

# Indicaciones y resultados de la cementación de la lámina en el enclavado del fémur proximal

## *Indications and results of blade cement augmentation in proximal femoral nailing*

Sánchez Aguilera, Andrés José<sup>1</sup>  
 Quirante García, Sergio<sup>2</sup>  
 Requena Ruiz, Francisco Manuel<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Hospital Universitario Virgen de las Nieves. Granada, España.

<sup>2</sup>Hospital Universitario Campus de la Salud (Clínico San Cecilio). Granada, España.

[ajsanchezaquilera@gmail.com](mailto:ajsanchezaquilera@gmail.com)

Rev. S. And. Traum. y Ort., 2019; 36 (2/4): 28-41

Recepción: 7/04/2019. Aceptación: 7/06/2019

### Resumen

#### Objetivo del trabajo

Analizar los resultados de la cementación de la lámina espiral del clavo PFNA en diferentes indicaciones.

#### Material y métodos

Se realizó la técnica de cementación con PMMA (polimetilmetacrilato) de lámina espiral tras enclavado convencional con PFNA en doce pacientes con una edad media de 75 años. Se analizaron las indicaciones de dicha técnica, las complicaciones y el resultado tras un seguimiento medio de 11,1 meses.

#### Resultados

Las indicaciones fueron tres casos de pseudoartrosis, dos fallos del implante tipo

### Abstract

#### Objectives

*In this paper we analyze the results of the cement augmentation of the PFNA in different indications.*

#### Methods

*We made the augmentation of the helical blade with PMMA (polymethylmethacrylate) after standard nailing with PFNA in 12 patients. They were 75 years old on average. We analyze the indications of this technique, complications and results after an average follow-up of 11,1 months.*

#### Results

*The indications were three cases of nonunion, two cut-out failures, two pull-out failures, a periimplant fracture, a mistake in previous nailing and three femoral neck metastases. In two cases*

cut-out, dos tipo pull-out, una fractura periimplante, un error técnico en el enclavado primario y tres metástasis en cuello femoral. En dos casos se apreció salida de PMMA intraarticular, sin impacto clínico asociado. El cemento se distribuyó en el mismo número de casos en la punta, en el cuello y en ambos (33%). Hubo un caso de movilización de material durante el seguimiento, en un paciente con metástasis en cuello femoral que sufrió fallo tipo cut-out. Todas las fracturas consolidaron en 18,67 semanas.

## Conclusiones

La cementación de la lámina espiral en el enclavado cefalomedular en fracturas pertrocantéreas es una opción de rescate en casos de fallo del material, fracturas periimplante o pseudoartrosis, con buenos resultados y escasas complicaciones.

**Palabras clave:** Fractura de cadera; Fracturas osteoporóticas; Enclavado intramedular; Cemento óseo

*there were articular leakage of the cement without clinical effect. Cement was distributed similarly in neck, tip and both (33%). There was a case of cut-out implant failure in a patient with a femoral metastase. All fractures healed in 18,67 weeks on average.*

## Conclusions

*Helical blade cement augmentation in proximal femoral nailing is a valid option after implant failure, periimplant fracture or nonunion, with good results and few complications.*

**Keywords:** Hip fracture; Osteoporotic fractures; Intramedullary nailing; Bone cement

---

## Introducción

Las fracturas por fragilidad, y en concreto las fracturas de cadera, son un problema de salud de creciente importancia<sup>1</sup> en relación al incremento en la incidencia que podemos observar en la población, así como al importante gasto económico y social que suponen<sup>2</sup>. Presentan una comorbilidad asociada muy importante<sup>3</sup> y requieren un manejo multidisciplinar tanto para el tratamiento como para la prevención de nuevas fracturas y complicaciones. Muchas de ellas se producen en el contexto de un hueso de baja densidad y calidad, que además de aumentar el riesgo de fractura provocan también una mayor tasa de fracaso en el tratamiento, como ocurre en la osteosíntesis de fracturas pertrocantéreas con los clavos cefalomedulares<sup>4</sup> con fallos tipo cut-out, pull-out y cut-through<sup>5,6</sup>, y una incidencia global de complicaciones de hasta el 16,5%<sup>7,8</sup>.

En los últimos años se han desarrollado innovaciones en el campo de los implantes para incrementar la rigidez y promover una estabilidad que facilite la consolidación ósea precoz y, por lo tanto, la recuperación funcional de los pacientes<sup>7</sup>. A la vez, se han ido incorporando técnicas de aumentación para situaciones concretas en relación a ciertos tipos de fractura, fracturas patológicas y situaciones de osteoporosis intensa<sup>4,9</sup>, como la cementación con polimetilmetacrilato (PMMA)<sup>1,8,10,11</sup> o el uso de sustitutivos óseos como el autoinjerto, aloinjerto o el fosfato cálcico<sup>12</sup>.

En este artículo se pretende revisar las diferentes indicaciones de la aumentación de la lámina espiral del clavo PFNA (proximal femoral nail antirotation) con PMMA en el tratamiento de fracturas pertrocantéreas en nuestra experiencia, así como mostrar y anali-

zar los resultados obtenidos durante el seguimiento y las complicaciones intraoperatorias y postoperatorias de la técnica.

## Material y Método

Presentamos nuestra serie de 12 casos de cementación de lámina espiral en clavo PFNA realizados entre los años 2015 y 2018. Para ello, seguimos los protocolos del hospital para acceder a las historias clínicas de los pacientes, contando con el consentimiento informado de todos los sujetos estudiados. Se indicó dicha técnica según la evidencia científica disponible y se llevó a cabo siguiendo los principios recomendados por el fabricante, cumpliendo en todos los casos el mismo protocolo. Nueve casos fueron cirugías de rescate tras fracaso de la osteosíntesis por diferentes causas y los otros tres fueron cirugías primarias por lesiones

metastásicas en cuello femoral (Fig. 1 y Tabla 1). Todos nuestros casos excepto dos (casos 6 y 11) eran mujeres, con 75 años de media en el momento de la cirugía. Se recogieron las diferentes indicaciones, las complicaciones intraoperatorias y postoperatorias y los resultados a medio y largo plazo en cuanto a consolidación de la fractura y movilización del material de osteosíntesis.

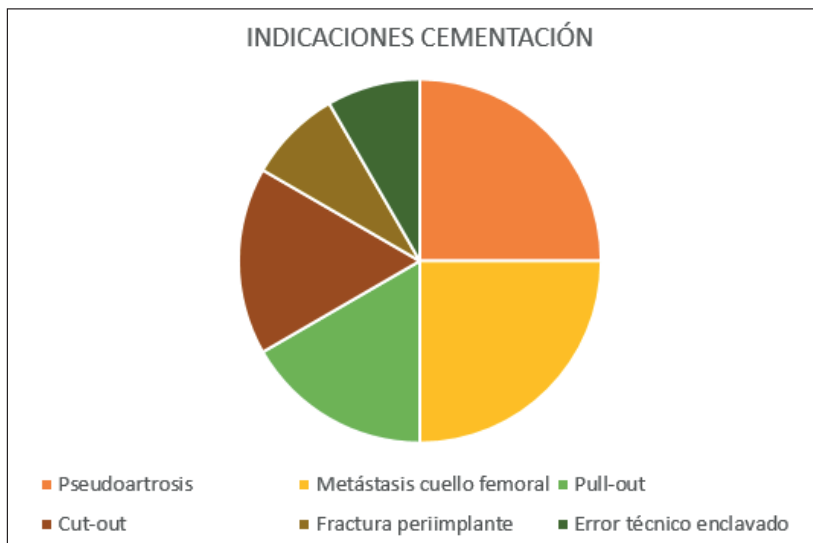


Figura 1. Indicaciones de enclavado con cementación de lámina en nuestra serie.

CASO	EDAD EN LA CIRUGÍA	TIEMPO SEGUIMIENTO (meses)
1. Pseudoartrosis con rotura clavo	79	10
2. Pseudoartrosis con rotura clavo	59	18
3. Pseudoartrosis con rotura clavo	76	7
4. Pull-out lámina	84	11
5. Pull-out lámina	85	37
6. Cut-out lámina	71	30
7. Cut-out lámina	83	5
8. Fractura periimplante	86	9
9. Error técnico enclavado	87	12
10. Metástasis	53	11
11. Metástasis	76	13
12. Metástasis	61	15

Tabla 1. Indicaciones, edad y tiempo de seguimiento de la serie de casos.

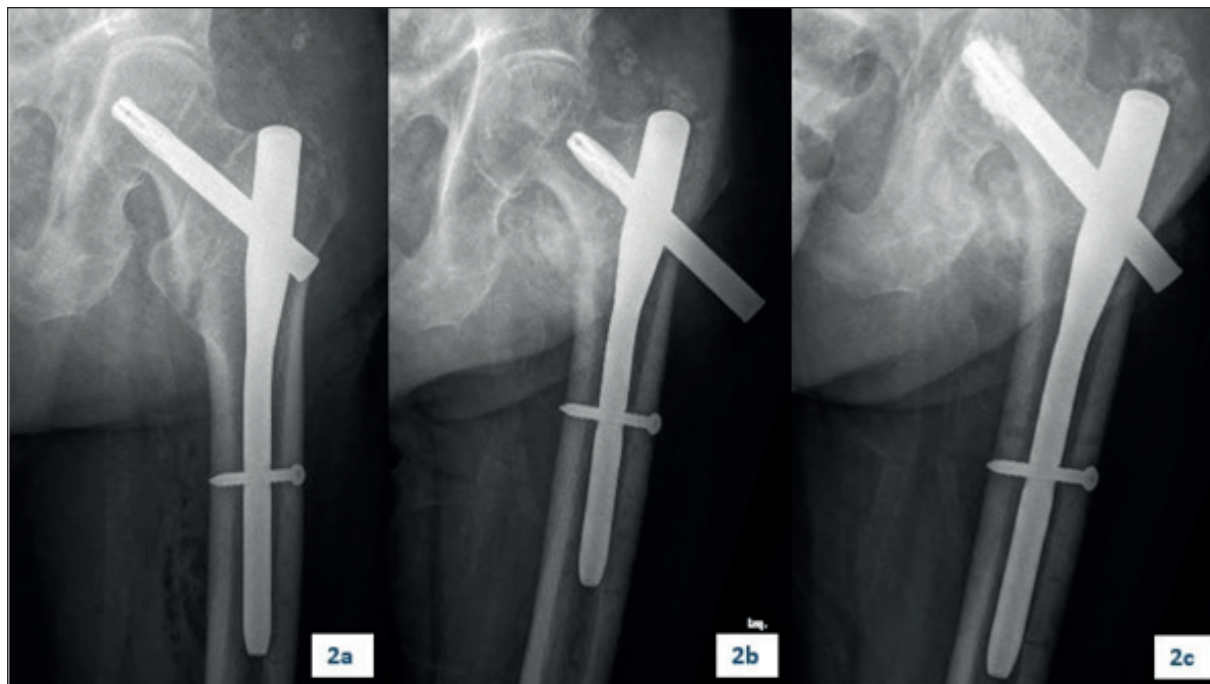


Figura 2. Fractura pertrocantérea tratada mediante enclavado con PFNA (2a). A las 6 semanas se produce fallo tipo pull-out, con desplazamiento lateral de la lámina (2b). Se realiza retirada de material y nueva osteosíntesis con PFNA, añadiéndose cementación de la lámina espiral (2c). Se obtuvo una consolidación completa sin complicaciones en 12 semanas.

Además, realizamos una revisión bibliográfica sobre las diversas especificaciones técnicas de la cementación de material de osteosíntesis en fracturas de fémur proximal, las complicaciones intraoperatorias y postoperatorias encontradas y las indicaciones más aceptadas para realizar dicha técnica. Realizamos una búsqueda en la literatura desde MEDLINE, EMBASE y Cochrane.

### Técnica quirúrgica

Todos los casos se realizaron bajo un mismo protocolo de planificación preoperatoria y técnica quirúrgica según el fabricante, facilitado por la reproducibilidad de dicha técnica, que da validez a los resultados del estudio (Fig. 2).

Durante el proceso anestésico se realiza profilaxis antibiótica estándar con 2 gramos intravenosos de cefazolina.

Se coloca al paciente en mesa de tracción. Se procede inicialmente a retirar el material

de osteosíntesis previamente implantado en el caso de cirugía secundaria por pseudoartrosis, rotura de material o fallo tipo pull-out o cut-out. Posteriormente se procede a reducción de la fractura, inicialmente cerrada si es posible, y se realiza el enclavado convencional con el clavo PFNA estándar o largo (proximal femoral nail antirotation; DePuy Synthes®), con la exigencia de colocar la lámina espiral en una posición centro-centro y en una distancia TAD (tip-apex distance) menor a 20mm. Tras la implantación de la lámina se procede a preparar el cemento según la técnica de aumentación Traumacem V+ (DePuy Synthes, New Brunswick, New York, USA). Este cemento contiene un 55% de componentes de cerámica (dióxido de circonio, hidroxiapatita) y un 45% de polimetilmetacrilato (PMMA), y permite hasta 27 minutos de desfase entre su preparación y su inyección. Se realiza la cementación a través de las jeringas y la cánula proporcionada en el kit por el orificio lateral de la lámina, con un volumen de entre 3

y 6 cc en nuestra serie, tratando de distribuir el cemento en la punta de la lámina y región craneal del cuello, monitorizando en todo momento con radioscopia la posibilidad de escape intraarticular del cemento. Podemos alterar su distribución hacia una posición más medial o lateral mediante el ajuste de la cánula a la lámina. Finalmente se realiza bloqueo distal dinámico del clavo. En las reintervenciones por pseudoartrosis se asoció fresado intramedular e implantación de un clavo de mayor grosor (11 o 12mm).

El protocolo postoperatorio consistió en carga y deambulación inmediata excepto en los casos indicados por pseudoartrosis de la fractura previa, en los que se dejó el miembro en descarga de 8 a 12 semanas.

Se realiza seguimiento en consulta con radiografías seriadas para valorar la consolidación de la fractura, la movilización del material o las

complicaciones inherentes a la administración del cemento en cuello y cabeza femoral o acetábulo.

## Resultados

Se registró intraoperatoriamente la distribución inicial del cemento y la salida del mismo a la articulación, como método de evaluar la calidad de dicha cementación y evitar en lo posible la aparición de complicaciones asociadas a una mala técnica que pudiera ocasionar daño óseo o cartilaginoso<sup>2,13</sup>.

Solo en dos casos se produjo salida del cemento a la articulación antes de su solidificación (Tabla 2). Ocurrió en el caso 5 a través del foco de fractura con componente intertrocantereo y subtrocantereo y en el caso 9, en el que hubo un error técnico en la cirugía primaria por el cual se colocó la lámina fuera de su hendidura en el clavo, provocando la rotura del cuello femoral (Fig. 3).

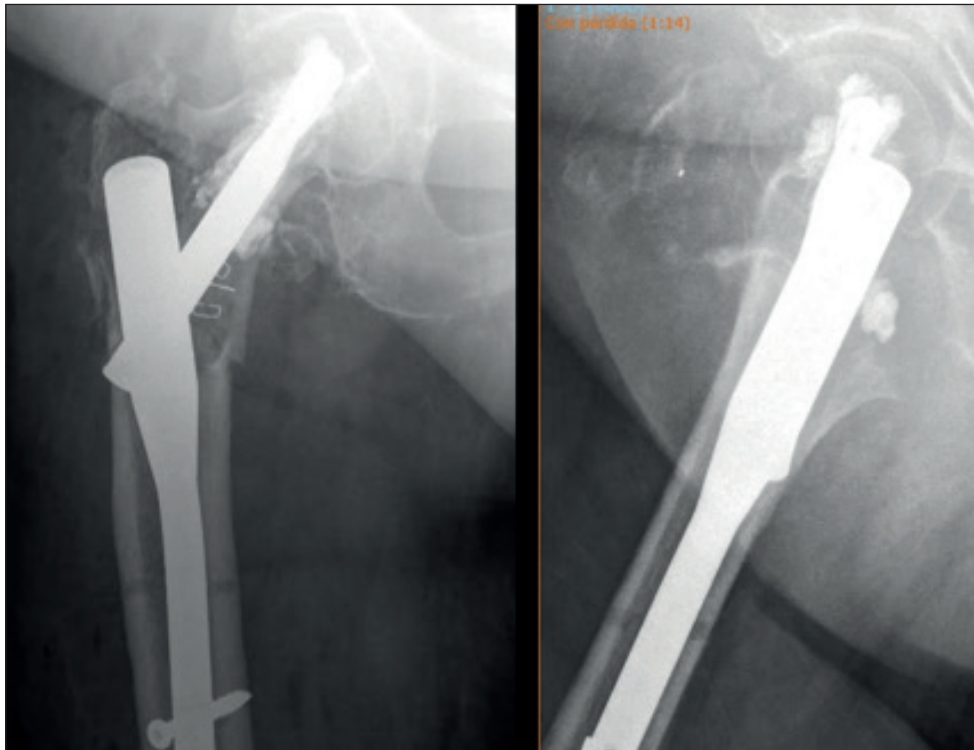


Figura 3. Salida intraarticular de cemento a nivel de cuello femoral

CASO	DISTRIBUCIÓN CEMENTO	CEMENTO INTRAARTICULAR PRECOZ
1. Pseudoartrosis con rotura clavo	Punta	No
2. Pseudoartrosis con rotura clavo	Punta	No
3. Pseudoartrosis con rotura clavo	Punta y cuello	No
4. Pull out lámina	Punta	No
5. Pull out lámina	Cuello	Sí
6. Cut out lámina	Punta	No
7. Cut out lámina	Cuello	No
8. Fractura periimplante	Punta y cuello	No
9. Error técnico enclavado	Punta y cuello	Sí
10. Metástasis	Punta y cuello	No
11. Metástasis	Cuello	No
12. Metástasis	Cuello	No

Tabla 2. Monitorización intraoperatoria de la distribución del cemento.

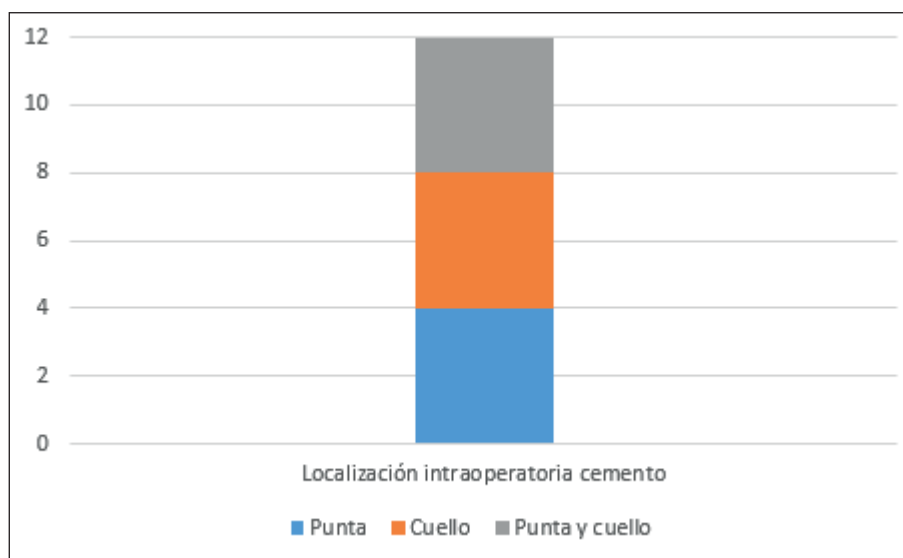


Figura 4. Localización final del cemento (número de casos)

La localización final del cemento tras su administración se distribuyó por igual entre la punta de la lámina, el cuello femoral y ambas, con cuatro casos en cada grupo (Tabla 2, Fig. 4).

El tiempo de seguimiento medio (Tabla 1) fue de 11,1 meses si excluimos dos casos de 30 y 37 meses de seguimiento, significativamente superior al resto aunque realizándose mediante un protocolo similar, con un tiempo mínimo de 5 meses.

Solo en un caso de enclavado cementado en paciente con metástasis en cuello femoral (caso

11) se produjo movilización del material de osteosíntesis, con fallo cut-out (Fig. 5) a las 6 semanas tras la intervención.

De los casos 1 al 9, que corresponden a enclavados por fracturas, se pierde el seguimiento antes de comprobar la consolidación completa de la fractura por fallecimiento u otra causa en 3 casos. Los otros 6 casos alcanzan la consolidación completa sin complicaciones en una media de 18,67 semanas (Tabla 3). En ningún caso se produce movilización del material.

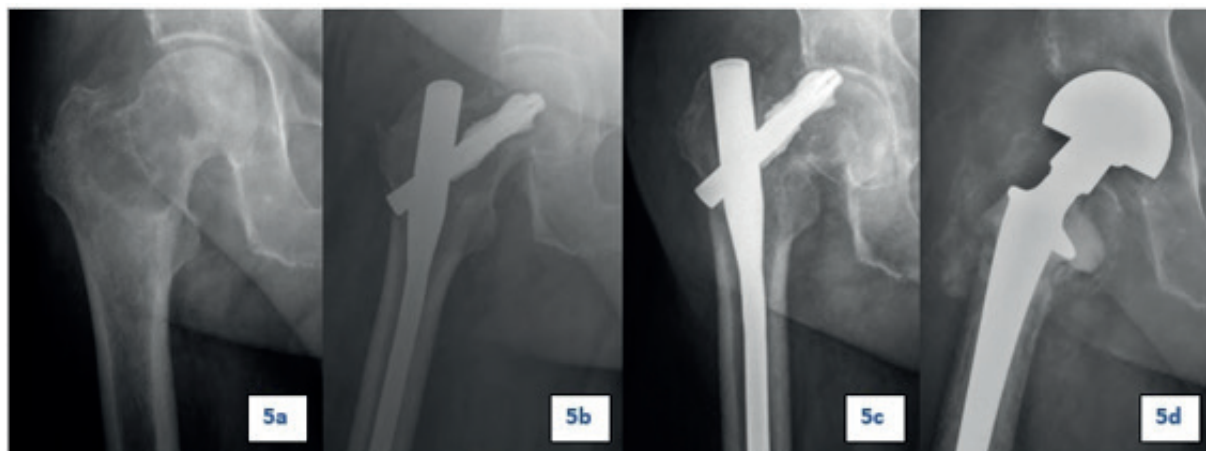


Figura 5. Fallo tipo cut-out (5c) tras enclavado cefalomedular con cementación de la lámina (5b) en paciente con metástasis en cuello femoral (5a). Se trató mediante artroplastia parcial cementada (5d).

CASO	MOVILIZACIÓN MATERIAL	TIEMPO CONSOLIDACIÓN (semanas)
1. Pseudoartrosis con rotura clavo	No	30 semanas
2. Pseudoartrosis con rotura clavo	No	20 semanas
3. Pseudoartrosis con rotura clavo	No	14 semanas
4. Pull out lámina	No	12 semanas
6. Cut out lámina	No	19 semanas
8. Fractura periimplante	No	17 semanas

Tabla 3. Resultados de fracturas con seguimiento completo.

No encontramos ninguna complicación en relación con necrosis o lesión en el tejido óseo o cartilaginoso por efecto tóxico o térmico del cemento administrado.

## Discusión

El desarrollo y envejecimiento de la población está provocando un aumento en la incidencia de fracturas en pacientes con hueso osteoporótico<sup>1, 3, 5</sup>, y esta incidencia se espera que continúe aumentando en las próximas décadas<sup>4</sup>. Una de las fracturas más asociada a este fenómeno es la fractura de cadera y, en concreto, las de localización peritrocantérea<sup>7, 14</sup>, con un coste e implicación clínica crecientes<sup>5</sup>. La mayoría de ellas están en relación con un hueso de baja calidad<sup>2, 14</sup>, que compromete además la estabilidad de la osteosíntesis que realizamos para su tratamiento por una baja capacidad mecánica para el anclaje de los implantes, pudiéndose ocasionar fallos como el cut-out<sup>2</sup> o cut-through<sup>3, 15</sup>.

El tratamiento de los pacientes añosos con fractura de cadera está comprometido por la edad del paciente y sus comorbilidades, tanto para el cirujano como para el equipo multidisciplinar en su conjunto. Es esencial un adecuado tratamiento de la fractura para una recuperación funcional lo más precoz posible, con una fijación estable y una rehabilitación temprana. Los pacientes mayores tienen una baja adherencia a los protocolos de carga parcial<sup>11</sup>, por lo que la osteosíntesis debe ser estable como para permitir carga total precoz<sup>3</sup>.

La osteoporosis es un factor que hace más compleja la osteosíntesis de las fracturas<sup>4</sup>. El retraso en la consolidación y la migración de los implantes son complicaciones asociadas a la presencia de un hueso porótico y que comprometen el resultado final<sup>3</sup>, requiriendo en muchos casos reintervenciones, recambios de material y empeoramiento progresivo del pronóstico funcional. El hueso osteoporótico tiene poca resistencia a la movilización de

material y escasa capacidad de regeneración ósea<sup>13</sup>. Aun así, el tratamiento de las fracturas pertrocantéreas debe respetar los principios básicos de la ortogeriatría: cirugía precoz, evitar reintervenciones, carga precoz y alcance de la funcionalidad lo más cercana posible a la previa<sup>11</sup>.

Las fracturas osteoporóticas requieren un manejo multidisciplinar tanto para el tratamiento como para la prevención secundaria. Sabemos que los fallos en la fijación interna de este tipo de fracturas suelen provenir más de la baja calidad ósea que de fallo intrínseco del implante<sup>3</sup>. El tratamiento farmacológico de la osteoporosis no siempre tiene la incidencia deseada debido a una irregular indicación<sup>2, 16, 17</sup>, un inicio tardío o una ausencia del mismo, teniendo también en cuenta que su efecto suele ser a medio-largo plazo<sup>18</sup>.

En los primeros dos años tras una fractura de cadera hay un 23% de riesgo de sufrir fractura de la cadera contralateral<sup>19</sup>. Las fracturas de cadera por fragilidad tienen alta morbilidad y mortalidad<sup>3</sup>, con un importante declive en la calidad de vida. El 25-30% fallece en el primer año<sup>18</sup>. De los pacientes que sobreviven, el 20% requerirá ingreso para tratamiento de complicaciones en relación a la cirugía realizada<sup>2, 3</sup>. Muchas de estas complicaciones requerirán, además, reintervención<sup>13</sup>, algo a evitar en este tipo de pacientes.

El tratamiento más aceptado para las fracturas pertrocantéreas es el enclavado cefalomedular, especialmente en los patrones inestables tipo A2 y A3 con ausencia de soporte cortical medial<sup>7, 11, 14</sup>, arrojando resultados satisfactorios<sup>6, 20</sup>. Las fracturas tipo A1 pueden manejarse de forma exitosa con sistemas de fijación con tornillos deslizantes<sup>1, 7, 10</sup>, que presentan peores resultados en fracturas inestables, con tasas de complicaciones de hasta el 20,5%<sup>5, 14</sup>. A pesar de una buena técnica quirúrgica, la incidencia de complicaciones es alta, sobre todo en relación al hueso osteoporótico<sup>21</sup>, que incrementa el riesgo de fallo del

implante<sup>13</sup>. Contando todos los tipos de fractura y sistemas de fijación, la tasa de fallo de la osteosíntesis se sitúa entre el 2 y el 16,5%, en relación a fallo del implante o pseudoartrosis, provocando una pérdida de reducción de la fractura<sup>7, 8</sup>.

Hay diferentes patrones de fallo de los clavos cefalomedulares. El cut-out se define como el colapso del ángulo cervico-diafisario hacia el varo y salida de la lámina a través de la cabeza y cuello femoral superior<sup>2, 6, 10</sup>. Es la complicación más frecuente de los clavos cefalomedulares<sup>10, 14</sup>. En su serie, Mereddy<sup>22</sup> encontró una incidencia del 3,6% de fallo cut-out en un total de 62 pacientes. Para disminuir el riesgo de cut-out es fundamental una adecuada reducción de la fractura y un correcto posicionamiento del implante, con la lámina centrada en el cuello femoral<sup>8, 10</sup>. El mayor riesgo sería al colocar la lámina excéntrica en el cuello femoral, con incremento del estrés del montaje<sup>9, 21</sup>. Una distancia tip-apex (TAD) superior a 25mm se asocia a mayores tasas de cut-out<sup>5, 7, 8, 16</sup>. El cut-through consiste en la migración medial o central de la lámina con perforación de la cabeza femoral y lesión acetabular, sin desplazamiento de la fractura<sup>5</sup>. La incidencia es de hasta el 6%<sup>20</sup>.

La mejora de los implantes ha disminuido las complicaciones en relación con la cirugía, aunque se siguen publicando tasas de reintervenciones de fracturas pertrocantéreas de entre el 6 y el 14%<sup>11</sup>. Los nuevos implantes como el clavo PFNA, empleado en todos nuestros casos, que incorporó una lámina helicoidal con la que incrementar la fijación en hueso osteoporótico para disminuir la probabilidad de fallo de la osteosíntesis<sup>5</sup> al aumentar la superficie de unión entre implante y hueso<sup>21</sup>, han disminuido las complicaciones tipo cut-out, cut-through o pull-out. La tasa de reintervención por fallo del implante PFNA está en las series revisadas entre el 0,6 y 5,7%<sup>1, 14, 23</sup>. En estudios in vitro<sup>24, 25</sup> se ha apreciado una mayor resistencia al colapso en varo y a



las fuerzas de torsión a la lámina helicoidal con respecto a los tornillos convencionales, aunque una menor resistencia a la migración axial, algo que podría incrementar el riesgo de cut-through o pull-out. La incidencia de fallo pull-out, definido como aflojamiento de la lámina con desplazamiento lateral de la misma, provocando irritación de la banda iliotibial, con clavo PFNA se estima entre 2,2 y 9,4%<sup>5, 26</sup>. A esta tasa de fallo contribuyen tanto la falta de precisión en la técnica como la baja calidad ósea del paciente<sup>1, 2, 8, 9, 10</sup>. Estos fallos incrementan la morbilidad y mortalidad de los pacientes debido a sus bajas reservas funcionales y comorbilidades. También provocan hospitalización más prolongada y mayores costes<sup>5</sup>.

El tratamiento tras el fallo del clavo cefalomedular para el tratamiento de las fracturas pertrocanteréas es controvertido, pudiendo realizar un cambio de clavo o realizar cirugía de sustitución articular<sup>9</sup>. La falta de stock óseo suele dificultar una nueva osteosíntesis<sup>8</sup>, y para compensarla se ideó la aumentación con cemento<sup>9</sup>. La mayoría de autores abogan por la artroplastia total de cadera en casos de cut-out y cut-through. Brunner en su estudio multicéntrico<sup>6</sup> muestra un éxito del 100% y 95% en el tratamiento de cut-through y cut-out respectivamente con artroplastia total. De los casos que trata mediante nuevo enclavado con cementación de la lámina, 4/6 casos de cut-through y 1/1 caso de cut-out consolidan sin reintervenciones (8/16 y 4/6 tratados mediante clavo sin cementar sí requirieron reintervenirse). Brunner concluye recomendando como tratamiento de elección en estos casos la prótesis total de cadera, pudiendo tener como herramienta el cambio de clavo con cementación de la lámina en casos donde la cirugía protésica pueda conllevar riesgos a pacientes con comorbilidad importante, siempre que la fractura no tenga un gran desplazamiento y no haya daño acetabular, requisitos que se cumplieron en todos los casos de nuestra serie. La

cementación del cuello tiene la limitación del riesgo de salida del cemento a la articulación si el cuello o la cabeza están rotos<sup>6, 9</sup>, que suele ser el caso del cut-out y cut-through.

En los casos de pull-out, donde ni cuello ni cabeza están perforados, puede estar indicado el recambio de clavo con una lámina corta que la primaria, aumentando la rigidez del montaje mediante la cementación de la lámina<sup>5, 6</sup>. Otras indicaciones propuestas son la fractura periimplante en clavos cortos utilizados para fracturas pertrocanteréas, que generan estrés en la punta del mismo; o la rotura del material en casos de pseudoartrosis<sup>21</sup>. En estos casos, tal y como demuestra Erhart en estudios en cadáver<sup>9</sup>, el cambio por una lámina cementada aporta mayor resistencia y estabilidad rotacional en el cuello que la lámina primaria.

El desarrollo de la cementación de la lámina espiral en los clavos cefalomedulares como el PFNA tiene la intención de incrementar la fijación del implante al hueso osteoporótico<sup>5</sup> con el fin de prevenir la pérdida de reducción y migración del implante<sup>4, 14</sup> y un colapso del hueso subcondral<sup>13</sup>, promoviendo una recuperación con carga precoz con menos complicaciones<sup>2, 11, 18</sup>. El mayor beneficio de la técnica se produce en hueso osteoporótico, donde además el cemento se distribuye de una forma más uniforme y extensa<sup>21</sup>. El cemento más usado es el polimetilmetacrilato (PMMA), biológicamente inerte. Produce estabilidad mecánica muy precozmente, con una rigidez entre la del hueso esponjoso y el hueso cortical<sup>4</sup>.

Numerosos estudios concluyen que la aumentación de la lámina con PMMA incrementa la estabilidad del montaje al originar una superficie de contacto mayor entre hueso e implante, reduciendo el estrés del hueso trabecular a ese nivel<sup>1, 2, 7, 8, 10, 11, 14, 16, 21</sup>, siendo un método seguro y fiable para el tratamiento de las fracturas pertrocanteréas. En su estudio prospectivo, randomizado y multicéntrico con 223 pacientes Kammerlander<sup>5</sup> comparó la in-

cidencia de reintervención en fracturas pertrocantéreas tratadas de forma primaria mediante PFNA sin y con cementación de la lámina espiral. En el grupo cementado no hubo ningún caso de reintervención, a pesar de tener una TAD superior al grupo no cementado, probablemente por temor a penetrar la cabeza femoral y administrar el cemento intraarticular, mientras que en el grupo no cementado se reintervino a un 5% de los pacientes por fallo del material, con un seguimiento a 12 meses y un resultado radiológico inicial similar entre los grupos. El resultado funcional fue similar entre los grupos y no se hallaron complicaciones en relación a la administración de cemento. Resultados similares se aprecian en nuestra serie, en la que en un solo caso de 12 pacientes se produce desplazamiento secundario de la fractura, en este caso por metástasis en cuello femoral, tras el enclavado aumentado. Otros estudios clínicos muestran también buenos resultados en el tratamiento de fracturas pertrocantéreas mediante enclavado con lámina cementada<sup>1, 8, 11, 14</sup>. Neuerburg alcanzó un 100% de consolidación en 72 fracturas pertrocantéreas tratadas de forma primaria mediante enclavado cementado, sin complicaciones en relación al cemento. En otra serie Kammerlander<sup>14</sup> publica un seguimiento de 4 meses tras el tratamiento de 69 fracturas pertrocantéreas mediante PFNA aumentado. Todas consolidaron sin casos de migración del implante, cuando se estima una incidencia de cut-out con PFNA convencional de hasta el 3,6%. Incluso se han publicado mejores resultados de otros dispositivos como el tornillo-placa deslizante (tipo DHS) al realizar aumentación con cemento<sup>27, 28</sup>.

El uso del cemento como técnica para el tratamiento sintomático de lesiones metastásicas en el esqueleto se está extendiendo, con buenos resultados<sup>29, 30</sup>. Está aceptada la osteosíntesis como técnica paliativa en casos de metástasis óseas que hayan provocado o tengan riesgo de provocar una fractura patológica<sup>4</sup>, como ocurre en las lesiones

de cuello femoral, donde ocasionan gran trastorno funcional. Kang<sup>31</sup> trató 11 casos de metástasis a ese nivel mediante tornillos canulados cementados. Todos tuvieron una franca mejoría sintomática y a los tres meses 8 de ellos todavía caminaban. Para ello, la estabilidad mecánica que genera el implante junto a la mayor fijación del mismo al hueso patológico gracias al cemento, que por reacción exotérmica además es capaz de eliminar las células tumorales<sup>31</sup>, parece fundamental. En nuestra serie se realizó la técnica de enclavado con cementación de la lámina en tres casos de metástasis en cuello femoral. Dos de ellos al final del seguimiento mantenían el material de osteosíntesis sin movilización y funcionalmente eran capaces de deambular. El caso 11 requirió recambio a artroplastia al sufrir fallo tipo cut-out a las 6 semanas tras la cirugía.

Una serie de estudios in vitro evalúan las características que aporta el cemento a la lámina espiral en el clavo cefalomedular. Algunos confirman la necesidad de más ciclos de carga para que se produzca un fallo del material en láminas cementadas que no cementadas<sup>11</sup>. Erhart<sup>9, 21</sup> comprobó que la resistencia a la migración lateral de una lámina recambiada cementada no era inferior a la de una lámina primaria, aportando además una mayor estabilidad rotacional. Fensky, en un estudio en cadáver<sup>7</sup>, encontró mayor rigidez y estabilidad al cementar la lámina, con diferencias mayores cuanto menor es la densidad ósea mineral<sup>13</sup>. En dos estudios biomecánicos<sup>2, 32</sup>, Sermon apreció una mayor diferencia en cuanto a mayor resistencia al cementar en los casos en los que la lámina se colocaba de forma excéntrica que de forma concéntrica en el cuello femoral y una mayor resistencia al cut-out en láminas aumentadas con cemento.

La cementación de la lámina no compromete la extracción del material si fuera necesario<sup>2, 4, 8</sup>, como comprobamos en el caso 11 al que se recambió el clavo con la lámina cementada por una artroplastia de cadera sin incidencias, siendo además el PMMA perforable y sobre el que se pueden fijar nuevos sistemas con buen anclaje<sup>2, 33</sup>. Sus principales inconvenientes son el aumento del coste<sup>11</sup> sin tener evidencias claras de superioridad frente al enclavado convencional en fracturas primarias y una serie de complicaciones inherentes al cemento.

Técnicamente no es exigente y no incrementa en exceso el tiempo quirúrgico<sup>16</sup>. En su estudio, Scola<sup>8</sup> tarda en cementar la lámina de media 4,7 minutos. Podemos decidir si utilizarlo o no durante la cirugía, tras valorar la calidad ósea o la presencia de fracturas en el cuello<sup>2</sup>, pues no interfiere ni en la reducción ni en la colocación del implante<sup>11</sup>. El cemento se administra a través de una cánula conectada directamente a la porción lateral de la lámina, una vez ésta ya está introducida en el cuello femoral. En la lámina hay tres orificios en cada depresión de la hélice<sup>14</sup>. Es fundamental monitorizar por radioscopia la cementación para valorar la distribución del cemento y comprobar que no sale a la articulación<sup>16</sup> a través de algún trazo de fractura (como en el fallo tipo cut-out) u orificio creado con el instrumental<sup>1,8,14</sup>, tal y como ocurrió en nuestros casos 5 y 9. Algunos autores proponen utilizar previamente contraste para evitarlo<sup>4,5,11,14,16</sup>. Von der Linden<sup>27</sup> propone hacer un lavado a presión del cuello femoral para facilitar la incorporación de cemento al retirar restos de hueso, grasa y sangre. En la bibliografía revisada se administra una cantidad de PMMA de entre 3 y 5,3 ml<sup>1,8,11,14,32</sup>, y hay consenso en evitar colocar más de 6<sup>11</sup>. En todos los casos de nuestra serie la cantidad de cemento administrada estuvo entre 3 y 6 ml. Poco cemento aportaría una estabilidad insuficiente y demasiado podría incrementar el riesgo de complicaciones, teniendo en cuenta que con 1-2 ml ya mejora el anclaje de la lámina. En definitiva, la cantidad depende de la pérdida ósea que tengamos. El posicionamiento final del cemento podría ser más relevante que la cantidad en sí, pudiendo reducirla hasta 1-2 ml si está colocado en la punta de la lámina. En los diferentes estudios se aprecia una alta variabilidad en la distribución del cemento en relación al implante. La influencia de dicha distribución no está clara. En su estudio in vitro, Sermon<sup>16</sup> afirma que la mejor localización del cemento es en la punta de la lámina rodeándola concéntricamente<sup>4</sup>, con mayor resistencia que en la parte proximal, debido a una menor distancia al contacto con hueso subcondral y un menor momento de fuerza de palanca, principios físicos y biomecánicos similares a los de la distancia tip-apex en del posicionamiento de la lámina en el cuello femoral. En nuestra serie el cemento se localizó con frecuencia similar en la

punta, en el cuello y en ambos (33% cada uno). También estudios in vivo recomiendan colocar el cemento en la punta, aunque añaden que puede ser difícil dirigirlo por distribuirse mejor por zonas más osteopénicas y por la poca capacidad que tenemos técnicamente para modificar dicha distribución<sup>11</sup>. Sin embargo, es conveniente evitar colocar el cemento demasiado subcondral para reducir el riesgo de daño al cartilago. En este estudio, además, se aprecia en los grupos de cabezas femorales de cadáver una superioridad del implante con aumentación con respecto a sin cementar, fuera cual fuera la distribución del mismo. La reacción de polimerización con endurecimiento del cemento dura 10-15 minutos<sup>14</sup>.

Las complicaciones asociadas a la técnica están en relación con sus propiedades intrínsecas, con poner demasiado cemento o colocarlo en mala posición<sup>13</sup>.

- Se ha postulado que el PMMA podría alterar el metabolismo óseo<sup>14,33</sup>, provocar reacción inflamatoria local con resorción ósea<sup>13</sup> o incluso embolismo graso<sup>2,21</sup>.
- La interposición del cemento en el foco de fractura podría incrementar la probabilidad de pseudoartrosis<sup>2,4,13</sup>. El riesgo será menor si lo administramos en la punta de la lámina<sup>15</sup>.
- Lesión ósea y cartilaginosa por reacción exotérmica e incremento de presión<sup>4,34</sup>, sobre todo en localización subcondral. Provocarían necrosis ósea y estrechamiento del espacio articular. Algunos estudios hablan de bajo riesgo si no se sobrepasan los 6cc de cemento<sup>15,35</sup>, recomendándose una cantidad de entre 3 y 5 ml<sup>4</sup>. Cuanto menos cemento pongamos, menor daño térmico provocará. Fliri muestra en su estudio<sup>35</sup> que con 3 ml se alcanza una temperatura de 41-45°C en la interfaz hueso-lámina. En células óseas, la necrosis comenzaría a temperaturas de 42-45°C durante unos 10 minutos<sup>4,17</sup>, siendo muy probable a 60°C<sup>15</sup>. Es controvertido el impacto clínico que pueda tener este suceso, que probablemente sea escaso al tratarse de pequeñas lesiones microscópicas. En los estudios revisados y en nuestra serie no se han encontrado complicaciones asociadas de forma directa a este evento, incluyendo estudios in vitro<sup>36</sup>.

- Salida del cemento al espacio articular<sup>2, 8, 10, 20</sup>, por el foco de fractura o por el mecanismo deslizante del implante<sup>16</sup>. Provocaría limitación funcional y desarrollo precoz de artropatía degenerativa<sup>21</sup>. En dos casos de nuestra serie se produjo salida al espacio articular por el foco de fractura y por un orificio accidental que se realizó con la broca de la lámina en la cirugía primaria. No se halló impacto clínico de este hecho. Se puede reducir el riesgo usando cemento de viscosidad alta<sup>2, 14</sup>, que permite una administración controlada hasta la solidificación en unos 15 minutos, o introduciendo previamente un tapón de cemento<sup>20</sup>.

Estudios in vivo como el de Kammerlander<sup>1, 5</sup> o Scola<sup>8</sup>, con 62 y 10 pacientes respectivamente, no encontraron complicaciones intraoperatorias ni necrosis ósea en el seguimiento a 15 y 5,4 meses respectivamente.

En casos en los que hay pérdida ósea en el espacio yuxtaarticular se han utilizado también otros sustitutivos óseos. En ocasiones se ha empleado autoinjerto, con la comorbilidad que genera y la baja resistencia que tiene para soportar la carga<sup>13, 34</sup>. Mattson estudió el efecto de aumentar implantes con fosfato cálcico<sup>37, 38</sup>. Su uso en tornillos canulados para el tratamiento de fracturas del cuello femoral provocó una mejor evolución que sin dicha aumentación durante los primeros 24 meses pero posteriormente una mayor tasa de reintervención por nonunión y necrosis avascular. El fosfato cálcico es osteoconductor y se va sustituyendo por hueso del huésped facilitando la remodelación<sup>13</sup>. No provoca lesión térmica como el PMMA pues solidifica sin reacción exotérmica para formar hidroxiapatita, el componente mineral del hueso. Moore<sup>10</sup> encontró en estudio de cadáver mayor resistencia del implante DHS con aumentación, ya fuera con PMMA o con fosfato cálcico, que sin ella. Recomienda el fosfato cálcico en paciente joven y PMMA en paciente añoso por mayor probabilidad de complicaciones de éste. Se están desarrollando cementos con capacidad osteogénica, osteoconductor y osteoinductor con contenido en BMP2 (bone morphogenetic protein 2), aunque con mal perfil de resistencia mecánica<sup>13</sup>.

En virtud a la bibliografía y evidencia revisada, se podrían extraer las siguientes conclusiones en relación a las indicaciones de la cementación

de la lámina espiral en implantes tipo PFNA:

- a. Las indicaciones más aceptadas son el recambio de un clavo por pseudoartrosis, fractura periimplante, irritación de la cintilla iliotibial por lámina larga o fallo del material sin perforación de cabeza o cuello femoral, sobre todo tipo pull-out, principalmente todo en pacientes no candidatos a cirugía compleja como retirada de material más sustitución articular<sup>6, 8, 9</sup>.
- b. Neuerburg<sup>11</sup> propone otras indicaciones como la fractura patológica, los patrones muy inestables o como refuerzo si la reducción de la fractura o la colocación del implante son subóptimas.
- c. Complicaciones tipo cut-out o cut-through en las que se produce rotura de cuello o cabeza femorales serían peores candidatos a cementación de la lámina por riesgo al paso intraarticular del cemento<sup>8</sup>. En estos casos se acepta como tratamiento de rescate de elección la artroplastia total de cadera<sup>5</sup>.
- d. Habría que buscar pacientes candidatos a cementación en osteosíntesis primaria, sobre todo en casos con osteoporosis intensa que pudieran comprometer la fijación del implante al hueso<sup>1, 11, 14, 20</sup>, con la intención de reducir el riesgo de complicaciones tipo cut-out<sup>2, 14</sup>. En estos casos, además, el cemento se distribuye mejor, encontrándose mayor efecto que en pacientes con mayor densidad ósea<sup>13, 21</sup>.

## Conclusiones

La cementación con PMMA de la lámina espiral de clavos cefalomedulares tipo PFNA es una técnica reproducible y con pocas complicaciones, con un resultado funcional similar al enclavado convencional. Se aceptan ciertas especificaciones técnicas como administrarlo en la punta de la lámina y no exceder un volumen total de 6cc, con el objetivo de minimizar las complicaciones. Los estudios sugieren una mayor estabilidad y anclaje de la lámina en hueso osteoporótico. Se han encontrado buenos resultados en cuanto a consolidación de la fractura y a la movilización del material.

Dichos resultados prometedores requieren confirmación mediante estudios comparativos entre láminas cementadas y no cementadas para comprobar si la cementación aporta beneficio al paciente y en qué magnitud. Actualmente las indicaciones más aceptadas son la cirugía de rescate tras fracaso del enclavado en el manejo inicial por fallo tipo pull-out o por pseudoartrosis de la fractura y la fractura periimplante que requiera recambio del material principalmente, aunque también se puede valorar en casos escogidos de cut-out o en pacientes con metástasis en cuello femoral. Queda pendiente confirmar la implicación clínica de la aumentación y ajustar sus indicaciones para cirugía primaria de las fracturas pertrocantéreas.

## Bibliografía

1. Kammerlander C et al. Long-term results of augmented PFNA: a prospective multicenter trial. *Arch Orthop Trauma Surg* 2014;134:343-349. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24297215>
2. Sermon A et al. Biomechanical evaluation of bone-cement augmented proximal femoral nail antirotation blades in a polyurethane foam model with low density. *Clinical Biomechanics* 2012;27:71-76. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21824697>
3. Von Rüden C et al. Failure of fracture fixation in osteoporotic bone. *Injury* 2016 Jun;47S2:S3-S10. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27338224>
4. Kammerlander C et al. The use of augmentation techniques in osteoporotic fracture fixation. *Injury* 2016 Jun;47S2:S36-S43. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27338226>
5. Kammerlander C et al. Cement augmentation of the Proximal Femoral Nail Antirotation (PFNA). A multicentre randomized controlled trial. *Injury* 2018 Aug;49(8):1436-1444. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29724590>
6. Brunner A et al. What is the optimal salvage procedure for cut-out after surgical fixation of trochanteric fractures with PFNA or TFN? A multicenter study. *Injury* 2016;47:432-438. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26748415>
7. Fensky F et al. Cement augmentation of the proximal femoral nail antirotation for the treatment of osteoporotic pertrochanteric fractures - a biomechanical cadaver study. *Injury* 2013;44:802-807. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23545113>
8. Scola A et al. The PFNA augmented in revision surgery of proximal femur fractures. *The Open Orthopaedics Journal* 2014;8:232-236. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25136390>
9. Erhart S et al. Is augmentation a possible salvage procedure after lateral migration of the proximal femoral nail antirotation? *Arch Orthop Trauma Surg* 2012;132:1577-1581. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22752458>
10. Moore D et al. Hip screw augmentation with an in situ-setting calcium phosphonate cement: an in vitro biomechanical analysis. *J Orthop Trauma*. 1997 Nov;11(8):577-83. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9415864>
11. Neuerburg C et al. Trochanteric fragility fractures: treatment using the cement-augmented proximal nail antirotation. *Oper Orthop Traumatol* 2016 Jun;28(3):164-76. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27245659>
12. Mattsson P et al. Stability of internally fixed femoral neck fractures augmented with resorbable cement: a prospective randomized study using radiostereometry. *Scand J Surg* 2003;92:215-219. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14582545>
13. Lindner T et al. Fractures of the hip and osteoporosis. The role of bone substitutes. *J Bone Joint Surg Br*. 2009;91-B:294-303. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19258602>
14. Kammerlander C et al. Standardised cement augmentation of the PFNA using a perforated blade: a new technique and preliminary clinical results. A prospective multicentre trial. *Injury* 2011;42:1484-1490. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21855063>
15. Boner V et al. Temperature evaluation during PMMA screw augmentation in osteoporotic bone-an in vitro study about the risk of thermal necrosis in human femoral heads. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2009 Aug;90(2):842-8. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19353575>
16. Sermon A et al. Cement augmentation of hip implants in osteoporotic bone: how much cement is needed and where should it go? *J Orthop Res*. 2014 Mar;32(3):362-8. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24259367>
17. Li S et al. Heat shock-induced necrosis and apoptosis in osteoblasts. *J Orthop Res* 1999 Nov;17:891-899. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10632456>
18. Varga P et al. Prophylactic augmentation of the osteoporotic proximal femur – mission impossible? *Bonekey Rep* 2016 Dec 7;5:854. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28018586>
19. Raas C et al. Prophylactic augmentation of the proximal femur: an investigation of two techniques. *Arch Orthop Trauma Surg* 2016;136:345-351. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26749332>
20. Hanke M et al. Prevention of cement leakage into the hip joint by a standard cement plug during PFN-A cement augmentation: a technical note. *Arch Orthop Trauma Surg* 2016;136:747-750. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27010468>

21. Erhart S et al. Biomechanical effect of bone cement augmentation on rotational stability and pull-out strength of the proximal femur nail antirotation. *Injury* 2011; 42:322-1327. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21601203>
22. Mereddy P et al. The AO/ASIF proximal femoral nail antirotation (PFNA): a new design for the treatment of unstable proximal femoral fractures. *Injury* 2009;40:428-432. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19230885>
23. Tucker A et al. Fatigue failure of the cephalomedullary nail: revision options, outcomes and review of the literature. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2018 Apr;28(3):511-520. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29043506>
24. Goffin JM et al. Does bone compaction around the helical blade of a proximal femoral nail anti-rotation (PFNA) decrease the risk of cut-out?: A subject-specific computational study. *Bone Joint Res* 2013 May;2(5):79-83. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23673407>
25. Born CT et al. Hip screw migration testing: first results for hip screws and helical blade utilizing a new oscillating test method. *J Orthop Res* 2011 May;29(5):760-6. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20830738>
26. Kraus M et al. Clinical evaluation of PFNA (R) and relationship between the tip-apex distance and mechanical failure. *Unfallchirurg* 2011;114(6):470-478. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21626197>
27. Von der Linden P et al. Biomechanical evaluation of a new augmentation method for enhanced screw fixation in osteoporotic proximal femoral fractures. *J Orthop Res* 2006;24:2230-2237. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17001708>
28. Bartucci EJ et al. The effect of adjunctive methylmethacrylate on failures of fixation and function in patients with intertrochanteric fractures and osteoporosis. *J Bone Joint Surg Am* 1985 Sep;67(7):1094-1107. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/4030829>
29. Yamada K et al. Clinical outcome of percutaneous osteoplasty for pain caused by metastatic bone tumors in the pelvis and femur. *J Anesth* 2007;21:277-81. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17458661>
30. Hierholzer J et al. Percutaneous osteoplasty as a treatment for painful malignant bone lesions of the pelvis and femur. *J Vasc Interv Radiol* 2003 Jun;14(6):773-7. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12817045>
31. Kang HG et al. The treatment of metastasis to the femoral neck using percutaneous hollow perforated screws with cement augmentation. *J Bone Joint Surg Br* 2009;91-B:1078-82. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19651838>
32. Sermon A et al. Potential of polymethylmethacrylate cement-augmented helical proximal nail antirotation blades to improve implant stability – a biomechanical investigation in human cadaveric femoral heads. *J Trauma Acute Care Surg.* 2012 Feb;72(2):E54-9. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22439233>
33. Stoffel K et al. A new technique for cement augmentation of the sliding hip screw in proximal femur fractures. *Clinical Biomechanics* 2008;23:45-51. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17964016>
34. Hisatome T et al. Effects on articular cartilage of subchondral replacement with polymethylmethacrylate and calcium phosphate cement. *J Biomed Mater Res.* 2002 Mar;59(3):490-8. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11774307>
35. Fliri L et al. Ex vivo evaluation of the polymerization temperatures during cement augmentation of proximal femoral nail antirotation blades. *J Trauma Acute Care Surg* 2012;72(4):1098-1101. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22491634>
36. Goetzen M et al. Does metaphyseal cement augmentation in fracture management influence the adjacent subchondral bone and joint cartilage? An in vivo study in sheep stifle joints. *Medicine (Baltimore)* 2015 Jan;94(3):e414. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25621690>
37. Mattsson P et al. Resorbable cement for the augmentation of internally-fixed unstable trochanteric fractures. A prospective, randomised multicentre study. *J Bone Joint Surg Br.* 2005 Sep;87(9):1203-1209. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16129742>
38. Mattsson P et al. Calcium phosphate cement for augmentation did not improve results after internal fixation of displaced femoral neck fractures: a randomized study of 118 patients. *Acta Orthop* 2006;77:251-6. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16752286>