

# Clavo femoral proximal de antirrotación (PFNA): ¿influye la longitud en las complicaciones postoperatorias?

## Proximal Femoral Nail Antirrotation (PFNA) length and postoperative complications: a retrospective cohort study

González-Quevedo, David<sup>1</sup>; Martínez-Malo, Javier<sup>1</sup>; Montesa, Guillermo<sup>1</sup>; Tamimi, Iskandar<sup>1</sup>; Bravo-Bardají, Manuel<sup>1</sup>; García-de-Quevedo, David<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Cirugía Ortopédica y Traumatología (Hospital Regional Universitario de Málaga, España)

### Resumen

**Objetivos:** Los clavos proximales de fémur fueron diseñados para realizar una cirugía mínimamente invasiva y reducir la tasa de complicaciones en pacientes con fracturas de fémur proximal. Planteamos la hipótesis que el tamaño de estos clavos influye en las complicaciones postoperatorias.

**Material y Métodos:** Realizamos un estudio de cohortes retrospectivas en pacientes con fracturas de fémur proximal que fueron sintetizadas con un PFNA durante el periodo comprendido entre enero de 2012 y marzo de 2014. La siguiente información fue recogida de nuestra base de datos informática: longitud del implante, duración de la cirugía, hemoglobina postoperatoria, necesidad de transfusión, estancia hospitalaria, presencia de complicaciones y mortalidad. Los pacientes fueron seguidos durante un año después de la cirugía.

**Resultados:** Un total de 400 pacientes fueron incluidos en este estudio. La edad media de los pacientes fue de  $80.45 \pm 0.53$  años; 98 (24.5%) pacientes fallecieron durante el periodo de seguimiento. El tiempo quirúrgico fue de  $38.70 \pm 0.68$ ,  $50.31 \pm 1.88$  y  $66.92 \pm 3.44$  minutos, para los pacientes con clavos de 170, 200 y 240 mm respectivamente ( $P < 0.05$ ). La diferencia de hemoglobina pre y postoperatoria fue menor en pacientes intervenidos con clavos de 170 mm comparado con 200 y 240 mm [ $2.43 \pm 0.08$  g/dl;  $2.81 \pm 0.16$  g/dl; y  $2.50 \pm 0.06$  g/dl, respectivamente ( $P < 0.01$ )]. Comparado con los clavos de 170 mm, las odd ratios para la necesidad de transfusión fueron 2.83 (1.57-5.10) para clavos de 200 mm, y 2.58 (1.26-5.30) para clavos de 240 mm. La longitud del clavo no afectó a la estancia hospitalaria, presencia de cut-out y la tasa de mortalidad.

**Conclusiones:** El uso de clavos proximales más largos está asociado con un incremento de la duración de la cirugía, menos niveles de hemoglobina postoperatorios y mayores tasas de transfusión. La longitud del implante no influye en las tasas de cut-out y mortalidad.

**Palabras clave:** Fracturas de cadera; clavo femoral proximal; complicaciones; cut-out.

### Abstract

**Objectives:** Proximal femoral nails were developed to perform minimally invasive surgery and reduce the complication rates in patients with proximal femoral fractures. We hypothesize that the length of these nails may influence the surgical outcome.

**Methods:** We conducted a retrospective cohort study on patients with proximal femoral fractures who were treated with a PFNA during the period between January 2012 and March 2014. The following information was withdrawn from our local computerized database: nail length, duration of surgery, postoperative hemoglobin level, transfusion requirements, hospital stay, presence of surgical complications and mortality. Patients were followed for one year after surgery.

**Results:** A total of 400 cases were included in this study. The mean age was  $80.45 \pm 0.53$  years; 98 (24.5%) patients died during the follow-up period (one year). The surgical time was  $38.70 \pm 0.68$ ,  $50.31 \pm 1.88$  and  $66.92 \pm 3.44$  min, for patients with 170, 200, and 240 mm nails, respectively ( $P < 0.05$ ). The change in the preoperative to postoperative hemoglobin levels was lower in patients operated with 170 nails compared to 200 and 240 nails [ $2.43 \pm 0.08$  g/dl;  $2.81 \pm 0.16$  g/dl; and  $2.50 \pm 0.06$  g/dl, respectively ( $P < 0.01$ )]. Compared to 170 nails the odd ratios for postoperative transfusions were 2.83 (1.57-5.10) for 200 nails, and 2.58 (1.26-5.30) for 240 nails. The nail length did not affect hospital stay, presence of cut-out, or mortality rate.

**Conclusions:** The use of longer proximal nails is associated with increased surgical duration, lower postoperative hemoglobin levels and higher transfusion rates. The implant length did not influence the cut-out or mortality rates.

**Keywords:** Complications; cut-out; hip fractures; length; proximal femoral nail.

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años existe un gran debate sobre cuál es el implante óptimo para la osteosíntesis de las fracturas de la región trocantérica. Las opciones de tratamiento para este tipo de fracturas incluyen el uso de dispositivos intramedulares y extramedulares (1). El sistema dinámico de cadera (DHS, Synthes, Stratec Medical Ltd, Oberdorf, Suiza) es el dispositivo de fijación extramedular más ampliamente utilizado en el tratamiento de fracturas extracapsulares de fémur proximal; y ha sido considerado el gold estándar para el tratamiento de estas fracturas desde que fue introducido en 1964. Sin embargo, el uso del DHS no garantiza una fijación óptima en fracturas inestables u oblicuas inversas (1).

Por otro lado, el clavo Gamma (Stryker-Howmedica, Rutherford, NJ, EEUU), utilizado por primera vez en 1988, fue diseñado específicamente para el tratamiento de fracturas inestables (2). La combinación de la fijación intramedular con el tornillo dinámico en el cuello femoral auguró buenos resultados clínicos. Desafortunadamente, se describieron numerosas complicaciones relacionadas con el implante, tales como el fallo en la osteosíntesis, la fractura peri-implante o el bloqueo distal no adecuado (3). El clavo femoral proximal (PFN, Synthes, Stratec Medical Ltd, Oberdorf, Suiza) se introdujo en 1997 con el objetivo de incrementar la estabilidad rotacional añadiendo un tornillo extra anti-rotacional en el cuello femoral. Sin embargo, no siempre se conseguía la colocación óptima de este tornillo. Además, este implante se asoció con altas tasas de cut-out, cut-off y efecto-Z (4). Por estas razones, en 2004, el clavo femoral proximal de antirrotación (PFNA, Synthes, Stratec Medical Ltd, Oberdorf, Suiza) reemplazó los dos tornillos femorales de su antecesor por una lámina espiral. La mayor superficie de contacto de ésta incrementaba el agarre del hueso esponjoso y bloqueaba la rotación de la cabeza femoral por un mecanismo de bloqueo intrínseco. El sistema PFNA tiene distintas longitudes: clavos cortos (extra pequeño de 170 mm, pequeño de 200 mm y estándar de 240 mm) y clavos largos (de 300 mm a 420 mm).

Desde un punto de vista biomecánico, los dispositivos intramedulares muestran una mayor capacidad de carga comparado con las placas bloqueadas (5). La incorporación de la lámina espiral además ha demostrado menores tasas de movilización de la cabeza femoral (6).

El tratamiento de estas fracturas se asocia frecuentemente con una pérdida de sangre significativa (7), requiriendo estos pacientes a menudo transfusiones sanguíneas (8). Sin embargo, los estudios que relacionan el tamaño del clavo con la pérdida sanguínea son muy escasos (9).

Por todas estas razones descritas, planteamos la hipótesis de que la longitud del implante PFNA corto puede influir en la estabilidad mecánica y la pérdida sanguínea peri-operatoria en los pacientes con fracturas de fémur proximal. Por tanto, nuestro objetivo principal en este estudio es analizar la asociación entre las distintas longitudes de clavo corto PFNA y el desarrollo de complicaciones específicas postoperatorias.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### *Selección de pacientes y características clínicas:*

Planteamos un estudio de cohortes retrospectivas en pacientes con fracturas de fémur proximal que fueron intervenidas con un clavo PFNA corto durante el periodo comprendido entre junio de 2012 y marzo de 2014. Los datos de cada paciente fueron recogidos de nuestra base de datos informática. Como no hubo contacto directo con el paciente, no fue necesario el uso de consentimiento informado. Se revisaron todas las fracturas extracapsulares de fémur proximal (basicervical, pertrocantérica y subtrocantérica) que ocurrieron en este periodo. Los pacientes con fracturas intracapsulares

o patológicas (historia de malignidad, enfermedad de Paget u osteomalacia) fueron excluidos del estudio. Aquellos casos donde se realizó un enclavamiento profiláctico también fueron excluidos.

Se obtuvieron los siguientes datos: edad, género, lado de la fractura, tipo de fractura según la clasificación AO (31A1 pertrocantérica simple, 31A2 pertrocantérica multifragmentaria, 31A3 intertrocantérica) (10), diámetro del clavo (9, 10 y 11 mm) y longitud del clavo (170, 200 y 240 mm), tiempo quirúrgico, nivel de hemoglobina postoperatoria, necesidad de transfusión, estancia hospitalaria, presencia de complicaciones (cut-out, retardo de consolidación, infección superficial, fractura peri-implante, necesidad de reintervención) y tasa de mortalidad. El periodo de seguimiento fue un año tras la cirugía.

### *Métodos:*

Los pacientes fueron posicionados en una mesa de tracción radiotransparente en decúbito supino. Se realizó reducción cerrada de la fractura bajo control escópico; en los casos en los que no se consiguió una reducción satisfactoria, se llevó a cabo una reducción abierta. El diámetro de los clavos se seleccionó dependiendo del tamaño del canal intramedular (mediante radiografía preoperatoria o utilizando regla intraoperatoria dependiendo de la preferencia del cirujano), mientras que la longitud del clavo se eligió según el patrón de la fractura: se utilizó la longitud más pequeña, en fracturas subtrocantéricas, si el bloqueo distal estaba a una distancia segura del trazo de fractura (>3 cm) (11).

La introducción del clavo PFNA (compuesto de titanio, 6% de aluminio y 7% de niobio) se realizó siguiendo la técnica quirúrgica establecida, sin fresado del canal intramedular. La fijación distal se consiguió utilizando un tornillo de bloqueo estático. Se controló del dolor postoperatorio mediante una combinación de dexketoprofeno intravenoso y cloruro mórfico. Se iniciaron de forma inmediata los ejercicios específicos en cama y se permitió la carga a partir de las 24 horas. En todos los casos se realizó en el postoperatorio inmediato un control radiológico de la cirugía y un análisis sanguíneo (Figura 1). Los pacientes fueron dados de alta del hospital cuando fueron capaces de caminar de forma segura con andador o muletas. Se revisó al paciente en consulta externa a las 4 semanas, tres meses, seis meses y un año tras la cirugía.

### *Análisis estadístico:*

Los datos fueron analizados mediante el software SPSS 22.0 (SPSS Inc, Chicago, IL, EEUU). Las variables categóricas se presentan mediante valores absolutos y porcentajes. Las medias se presentan con su correspondiente desviación estándar (DE). La normalidad de las variables continuas se confirmó usando un test de Saphiro-Wilk. Las diferencias entre las distintas opciones de tratamiento se analizaron mediante el test de ANOVA, LSD de Fisher y Chi-cuadrado. Los valores de P menores a 0.05 fueron considerados estadísticamente significativos. El error alfa se fijó en 0.05 y el poder estadístico en 0.80.

## RESULTADOS

Identificamos un total de 400 pacientes que cumplieron con nuestros criterios de inclusión-exclusión (296 mujeres y 104 hombres). La edad media fue de  $82.52 \pm 1.0$  años para las mujeres y de  $74.55 \pm 2.7$  años para los hombres. La cirugía tuvo una duración media de  $44.19 \pm 3.5$  minutos y la hospitalización tuvo una media de  $12.13 \pm 1.3$  días (Tabla 1).

Se registraron un total de 16 (4%) complicaciones. Encontramos 3 fracturas peri-implante, 2 retardos de consolidación, 2 infecciones superficiales, 1 infección profunda y 8 cut-outs. La mortalidad al año fue de 24.5% (Tabla 2).

Las fracturas donde se realizó una reducción abierta se excluyeron del análisis estadístico. El tiempo quirúrgico fue menor

cuando se utilizó un clavo de 170 mm comparado con los clavos de 200 mm y 240 mm [38.70±0.68 min, 50.31±1.88 min, and 66.92±3.34 min respectivamente (P<0.01)]. Además, el cambio en los niveles de hemoglobina pre y postoperatoria fueron menores en los pacientes intervenidos con clavos de 170 mm comparado con los clavos de 200 mm y 240 mm [2.43±0.08 g/dl; 2.81±0.16 g/dl; and 2.50±0.06 g/dl respectivamente (P<0.01)]. Además, comparado con los clavos de 170 mm, las odd ratios para la necesidad de transfusión fue de 2.83 (1.57-5.10) para los clavos de 200 mm y 2.58 (1.26-5.30) para los clavos de 240 mm. Sin embargo, no se encontraron diferencias estadísticamente entre los grupos estudiados en la estancia hospitalaria ni las tasas de mortalidad ni cut-out (Tabla 3).

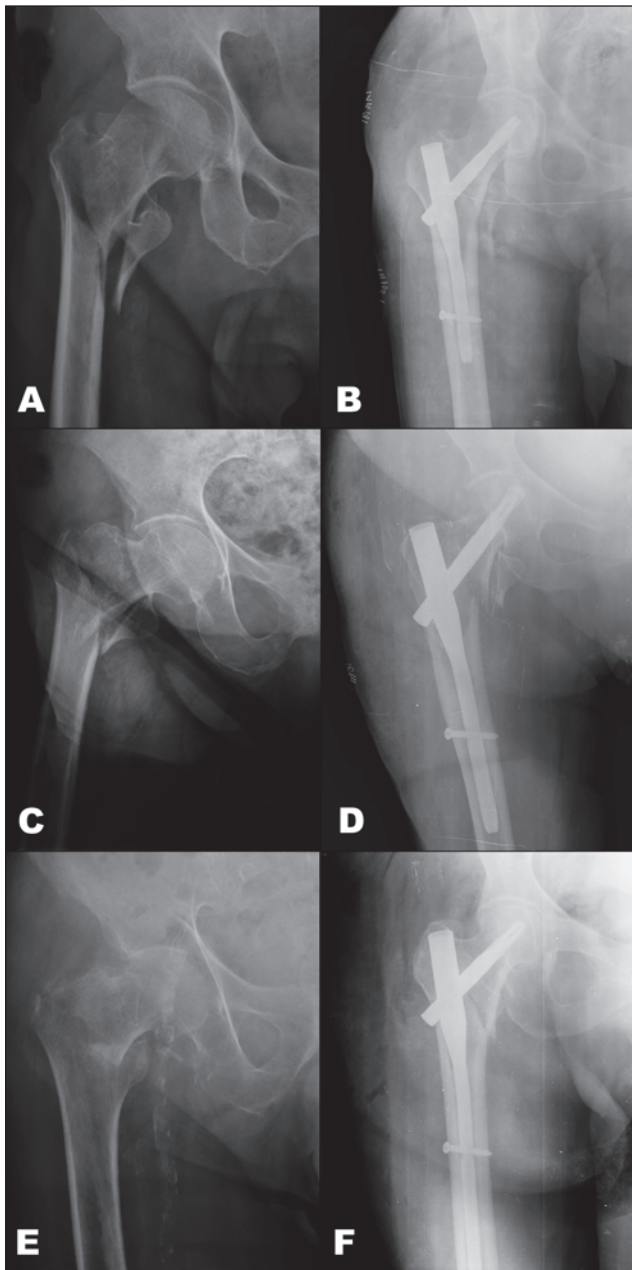


Figura 1. (A) Radiografía antero-posterior de cadera que muestra una fractura pertrocanterea (AO 31-A2.2). (B) Control postoperatorio de osteosíntesis con PFNA de 170 mm. (C) Radiografía antero-posterior de cadera que muestra una fractura pertrocanterea (AO 31-A2.2). (D) Control postoperatorio de osteosíntesis con PFNA de 200 mm. (E) Radiografía antero-posterior de cadera que muestra una fractura pertrocanterea (AO 31-A1.2). (F) Control postoperatorio de osteosíntesis con PFNA de 240 mm.

Parámetro	170 mm (n=295)	200 mm (n=61)	240 mm (n=44)	Total (n=400)
Edad, años	81.01 ± 0.61	81.26 ± 1.11	75.57 ± 1.92	80,45 ± 0.53
<b>Género</b>				
Hombre	74 (25.1)	15 (24.6)	15 (34.1)	104 (26)
Mujer	221 (74.9)	46 (75.4)	29 (65.9)	296 (74)
<b>Lado</b>				
Izquierdo	143 (48.5)	30 (49.2)	23 (52.3)	196 (49)
Derecho	152 (51.5)	31 (50.8)	21 (47.7)	204 (51)
<b>Clasificación AO</b>				
31-A1.1	33 (11.2)	0 (0)	1 (2.3)	34 (8.5)
31-A1.2	82 (27.8)	7 (11.5)	1 (2.3)	90 (22.5)
31-A1.3	10 (3.4)	4 (6.6)	1 (2.3)	15 (3.8)
31-A2.1	62 (21.0)	6 (9.8)	0 (0)	68 (17)
31-A2.2	58 (19.7)	11 (18.0)	0 (0)	69 (17.3)
31-A2.3	31 (10.5)	14 (23.0)	2 (4.5)	47 (11.8)
31-A3.1	15 (5.1)	6 (9.8)	10 (22.7)	31 (7.8)
31-A3.2	4 (1.4)	6 (9.8)	13 (33.6)	16 (4)
31-A3.3	0 (0)	7 (11.5)	23 (52.3)	30 (7.5)
<b>Diámetro de clavo</b>				
9 mm	49 (16.6)	8 (13.1)	18 (40.9)	75 (18.75)
10 mm	195 (66.1)	32 (52.5)	19 (43.2)	246 (61.5)
11 mm	51 (17.3)	21 (34.4)	7 (15.9)	79 (19.75)

Datos presentados como valores absolutos (%) o media ± DE. Abreviaturas: PFNA, clavo femoral proximal de antirrotación  
Tabla 1. Características clínicas y demográficas de los pacientes

Parámetro	170 mm (n=295)	200 mm (n=61)	240 mm (n=44)	Total (n=400)
Reducción abierta	2 (0.5)	0	8 (2)	10 (2.5)
<b>Complicaciones</b>				
Cut-out	5 (1.3)	2 (0.5)	1 (0.3)	8 (2)
Retardo de consolidación	0	1 (0.3)	1 (0.3)	2 (0.5)
Infección superficial	1 (0.3)	0	1 (0.3)	2 (0.5)
Infección profunda	1 (0.3)	0	0	1 (0.3)
Fractura peri-implante	3 (0.8)	0	0	3 (0.8)
Tasa de reintervención	10 (2.5)	3 (0.8)	2 (0.5)	15 (3.75)

Datos presentados como valores absolutos (%) o media ± DE. Abreviaturas: PFNA, clavo femoral proximal de antirrotación  
Tabla 2. Características quirúrgicas de los pacientes

Análisis estadístico (n=390)				
Longitud	170 mm (n=293)	200 mm (n=61)	240 mm (n=36)	P value
Tiempo quirúrgico (min)	38.70 ± 0.68	50.31 ± 1.88	66.92 ± 3.34	<0.05 <sup>a,b,c</sup>
Hemoglobina preoperatoria (g/dl)	12.06 ± 0.98	11.61 ± 0.20	12.03 ± 0.27	<0.05 <sup>a</sup>
Hemoglobina postoperatoria (g/dl)	9.60 ± 0.09	8.78 ± 0.21	9.12 ± 0.27	<0.05 <sup>a,b</sup>
Diferencia de hemoglobina (g/dl)	2.43 ± 0.08	2.81 ± 0.16	2.50 ± 0.06	<0.05 <sup>a,b</sup>
Estancia hospitalaria (días)	9.43 ± 0.30	10.46 ± 0.76	9.72 ± 1.00	-
Tasa de transfusión (OR)	1	2.83 (1.57-5.10)	2.58 (1.26-5.30)	<0.05 <sup>a,b</sup>
Tasa de cut-out (OR)	1	1.83 (0.36-9.26)	1.41 (0.17-11.85)	-
Tasa de mortalidad (OR)	1	1.11 (0.59-2.07)	1.02 (0.46-2.26)	-

Datos presentados como valores absolutos (%) o media ± DE. Abreviaturas: PFNA, clavo femoral proximal de antirrotación; OR, odd ratio. (A) Valor p estadísticamente significativo entre clavos de 170 mm y 200 mm. (B) Valor p estadísticamente significativo entre clavos de 170 mm y 240 mm. (C) Valor p estadísticamente significativo entre clavos de 200 mm y 240 mm Tabla 3.

## DISCUSIÓN

En este estudio, observamos que el uso de clavos de 170 mm se asoció con menor tiempo quirúrgico. Las diferencias en el tiempo de la cirugía entre los distintos tamaños del clavo podrían explicarse parcialmente debido al uso de clavos más cortos para patrones de fractura menos complejos. Se ha demostrado que la prolongación del tiempo quirúrgico actúa como factor de riesgo independiente para las complicaciones postoperatorias y la mortalidad en los primeros 30 días tras la cirugía (12). En consecuencia, el uso de clavo más cortos podría tener menos complicaciones; sin embargo, en este estudio, no se encontraron diferencias en las tasas de complicaciones entre los diferentes grupos de estudio.

El uso de clavos más cortos también se asocia con menores cambios en los niveles de hemoglobina pre y postoperatorios y una tasa de transfusión más baja. Nuestros resultados se encuentran en consonancia con estudios recientes que informan una correlación positiva entre la longitud del clavo intramedular y la pérdida sanguínea perioperatoria (9). Estos hallazgos podrían explicarse por el daño más limitado a los vasos sanguíneos intramedulares producido por clavos más cortos (13). Además, la duración menor de la cirugía asociada al uso de clavos más cortos podría actuar como factor de riesgo independiente para la menor pérdida de sangre y transfusión postoperatoria (14). La complejidad de la fractura podría ser otro factor que pudiera influenciar potencialmente en la pérdida de sangre perioperatoria en fracturas de la región trocantérica. Esto podría verse reflejado principalmente en los niveles de hemoglobina preoperatorios. Por lo tanto, en este estudio, y para evitar sesgos, analizamos el cambio global entre los niveles de hemoglobina pre y postoperatorios. A pesar de los avances en las técnicas quirúrgicas y en el diseño de los implantes, la anemia postoperatoria es aún un hallazgo común en los pacientes con este tipo de fracturas (7,8). Se ha planteado que este hecho es debido a la relativa superficie ósea asociada con el trazo de fractura (15). Además, la presencia de menores niveles

de hemoglobina postoperatorios se ha asociado con un peor resultado funcional, una estancia hospitalaria prolongada y unas mayores tasas de reingreso y de mortalidad (16,17). También, la transfusión sanguínea es un factor de riesgo de inmunosupresión e infección (18).

Por otro lado, se ha postulado en análisis biomecánicos que el uso de clavos de titanio metafisarios más largos pueden resultar en una mejor distribución de fuerzas y probablemente mayor resistencia del implante y menor incidencia de fracturas peri-implante (19). La aplicación de la nueva generación de clavos de titanio más flexibles, con diseños más anatómicos, extremos cónicos y tornillos de bloqueo más pequeños, también han mejorado los resultados de estos clavos (13). Sin embargo, no hay evidencia que sugiera que el uso de clavos más largos reduzcan las tasas de complicaciones (20).

En este estudio, no se encontraron diferencias en la tasa de cut-out entre las diferentes longitudes de PFNA. Se ha establecido una tasa de cut-out en los clavos de fémur proximal que varían entre el 3% y el 18% según la serie consultada (21–24). El dispositivo PFNA teóricamente asegura tanto el control rotacional como la estabilidad angular, así como la compactación ósea alrededor de la lámina espiral. Por lo tanto, sería razonable esperar que estas características del PFNA podría reducir el riesgo de complicaciones mecánicas comparado con el clavo Gamma. Además, otros implantes como el clavo InterTan (Smith & Nephew, Memphis, TN) utilizan dos sistemas de tornillos para fijar el fragmento de la cabeza femoral. El tornillo cefálico adicional disminuye las tasas de cut-out y mejora los resultados clínicos (25,26). Algunos estudios biomecánicos han planteado que la localización no centralizada del componente cefálico puede conducir a la rotación de la cabeza femoral alrededor del implante; y este mecanismo podría conducir al cut-out del implante (27). Por tanto, el componente cefálico debería ser posicionado en el centro de la cabeza femoral en todos los planos con el objetivo de reducir la fuerza de palanca y evitar la rotación de la cabeza femoral (28). Nuestros resultados muestran que no hay una aparente relación entre la longitud del clavo y el cut-out de la lámina espiral.

Según nuestro conocimiento, este es el primer estudio que informa sobre la relación entre la longitud del clavo femoral proximal y las complicaciones postoperatorias en las fracturas de la región trocantérica. Sin embargo, existen una serie de limitaciones asociadas a este trabajo. En primer lugar, tenemos que mencionar que podría haber un sesgo de selección, ya que los cirujanos eligieron la longitud del implante basándose en su propia experiencia clínica. Además, no se aleatorizó el tratamiento por lo que podría verse influido por factores de riesgo no controlados como el trazo de fractura o la calidad ósea. Además, sólo analizamos un tipo de implante por lo que nuestros resultados no podrían extrapolarse a otros diseños de implante utilizados en el tratamiento de las fracturas de la región trocantérica. Finalmente, el periodo de seguimiento se limitó a un año, por lo que el análisis de las complicaciones a largo plazo pudo verse limitado. Por otro lado, la mayoría de las complicaciones postoperatorias de los pacientes con fracturas de fémur proximal ocurren en el primer año de la cirugía (29).

## CONCLUSIONES

El uso de clavos de fémur proximal extrapequeños (170mm) se asocia con una mayor hemoglobina postoperatoria, menores tasas de transfusión y un tiempo quirúrgico menor. Además, no se observan diferencias en las tasas de cut-out ni mortalidad entre las distintas longitudes del clavo corto.

## CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés en la elaboración del presente estudio.

## REFERENCIAS

- Mj P, Hhg H, Parker MJ, Handoll HHG. Replacement arthroplasty versus internal fixation for extracapsular hip fractures in adults ( Review ) Replacement arthroplasty versus internal fixation for extracapsular hip fractures in adults. 2009;(1):1-3.
- Parker MJ, Handoll HHG. Intramedullary nails for extracapsular hip fractures in adults. Cochrane Database Syst Rev. 2006;(3):CD004961.
- Schipper IB, Steyerberg EW, Castelein RM, van der Heijden FHW, den Hoed PT, Kerver AJH, et al. Treatment of unstable trochanteric fractures: Randomised Comparison of the Gamma Nail and the Proximal Femoral Nail. J Bone Joint Surg Br. 2004;86-B(1):86-94.
- Queally JM, Harris E, Handoll HH, Parker MJ, Jm Q, Hhg H, et al. Intramedullary nails for extracapsular hip fractures in adults ( Review ). Cochrane Database Syst Rev. 2014;9(9):CD004961.
- Rosenblum SF, Zuckerman JD, Kummer FJ, Tam BS. A biomechanical evaluation of the Gamma nail. J Bone Joint Surg Br. 1992;74(3):352-7.
- Lenich A, Vester H, Nerlich M, Mayr E, Stöckle U, Füchtmeier B. Clinical comparison of the second and third generation of intramedullary devices for trochanteric fractures of the hip – Blade vs screw. Injury. 2010;41(12):1292-6.
- Hou G, Zhou F, Tian Y, Ji H, Zhang Z, Guo Y, et al. Predicting the need for blood transfusions in elderly patients with pertrochanteric femoral fractures. Injury. 2014;45(12):1932-7.
- Desai SJ, Wood KS, Marsh J, Bryant D, Abdo H, Lawendy AR, et al. Factors affecting transfusion requirement after hip fracture: Can we reduce the need for blood? Can J Surg. 2014;57(5):342-8.
- Boone C, Carlberg KN, Koueiter DM, Baker KC, Sadowski J, Wiater PJ, et al. Short Versus Long Intramedullary Nails for Treatment of Intertrochanteric Femur Fractures (OTA 31-A1 and A2). J Orthop Trauma. 2014;28(5):e96-100.
- Caviglia H a, Osorio PQ, Comando D. Classification and diagnosis of intracapsular fractures of the proximal femur. Clin Orthop. 2002;(399):17-27.
- Anteiker SB, Burden RL, Voor MJ, Roberts CS. Mechanical study of the safe distance between distal femoral fracture site and distal locking screws in antegrade intramedullary nailing. J Orthop Trauma. 2005;19(10):693-7.
- Fields AC, Dieterich JD, Buterbaugh K, Moucha CS. Short-term complications in hip fracture surgery using spinal versus general anaesthesia. Injury. 2015;46(4):719-23.
- Kleweno C, Morgan J, Redshaw J, Harris M, Rodriguez E, Zurakowski D, et al. Short versus long intramedullary nails for the treatment of intertrochanteric hip fractures in patients older than 65 years. J Orthop Trauma. 2014;28(7):391–397.
- Shabani F, Farrier AJ, Smith R, Venkatesan M, Thomas C, Uzoigwe CE, et al. Hip fractures sustained in hospital: comorbidities and outcome. Postgrad Med J. 2015;91(1072):61-4.
- Smith GH, Tsang J, Molyneux SG, White TO. The hidden blood loss after hip fracture. Injury. 2011;42(2):133-5.
- Halm EA, Wang JJ, Boockvar K, Penrod J, Silberzweig SB, Magaziner J, et al. The effect of perioperative anemia on clinical and functional outcomes in patients with hip fracture. J Orthop Trauma. 2004;18(6):369-74.
- Lawrence VA, Silverstein JH, Cornell JE, Pederson T, Noveck H, Carson JL. Higher Hb level is associated with better early functional recovery after hip fracture repair. Transfusion (Paris). 2003;43(12):1717-22.
- Hill GE, Frawley WH, Griffith KE, Forestner JE, Minei JP. Allogeneic blood transfusion increases the risk of postoperative bacterial infection: a meta-analysis. J Trauma. 2003;54(5):908-14.
- Weiser L, Ruppel AA, N??chtern J V., Sellenschloh K, Zeichen J, P??schel K, et al. Extra – vs. intramedullary treatment of pertrochanteric fractures: a biomechanical in vitro study comparing dynamic hip screw and intramedullary nail. Arch Orthop Trauma Surg. 2015;135(8):1101-6.
- Norris R, Bhattacharjee D, Parker MJ. Occurrence of secondary fracture around intramedullary nails used for trochanteric hip fractures: A systematic review of 13,568 patients. Injury. 2012;43(6):706-11.
- Bonnaire F, Weber A, Bösl O, Eckhardt C, Schwieger K, Linke B. «Cutting out» bei pertrochantären frakturen – Ein problem der osteoporose? Unfallchirurg. 2007;110(5):425-32.
- Soucanye de Landevoisin E, Bertani A, Candoni P, Charpail C, Demortiere E. Proximal femoral nail antirotation (PFN-ATM) fixation of extra-capsular proximal femoral fractures in the elderly: Retrospective study in 102 patients. Orthop Traumatol Surg Res. 2012;98(3):288-95.
- Papasimos S, Koutsojannis CM, Panagopoulos A, Megas P, Lambiris E. A randomised comparison of AMBI, TGN and PFN for treatment of unstable trochanteric fractures. Arch Orthop Trauma Surg. 2005;125(7):462-8.
- Gardenbroek TJ, Segers MJ, Simmermacher RK, Hammacher ER. The proximal femur nail antirotation: an identifiable improvement in the treatment of unstable pertrochanteric fractures? J Trauma. 2011;71(1):169-74.
- Loubignac F, Chabas JF. A newly designed locked intramedullary nail for trochanteric hip fractures fixation: Results of the first 100 Trochanteric??? implantations. Orthop Traumatol Surg Res. 2009;95(2):139-44.
- Berger-Groch J, Rupperecht M, Schoepper S, Schroeder M, Rueger JM, Hoffmann M. Five-Year Outcome Analysis of Intertrochanteric Femur Fractures. J Orthop Trauma. 2016;30(9):483–488.
- Lenich A, Bachmeier S, Prantl L, Nerlich M, Hammer J, Mayr E, et al. Is the rotation of the femoral head a potential initiation for cutting out? A theoretical and experimental approach. BMC Musculoskelet Disord. 2011;12(1):79.
- Gadegone WM, Salphale YS. Proximal femoral nail – An analysis of 100 cases of proximal femoral fractures with an average follow up of 1 year. Int Orthop. 2007;31(3):403-8.
- Vaughn J, Cohen E, Vopat BG, Kane P, Abbood E, Born C. Complications of short versus long cephalomedullary nail for intertrochanteric femur fractures, minimum 1 year follow-up. Eur J Orthop Surg Traumatol. 2015;25(4):665-70.