. Fracturas complejas del fémur tratadas con el clavo gamma® largo. *Rev Ortop Traumatol* 2001;45:17-22.
12. Pervez H, Parker MJ. Results of the long gamma nail for complex proximal femoral fractures. *Injury* 2001;32:704-7.
13. Parker MJ, Handoll HH. Gamma and other cephalocondylic intramedullary nails versus extramedullary implants for extra-

- capsular hip fractures. *Cochrane Database Syst Rev* 2002; CD000093.
14. Marqués F, Perfort X, García O, Ramírez M, León A, Balles-ter J. Estudio prospectivo aleatorio comparativo del tornillo deslizante y el clavo gamma en el tratamiento de las fracturas pertrocanteréas. *Rev Ortop Traumatol* 2002;46:505-9.
 15. Curto JM, Ramos LR, Santos JA. Fracturas pertrocanteréas. Métodos e indicaciones terapéuticas. *Rev Ortop Traumatol* 2003;47:146-55.
 16. D'Angelo F, Molina M, Zatti G. Complex Fractures of the Femur: Treatment With a Long Gamma Nail: Short- and medium-term experience. *Chir Organi Mov* 2000;85:215-3.
 17. Edwards SA, Pandit HG, Clarke HJ. The long gamma nail: a DGH experience. *Injury* 2000;31:701-9.
 18. Edwards SA, Pandit HG, Clarke HJ. The treatment of impending and existing pathological femoral fractures using the long gamma nail. *Injury* 2001;32:299-306.
 19. Rodríguez Álvarez J, Casteleiro González C, Laguna Aranda R, Ferrer Blanco M, Cuervo Dehesa M. Indications for use of the long gamma nail. *Clin Orthop* 1998;350:62-6.
 20. Wozasek GE, Radler C, Vecsei V. Multiple gamma nail failure. *Orthopedics* 2002;25:183-4.
 21. Randle JA, Meisami-Fard B, McKee MD. Mechanical failure of a gamma nail in a patient with an impending pathologic subtrochanteric fracture. *Can J Surg* 1999;42:384-6.
 22. Zafiropoulos G, Pratt DJ. Fractured gamma nail. *Injury* 1994;25:331-6.
 23. Sitthiseripratip K, Van Oosterwyck H, Vander Sloten J, Mahaisavariya B, Bohez EL, Suwanprattab J, et al. Finite element study of trochanteric gamma nail for trochanteric fracture. *Med Eng Phys* 2003;25:99-106.
 24. Wang CJ, Yettram AL, Yao MS, Procter P. Finite element analysis of a gamma nail within a fractured femur. *Med Eng Phys* 1998;20:677-83.

Conflicto de intereses. Los autores no hemos recibido ayuda económica alguna para la realización de este trabajo. Tampoco hemos firmado ningún acuerdo por el que vayamos a recibir beneficios u honorarios por parte de alguna entidad comercial. Por otra parte, ninguna entidad comercial ha pagado ni pagará a fundaciones, instituciones educativas u otras organizaciones sin ánimo de lucro a las que estemos afiliados.