

# Estudio clínico sobre fijación interna con clavo cefalomedular con y sin dispositivo anti-rotatorio en fracturas pertrocanteréas

## *Clinical study on internal fixation with cephalomedullary nail with and without anti-rotational device in pertrochanteric fractures*

Llorens de los Ríos, Jimena<sup>123</sup>  
Pino Almero, Laura<sup>14</sup>  
Mínguez Rey, M. Fe<sup>14</sup>  
Gil-Martínez, L.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud, Universidad de Valencia, España.

<sup>2</sup> Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología, Hospital Universitario de la Plana, Castellón, España.

<sup>3</sup> Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología, Hospital Universitario San Agustín, Avilés, España.

<sup>4</sup> Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología, Hospital Clínico Universitario de Valencia.

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

Rev. S. And. Traum. y Ort., 2026; 43 (1/2): 23-34

Recepción: 06/07/2024. Aceptación: 04/02/2025

### Resumen

#### Objetivos

Nuestro objetivo es determinar si la utilización de un sistema antirrotatorio adicional reduce la incidencia de complicaciones mecánicas en fracturas pertrocanteréas tratadas con clavos endomedulares, también evaluar la relación entre las variables biométricas, la calidad de reducción y las complicaciones mecánicas.

### Abstract

#### Objectives

Our objective is to determine if the use of an additional anti-rotation system reduces the incidence of mechanical complications in pertrochanteric fractures treated with intramedullary nails, also to evaluate the relationship between biometric variables, the quality of reduction and mechanical complications.

## Material y método

Realizamos un estudio clínico en el que comparamos dos sistemas de osteosíntesis: Gamma3 (Stryker) y Affixus (Zimmer-Biomet) con tornillo antirrotatorio. Hicimos controles con tomografía postoperatoria y radiografías, el seguimiento clínico fue de 1 año (mínimo 6 meses). Las variables registradas fueron: clasificación AO/OTA, criterios de reducción (Baumgaertner-Fogagnolo), TAD (distancia punta-vértice), Cal-TAD (distancia punta-vértice en relación al cóccar), Parker's Ratio Method y zonas de Cleveland.

## Resultados

Observamos 4,47% cut-out (protrusión del tornillo cefálico) (3/67), 11,94% back-out (deslizamiento del tornillo cefálico) (8/67), 5,97% fracturas contralaterales (4/67). Observamos que el grado de reducción ( $p=0.01$ ) y el aumento del Parker's Ratio anteroposterior ( $p:0.002$ ) influyen en las complicaciones mecánicas.

## Conclusiones

En nuestro estudio, las complicaciones mecánicas en fracturas pertrocanteréas tratadas con clavos endomedulares no disminuyen con la utilización de sistema anti-rotatorio adicional pero si con la correcta reducción de la fractura y la colocación del tornillo cefálico cercano al cóccar en proyección anteroposterior.

**Palabras clave:** Fractura de cadera. Fractura Pertrocanterea. Clavo endomedular. Cut-out. Complicaciones. Tornillo antirrotatorio

## Material and method

*We carried out a clinical study in which we compared two osteosynthesis systems: Gamma3 (Stryker) and Affixus (Zimmer-Biomet) with anti-rotation screw. We performed controls with postoperative tomography and x-rays, clinical follow-up was 1 year (minimum 6 months). The variables recorded were: AO/OTA classification, reduction criteria (Baumgaertner-Fogagnolo), TAD (tip-apex distance), Cal-TAD (tip-apex distance in relation to the coccar), Parker's Ratio Method and Cleveland zones*

## Results

*We observed 4.47% cut-out (head screw protrusion) (3/67), 11.94% back-out (head screw slippage) (8/67), 5.97% contralateral fractures (4/67). We observed that the quality of the reduction ( $p=0.01$ ) and the increase in Parker's anteroposterior ratio ( $p:0.002$ ) influence mechanical complications.*

## Conclusions

*In our study, the mechanical complications in pertrochanteric fractures treated with intramedullary nails do not decrease with the use of an additional anti-rotational system, but they do with the correct reduction of the fracture and the placement of the cephalic screw close to the coccar in anteroposterior projection.*

**Keywords:** Hip fracture. Pertrochanteric fracture. Intramedullary nail. Cut-out. Complications. Anti-rotation screw.

## Introducción

La fractura de cadera es una lesión frecuente en pacientes mayores de 60 años, asociándose a una disminución en la esperanza de vida y un aumento de la mortalidad [1].

A pesar de los avances recientes, el mayor conocimiento y las optimización del manejo de

pacientes de edad avanzada con fractura de cadera, la mortalidad asociada a un año después de la lesión sigue siendo alta, con un rango de hasta el 20% [1,2].

El tratamiento quirúrgico de las fracturas de cadera en estos pacientes sigue siendo el "gold-standard" aunque las complicaciones mecánicas, como el cut-out (protrusión del tornillo cefálico en la cavidad acetabular), back-out (desli-

zamiento del tornillo cefálico, con salida y roce en la fascia lata), cut in o cut through (penetración articular), impactación en varo, la fractura periimplante, entre otras, en muchas ocasiones requieren intervenciones quirúrgicas. Éstas no solo reducen aún más la calidad de vida sino que desencadenan una pérdida de la independencia y capacidad para deambular [3].

Se ha demostrado que el uso de dispositivos intramedulares (IM) en fracturas pertrocanteréas inestables en comparación con clavos-placas, está asociado con una disminución en el tiempo operatorio, pérdida de sangre intraoperatoria, tiempo de fluoroscopia y complicaciones como dismetrías y largas estancias hospitalarias [4,5]. Las complicaciones mecánicas graves de las fracturas de cadera generan una limitación funcional importante y habitualmente requieren una reintervención quirúrgica. Algunos estudios determinan que el cut-out se produce hasta en el 16% de los casos [6-8].

Las complicaciones mecánicas de los sistemas de fijación en fracturas pertrocanteréas se producen por la rotura del sistema trabecular alrededor del implante. Se piensa que las fuerzas rotacionales a las que se ve sometido el implante durante los ciclos de la marcha juegan un papel fundamental en el desarrollo de complicaciones mecánicas graves [9]. Nuestra hipótesis es que el uso de un sistema de osteosíntesis con un tornillo antirrotatorio adicional que bloquee los momentos de rotación, incrementaría la estabilidad del implante, evitando el desarrollo de complicaciones mecánicas más graves como el cut-out [9,10].

Nuestro objetivo en este trabajo es determinar si la incorporación de un sistema antirrotatorio adicional reduce la incidencia de complicaciones mecánicas en fracturas pertrocanteréas tratadas con clavos endomedulares, también nos propusimos evaluar la relación entre las variables biométricas, la calidad de reducción y la aparición de complicaciones mecánicas.

## Material y método

Realizamos un estudio clínico observacional prospectivo, incluyendo los pacientes con fracturas pertrocanteréas de cadera por traumatismos de baja energía (AO/OTA 31A1, 31A2, 31A3) [11]

intervenidos entre julio 2015 y julio 2017 en un hospital de tercer nivel. Previa aprobación por el comité de ética, se establecieron dos grupos de tratamiento en función del implante empleado: A. Clavo Gamma3 con un tornillo cefálico (Stryker. Mahwah, New Jersey. USA). B. Clavo Affixus con un tornillo cefálico y un tornillo antirrotatorio adicional en la cabeza femoral (Zimmer-Biomet. Warsaw, Indiana, USA). La elección del implante se realizó mediante asignación aleatoria simple como suele hacerse en dicho hospital con ambos sistemas de osteosíntesis, utilizados previamente de forma indistinta como sistema de tratamiento en este centro.

Inicialmente se seleccionaron 94 fracturas pertrocanteréas, pero se determinaron criterios de exclusión como fracturas patológicas (oncológicas, metabólicas excepto osteoporosis senil), fracturas de alta energía, fracturas periimplante, fracturas equivalentes a fracturas intracapsulares, no cumplimiento de 6 meses de seguimiento mínimo o rechazo a la realización de una tomografía computarizada (TC) postquirúrgica, motivo por el cual el número de participantes en el estudio se redujo a 67.

En mesa de tracción se realizó la reducción cerrada de la fractura controlada por escopia, se procedió a la osteosíntesis de la fractura según la técnica recomendada por cada implante, dejando en todos los casos un sistema de drenaje.

Previo consentimiento para participar en el estudio, se les realizaron radiografías simples de cadera (proyecciones anteroposterior y axial) y una TC en el primer día postoperatorio. El seguimiento en consultas externas se programó al mes y a los 3, 6 y 12 meses postoperatorios (con un mínimo de 6 meses), repitiéndose la evaluación mediante exploración física y radiografías simples.

Las variables que se analizaron para valorar los posibles factores que pueden influir en el desarrollo de complicaciones mecánicas se realizaron mediante la reconstrucción de imágenes con el sistema informático Ossirix Lite 7.5, estudiadas y analizadas por un único observador (el autor principal del estudio), utilizando siempre como referencia el diámetro del implante de tamaño ya conocido.

Las variables estudiadas fueron edad, sexo, lado de fractura, clasificación según AO/OTA-Mü-

ller [11], grado de reducción de la fractura en Rx y TC, siguiendo los criterios de Baumgaertner-Fogagnolo [12,13]. (Tabla 1), distancia punta-vértice (Tip-Apex Distance TAD) [8,14]. Figura 1 A, Parker's Ratio Method (PRM) [15]. Figura 1B,

posición del tornillo cefálico en los cuadrantes de Cleveland y Bosworth, en 3 zonas (superior, medio e inferior) (13). Figura 1 C y D, Cal-Tip Apex Distance: Distancia punta-vértice en relación al cóncavo (Cal-TAD) [14-17].

**Tabla 1:** Criterios de buena reducción (Baumgaertner-Fogagnolo).

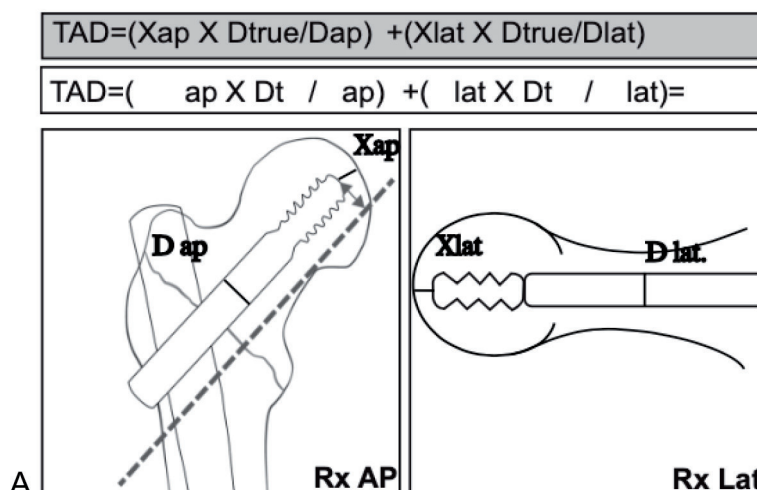
|    |                                        |                                                                                                        |
|----|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| RX | AP                                     | Desplazamiento de los fragmentos < 4mm                                                                 |
|    | Conservación de un ángulo de 120°-135° |                                                                                                        |
|    | LAT                                    |                                                                                                        |
|    | Angulación < 20°                       |                                                                                                        |
| TC | CR                                     | Desplazamiento de los fragmentos principales con contacto > 80% en los dos planos y acortamiento < 5mm |
|    | AX                                     |                                                                                                        |

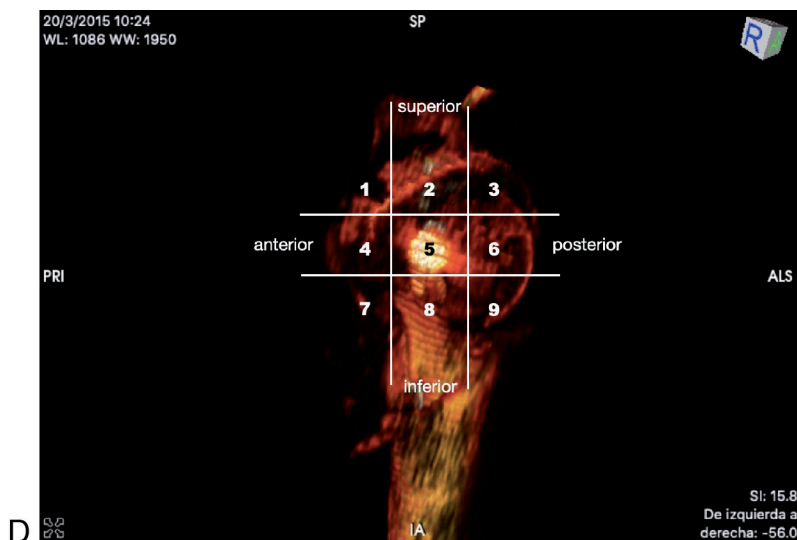
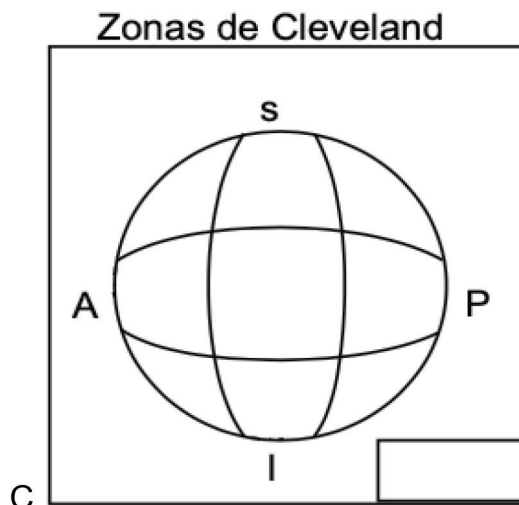
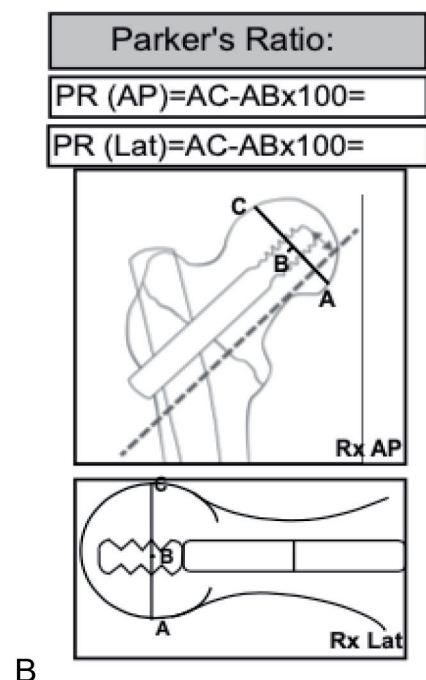
| Evaluación de la reducción |           |
|----------------------------|-----------|
| Criterios                  | Calidad   |
| 2                          | Buena     |
| 1                          | Aceptable |
| 0                          | Mala      |

Rx: Reducción según radiografías; AP: proyección anteroposterior LAT: Proyección axial. TC: Reducción según tomografía computarizada; CR: proyección coronal; AX: proyección axial.

**Figura 1**

A: Tip Apex Distance B: Parker's Ratio AP y LAT C: Cuadrantes según las zonas de Cleveland. D: Reconstrucción volumétrica en 3D (Ossirix Lite 7.5, corte coronal, CT bone, CLUT: Hot-metal) de las zonas de Cleveland en un clavo Gamma derecho (se puede observar el tornillo cefálico en zona 5).





Además, se registró durante el seguimiento la incidencia de complicaciones, dividiéndolas en mecánicas: cut-out, back-out, pseudoartrosis, fracturas periimplante; y no mecánicas: muerte e infección de la herida quirúrgica. Por otro lado, se registró la presencia de fractura contralateral durante el tiempo de seguimiento.

## Análisis estadístico

Para determinar si un sistema antirrotatorio adicional en la cabeza femoral influye sobre las

complicaciones mecánicas (mas concretamente sobre la incidencia de cut-out), así como también para las variables de la zona de Cleveland realizamos un test exacto de Fisher (intervalo de confianza del 95%). En cambio, para valorar la relación entre el tipo de clavo y el ParkRat-AP, ParkRatio-LAT, CAL-TAD y TAD aplicamos el test ANOVA (intervalo de confianza del 95%).

Observamos que la variable Z. Cleveland tiene muchos niveles con muy pocas observaciones en cada una de ellas, motivo por el cual se decidió

agruparla por niveles superior, medio e inferior, en cambio a las variables ParkRat-AP, ParkRatio-LAT, CAL-TAD y TAD se decidió transformarlas a logaritmo decimal para su uso en los análisis de inferencia estadística.

## Resultados

Del total de los pacientes incluidos en el trabajo se estudiaron 67 fracturas, el resto de los casos

se descartaron por no cumplir con los criterios de inclusión o por haberse sometido a otro sistema de osteosíntesis no contemplado en este estudio. A 36 fracturas se les implantó el clavo A (Gamma 3 Stryker) y a 31 se les implantó el clavo B (Affixus Zimmer-Biomet), ambos grupos fueron comparables en edad, sexo, lado y tipo de fractura. El promedio de edad de nuestra población fue de 86 años (70-101 DS:7,2) con predominio en mujeres 54/67 (80%) Tabla 2.

**Tabla 2:** Diferencias entre clavo 1 sin tornillo antirrotatorio y clavo 2 con tornillo antirrotatorio.

|                         | CLAVO 1                                              | CLAVO 2                                              | p    |
|-------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------|
| Edad                    | 86,28                                                | 83,07                                                | 0,10 |
| Sexo F/M                | 27/9                                                 | 26/5                                                 | 0,68 |
| Lado D/I                | 18/18                                                | 19/12                                                | 0,47 |
| Clasificación AO/OTA    | 1: 11<br>2: 17<br>3: 9                               | 1:16<br>2:13<br>3:2                                  | 0,12 |
| Calidad de Reducción RX | 1:29<br>2:7                                          | 1:30<br>2:1                                          | 0,41 |
| Calidad de Reducción TC | 1:26<br>2:10<br>3:0                                  | 1:22<br>2:8<br>3:2                                   | 0,01 |
| TAD                     | 19,97                                                | 21,79                                                | 0,39 |
| Cal-TAD                 | 22,11                                                | 22,73                                                | 0,96 |
| Parker Ratio- AP        | 43,77                                                | 36,46                                                | 0,01 |
| Parker Ratio- Lat       | 44,02                                                | 44,15                                                | 0,94 |
| Zona Cleveland          | 1: 1 6:3<br>2: 3 7:3<br>3: 1 8:8<br>4: 4 9:1<br>5:12 | 1: 1 6:3<br>2: 0 7:1<br>3: 1 8:14<br>4: 1 9:2<br>5:9 | 0,34 |

Clavo 1: Gamma sin antirrotatorio, Clavo 2: Affixus) con antirrotatorio. Clasificación AO/OTA31: A1: Fracturas intertrocanteréas: Fracturas A2: Fracturas transtrocanteréas multifragmentarias A3: Intertrocanterea inversas inestables. Calidad de reducción: 1: Buena 2: Regular 3: Mala. Zonas de Cleveland: 1 Superior- interna, 2 superior-superior, 3 superior-externa, 4 centro-interna, 5 centro-centro, 6 centro-externa, 7 inferior-interna, 8 inferior-centro, 9 inferior-externa.



Se documentaron 3/67 cut-out (4,47%), 8/67 back-out (11,94%) de los cuales 3 precisaron una reintervención quirúrgica para retirar el material de osteosíntesis por dolor en cara lateral del muslo, obtuvimos un caso de pseudoartrosis (1,4%) que también se sometió a una intervención quirúrgica, colocándosele una prótesis, 6/67 (5,97%)

casos tuvieron fracturas contralaterales, 3/67 pacientes murieron dentro del primer año (4,47%), 2/67 (2,9%) sufrieron una infección de la herida quirúrgica que precisaron ingresos hospitalarios, y no observamos ningún caso de fracturas periimplante. Tabla 3.

**Tabla 3:** Complicaciones observadas.

| COMPLICACIÓN                   | Proporción | Clavo A | Clavo B |
|--------------------------------|------------|---------|---------|
| todas                          | 34%        |         |         |
| cut-out                        | 4,4%       | 2       | 1       |
| back-out                       | 11,9%      | 4       | 4       |
| pseudoartrosis                 | 1,4%       | 1       | 0       |
| fracturas periimplante         | 0          | 0       | 0       |
| fractura contralateral         | 8,9%       | 3       | 3       |
| muerte                         | 4,4%       | 1       | 2       |
| Infección de herida quirúrgica | 2,9%       | 2       | 0       |
|                                |            |         |         |

Complicaciones documentadas dentro del primer año de vida según cada sistema de osteosíntesis empleado Clavo A: Gamma 3 y clavo B: Affixus con tornillo antirrotatorio.

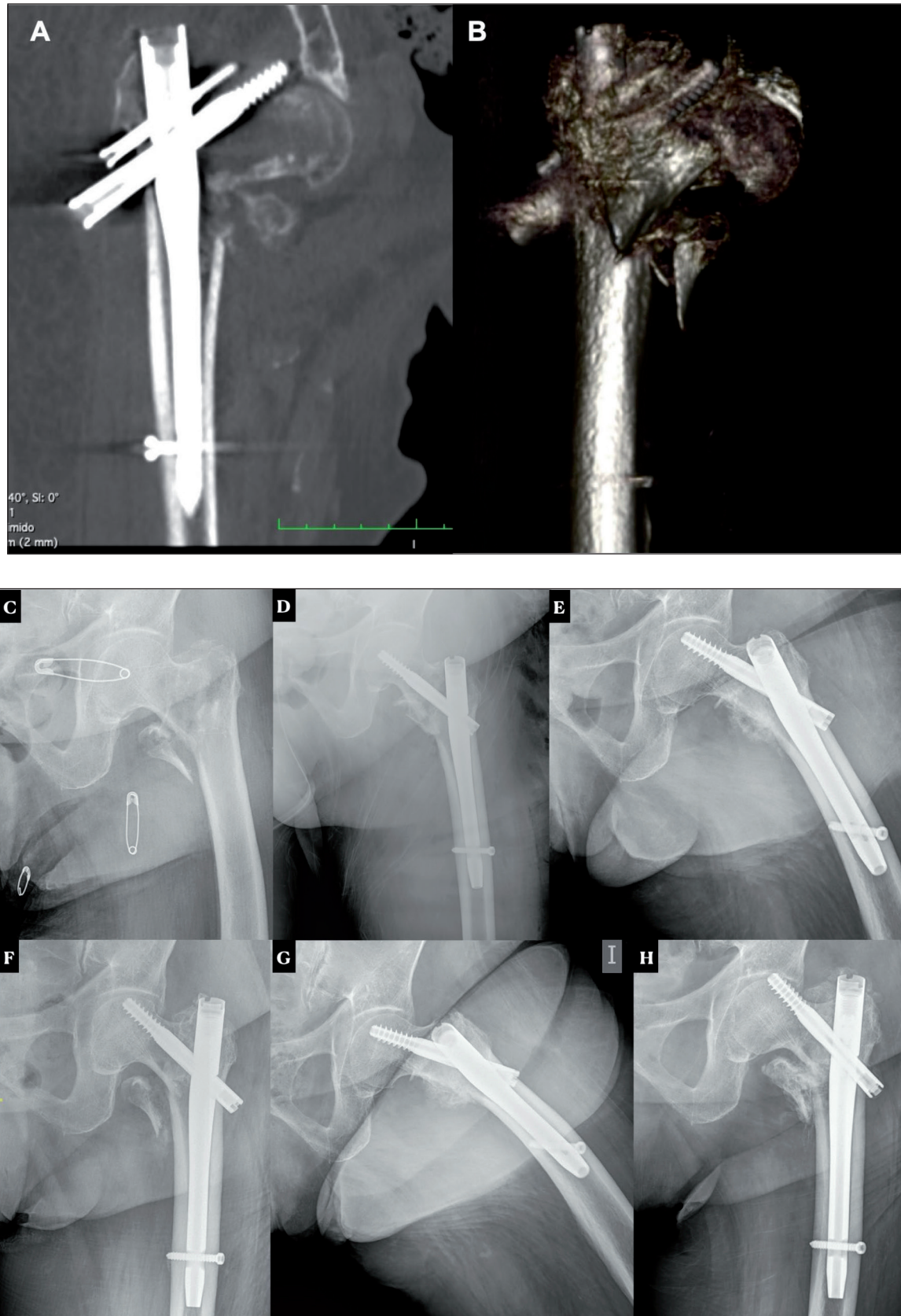
No encontramos una relación estadísticamente significativa con la utilización de un tornillo antirrotatorio adicional y las complicaciones mecánicas ( $p=0.60$ ). Pero observamos que a menor

calidad de reducción aumenta la probabilidad de complicaciones mecánicas ( $p=0.01$ ), y que el aumento del Parker's Ratio AP también aumenta la probabilidad de complicaciones mecánicas, siendo el clavo A (Gamma 3®), sin tornillo antirrotatorio el que presenta valores mas elevados de Parker's Ratio AP (ANOVA  $p=0,002$ ). Figuras 2 y 3.

### Figura 2:

Caso 1: A y B, paciente mujer de 86 años operada en 2015 por una fractura pertrocanterea (31-B3 AO/OTA) con clavo Affixus) con tornillo antirrotatorio que presentó a los 1,5 meses de la cirugía una pérdida de reducción de la fractura con cut-out. Se puede observar en la imagen A la radiografía del cut-out en Clavo Affixus®) y en la imagen B la reconstrucción en 3D del cut-out.

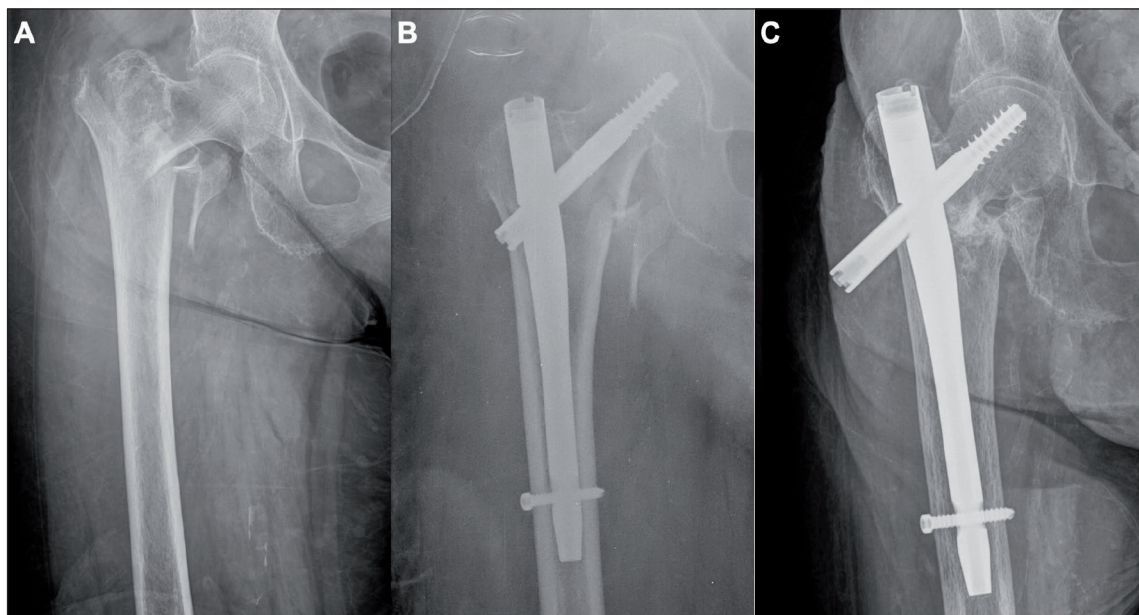
Caso 2: paciente hombre de 96 años operado en 2017 por una fractura pertrocanterea izquierda (31-A2 AO/OTA) con clavo Gamma sin tornillo antirrotatorio que presentó a los 3 meses de la cirugía un cut-out. En la imagen C se observa la fractura pertrocanterea. En la imagen D la radiografía anteroposterior postquirúrgica de fractura tratada con clavo Gamma. En la imagen E la Rx Axial postquirúrgica. F: Rx-AP al mes de la cirugía. G: Rx-Axial al mes de la cirugía. H: Rx-AP a los 3 meses de la cirugía con la protrusión del tornillo cefálico en la cavidad acetabular.





### Figura 3:

Paciente mujer de 85 años operada en 2015 por una fractura pertrocanterea derecha (31-A2 AO/OTA) con clavo Gamma sin tornillo antirrotatorio que presentó al año un dolor en cara lateral del muslo por roce del tornillo cefálico con la fascia lata (back-out). Imagen A: Rx de Fractura pertrocanterea. B: Rx-AP postquirúrgica. C: Rx-AP al año de la fractura “back-out” sintomático.



No observamos una relación estadísticamente significativa entre los diferentes dispositivos utilizados con el ParkRatio-LAT, CAL-TAD, TAD y las Zonas de Cleveland ( $p=0,94$ ,  $p=0,96$ ,  $p=0,39$ ,  $p=0,34$ ). Sin embargo, en nuestro estudio vimos que para un valor fijo de ParkRat-AP, un año más de edad incrementaba las probabilidades de sufrir complicaciones mecánicas ( $p=0,01$ ) (tabla 3), y que un incremento en el valor de TAD multiplica las probabilidades de sufrir complicaciones mecánicas, aunque esta tendencia no fue significativa ( $p=0,10$ ).

Considerando la frecuencia observada de cut-out en la muestra (3/67), observamos que para un nivel de significancia de 0,05 y una potencia de 0,80 se necesitarían un tamaño muestral de 34.234 fracturas para detectar efectos de diferente magnitud.

## Discusión

En nuestro trabajo si bien no observamos cambios significativos con la utilización del tornillo

antirrotatorio adicional pudimos ver como influyen la reducción de la fractura y la implantación del tornillo cefálico en la cabeza femoral.

Tuvimos 3 casos con cut-out (3/67), esto coincide con lo publicado sobre la incidencia de cut-out (entre el 0-7%) [7,8,18]. Si bien Kokoroghianis et al. proponen que la rotación alrededor del eje del tornillo cefálico bajo una carga fisiológica es el mecanismo de fallo y que el diseño de doble tornillo confiere un mayor control de la rotación de la cabeza femoral en un modelo de fractura inestable, en nuestro estudio no encontramos una relación estadísticamente significativa según el tipo de clavo utilizado: 2 en el clavo A, Gamma y 1 en el clavos B, Affixus con tornillo antirrotatorio ( $p=0,6$ ) [9]

Parker et al. fueron los primeros en estudiar de forma objetiva la relación entre la colocación del tornillo cefálico y la incidencia de cut-out, utilizando un método difundido y reproducible hasta la fecha, que posteriormente fue demostrado en diferentes trabajos. [7,15,19,20]. Muchos autores estudiaron la relación entre el Parker's

Ratio Index AP y las complicaciones mecánicas como el cut-out, pero pocos lograron demostrar la importancia del Parker's Ratio Index Lat [19,21]. En nuestro trabajo observamos que un incremento en Parker's Ratio Index AP multiplica las probabilidades de sufrir complicaciones mecánicas, y hubo diferencias significativas con el sistema de osteosíntesis utilizado, siendo mayor el Parker's Ratio Index AP en el grupo A (clavo sin tornillo antirrotatorio).

Davis et al en 1989 fueron unos de los primeros en publicar una relación entre la distancia de la punta del tornillo cefálico y la articulación de la cadera, según ellos el número de cut-out fue superior en aquellos casos en los que era inferior a 10 mm y se encontraba en un cuadrante posterior [22]. Si bien no fue hasta que Baumgaertner et al. en 1995 y Geller et al. en 2010 quienes determinaron la TAD (Tip Apex Distance) óptima para evitar complicaciones mecánicas como el cut-out [6,13,23]. Muchos autores recomiendan que el TAD sea inferior a 25mm [14,23], en cambio, hay trabajos que hablan de valores superiores a 18mm para que se produzca el cut-out, como es el caso de Cuervas-Mons et al que en 2014 publicaron un estudio de 56 pacientes con cut-out y determinaron que un valor TAD mayores a 20mm era predictor de dicha complicación [24] En nuestro estudio el aumento del TAD estaba relacionado con mas probabilidades de complicaciones mecánicas, aunque estos resultados no fueron significativos [8,25]. Tampoco encontramos relaciones significativas entre el Cal-TAD y las complicaciones mecánicas, no obstante, reconocemos las limitaciones de nuestro estudio y que esto podría deberse al tamaño muestral.

Otros de los parámetros mas estudiados es la posición del tornillo cefálico en la cabeza femoral, muchos autores recomiendan una posición central del tornillo en las Rx-Axial y central-inferior en la proyección AP porque maximizan la rigidez biomecánica [13,21,26]. Mavrogenis et al. publicaron como óptima para la colocación del tornillo cefálico la zona central-central y la zona central-inferior respectivamente en las vistas Axial y AP respectivamente [26].

En cuanto al "back-out", observamos que 8 de 67 pacientes sufrieron esta complicación

(11,94%), fue la complicación mecánica mas frecuente pero la menos grave, aunque tres pacientes precisaron una reintervención quirúrgica para retirar el material de osteosíntesis por dolor en cara lateral del muslo. Esto podría deberse a la capacidad de deslizamiento de los clavos IM que permiten la impactación de la fractura y así evitar el fallo del sistema [27]

Pese a que algunos autores han publicado un aumento del dolor en cara lateral del muslo y hasta se ha descrito mayor número de fracturas diafisarias, en nuestro estudio no tuvimos ningún caso, ni hemos observado un aumento en las complicaciones en un sistema de fijación con respecto a otro [26,27].

Creemos importante destacar que la reducción de la fractura y la inestabilidad de las mismas son las piezas claves para prevenir las complicaciones de estos sistemas de osteosíntesis como se recomienda en la bibliografía actual [19,21,28]. En nuestro trabajo pudimos observar que hay relación entre las complicaciones mecánicas y el tipo de reducción estudiado con radiografía, por lo que hay mas probabilidad de que ocurran complicaciones mecánicas con una reducción de peor calidad.

Sabemos que una de las limitaciones de nuestro trabajo es el tamaño muestral, por lo que decidimos hacer un estudio de la magnitud del efecto y determinar el tamaño muestral necesario para encontrar una relación entre el cut-out y la utilización o no de tornillo antirrotatorio adicional, y llegamos a la conclusión de que se necesitaría un tamaño muestral de 34.234 casos para observar la relación entre los diferentes sistemas de osteosíntesis y la incidencia o no de cut-out. No obstante, es uno de los pocos estudios que compara la función antirrotatoria del sistema de osteosíntesis como prevención del cut-out y puede servir de base para estudios biomecánicos similares que permitan aportar información para prevenir las complicaciones mecánicas en este tipo de fracturas.

## Conclusión

Según los resultados que observamos podemos decir que en nuestro estudio las complicaciones mecánicas en fracturas de cadera extracapsulares tratadas con clavos endomedulares no disminuyen

con la utilización de un tornillo anti-rotatorio adicional, pero si con la correcta reducción de la fractura y la colocación del tornillo cefálico cercano al calcar en proyección AP.

## Bibliografía

- [1] Frost SA, Nguyen ND, Center JR, Eisman JA, Nguyen T V. Excess mortality attributable to hip-fracture: A relative survival analysis. *Bone* 2013;56:23–9. <https://doi.org/10.1016/j.bone.2013.05.006>.
- [2] Alvarez-Nebreda ML, Jiménez AB, Rodríguez P, Serra JA. Epidemiology of hip fracture in the elderly in Spain. *Bone* 2008;42:278–85. <https://doi.org/10.1016/j.bone.2007.10.001>.
- [3] Miedel R, Törnkvist H, Ponzer S, Tidermark J. Musculoskeletal function and quality of life after an unstable trochanteric fracture treated with the trochanteric gamma nail. *Arch Orthop Trauma Surg* 2012;132:1495–503. <https://doi.org/10.1007/s00402-012-1568-6>.
- [4] Matre K, Vinje T, Havelin LI, Gjertsen JE, Furnes O, Espehaug B, et al. Trigen intertan intramedullary nail versus sliding hip screw: A prospective, randomized multicenter study on pain, function, and complications in 684 patients with an intertrochanteric or subtrochanteric fracture and one year of follow-up. *Journal of Bone and Joint Surgery - Series A* 2013;95:200–8. <https://doi.org/10.2106/JBJS.K.01497>.
- [5] Carulli C, Piacentini F, Paoli T, Civinini R, Innocenti M. A comparison of two fixation methods for femoral trochanteric fractures: A new generation intramedullary system vs sliding hip screw. *Clinical Cases in Mineral and Bone Metabolism* 2017;14:40–7. <https://doi.org/10.11138/ccmbm/2017.14.1.040>.
- [6] Geller JA, Saifi C, Morrison TA, Macaulay W. Tip-apex distance of intramedullary devices as a predictor of cut-out failure in the treatment of peritrochanteric elderly hip fractures. *Int Orthop* 2010;34:719–22. <https://doi.org/10.1007/s00264-009-0837-7>.
- [7] Lang NW, Breuer R, Beiglboeck H, Munteanu A, Hajdu S, Windhager R, et al. Migration of the Lag Screw after Intramedullary Treatment of AO/OTA 31.A2.1-3 Pertrochanteric Fractures Does Not Result in Higher Incidence of Cut-Outs, Regardless of Which Implant Was Used: A Comparison of Gamma Nail with and without U-Blade (RC) Lag Scr. *J Clin Med* 2019;8:615. <https://doi.org/10.3390/jcm8050615>.
- [8] Caruso G, Andreotti M, Pari C, Soldati F, Gildone A, Lorusso V, et al. Can TAD and CalTAD predict cut-out after extra-medullary fixation with new generation devices of proximal femoral fractures? A retrospective study. *J Clin Orthop Trauma* 2017;8:68–72. <https://doi.org/10.1016/j.jcot.2016.09.009>.
- [9] Kokoroghiannis C, Vasilakos D, Zisis K, Dimitriou G, Pappa E, Evangelopoulos D. Is rotation the mode of failure in pertrochanteric fractures fixed with nails? Theoretical approach and illustrative cases. *European Journal of Orthopaedic Surgery and Traumatology* 2020;30:199–205. <https://doi.org/10.1007/s00590-019-02557-6>.
- [10] Lenich A, Bachmeier S, Dendorfer S, Mayr E, Nerlich M, Fichtmeier B. Development of a test system to analyze different hip fracture osteosyntheses under simulated walking. *Biomedizinische Technik* 2012;57:113–9. <https://doi.org/10.1515/bmt-2011-0999>.
- [11] Marsh JL, Slongo TF, Agel J, Broderick JS, Creevey W, DeCoster TA, et al. Fracture and dislocation classification compendium - 2007: Orthopaedic Trauma Association Classification, Database and Outcomes Committee. *J Orthop Trauma* 2007;21:1–6. <https://doi.org/10.1097/00005131-200711101-00001>.
- [12] Fogagnolo F, Kfuri M, Paccola CAJ. Intramedullary fixation of pertrochanteric hip fractures with the short AO-ASIF proximal femoral nail. *Arch Orthop Trauma Surg* 2004;124:31–7. <https://doi.org/10.1007/s00402-003-0586-9>.
- [13] Baumgaertner MR, Curtin SL, Lindskog DM KJ. The value of the tip-apex distance in predicting failure of fixation of peritrochanteric fractures of the hip. *The Journal Bone and Joint Surgery* 1995;77-A:1058–64. <https://doi.org/10.2106/00004623-199507000-00012>.
- [14] Aicale R, Maffulli N. Greater rate of cephalic screw mobilisation following proximal femoral nailing in hip fractures with a tip-apex distance (TAD) and a calcar referenced TAD greater than 25 mm. *J Orthop Surg Res* 2018;13:1–9. <https://doi.org/10.1186/s13018-018-0814-1>.
- [15] Parker MJ. Cutting-out of the dynamic hip screw related to its position. *Journal of Bone and Joint Surgery - Series B* 1992;74:625. <https://doi.org/10.1302/0301-620x.74b4.1624529>.
- [16] Berger-Groch J, Rupprecht M, Schoepper S, Schroeder M, Rueger JM, Hoffmann M. Five-year outcome analysis of intertrochanteric femur fractures: A prospective randomized trial comparing a 2-screw and a single-screw cephalomedullary nail. *J Orthop Trauma* 2016;30:483–8. <https://doi.org/10.1097/BOT.0000000000000616>.
- [17] Baumgaertner. *The Journal Bone and Joint Surgery* 1995;77-A:1058–64.
- [18] Hopp S, Wirbel R, Ojodu I, Pizanis A, Pohlemann T, Fleischer J. Does the implant make the difference? - Prospective comparison of two different proximal femur nails. *Acta Orthop Belg* 2016;82:319–31.
- [19] Lobo-Escolar A, Joven E, Iglesias D, Herrera A. Predictive factors for cutting-out in femoral intramedullary nailing. *Injury* 2010;41:1312–6. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2010.08.009>.
- [20] Pervez H, Parker MJ, Vowler S. Prediction of fixation failure after sliding hip screw fixation. *Injury* 2004;35:994–8. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2003.10.028>.
- [21] Murena L, Moretti A, Meo F, Saggioro E, Barbati G, Ratti C, et al. Predictors of cut-out after cephalomedullary nail fixation of pertrochanteric fractures: a

retrospective study of 813 patients. Arch Orthop Trauma Surg 2018;138:351–9. <https://doi.org/10.1007/s00402-017-2863-z>.

[22] Davis TRC, Sher JL, Horsman A, Simpson M, Porter BB, Checketts RG. Intertrochanteric femoral fractures . Mechanical failure after internal fixation. J Bone Joint Surg Am 1989;72.

[23] Cool P. The value of the tip-apex distance in predicting failure of fixation of peritrochanteric fractures of the hip. J Bone Joint Surg Am 1996;78:1058–64. <https://doi.org/10.4055/jkoa.1997.32.5.1239>.

[24] Cuervas-Mons M, Mora F, López Fernández J, Chana F, Vaquero J. Desmontaje por efecto cut-out en el enclavado de fracturas pertrocanteréas de fémur: ¿cuál es el tratamiento de rescate de elección? Rev Esp Cir Ortop Traumatol 2014;58:357–63. <https://doi.org/10.1016/j.recot.2014.04.009>.

[25] Caruso G, Bonomo M, Valpiani G, Salvatori G, Gildone A, Lorusso V, et al. A six-year retrospective analysis of cut-out risk predictors in cephalomedullary nailing

for pertrochanteric fractures: Can the tip-apex distance (TAD) still be considered the best parameter? Bone Joint Res 2017;6:481–8. <https://doi.org/10.1302/2046-3758.68.BJR-2016-0299.R1>.

[26] Mavrogenis AF, Panagopoulos GN, Megaloikonomos PD, Igoumenou VG, Galanopoulos I, Vottis CT, et al. Complications after hip nailing for fractures. Orthopedics 2016;39:e108–16. <https://doi.org/10.3928/01477447-20151222-11>.

[27] Aihara LJ, Nanni RA, Carvalho MS, Zamboni C, Durigan JR, Hungria Neto JS, et al. Late postoperative analysis of the tip-apex distance (TAD) in pertrochanteric fractures: is there an accommodation of the implant within the bone? Injury 2017;48:S54–6. [https://doi.org/10.1016/S0020-1383\(17\)30776-3](https://doi.org/10.1016/S0020-1383(17)30776-3).

[28] Yoon JY, Park S, Kim T, Im G Il. Cut-out risk factor analysis after intramedullary nailing for the treatment of extracapsular fractures of the proximal femur: a retrospective study. BMC Musculoskelet Disord 2022;23:1–9. <https://doi.org/10.1186/s12891-022-05054-w>.