

ORIGINAL

Fijación de las fracturas de cuello femoral del adulto: comparación retrospectiva entre tornillos canulados y el sistema de cuello femoral (FNS)



E. Guillén Botaya*, Á. Soler García, J.L. Aparicio Martínez,
A. Tejeda Gómez, F. Segura Llopis y A. Silvestre Muñoz

Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología, Hospital Clínico Universitario-Malvarrosa, Valencia, España

Recibido el 18 de abril de 2024; aceptado el 7 de octubre de 2024
Disponible en Internet el 15 de octubre de 2024

PALABRAS CLAVE

Cuello;
Femoral;
Canulados;
Sistema;
Fijación;
Complicaciones

Resumen

Objetivo: El sistema de cuello femoral «FNS» de DePuy Synthes® (EE. UU., 2018) representa una alternativa reciente para la fijación de las fracturas de cuello femoral, aportando aparentes ventajas biomecánicas con respecto a los tornillos canulados. El objetivo de este estudio es comparar los resultados clínicos de ambos métodos de fijación.

Método: Se realizó un estudio retrospectivo comparativo entre 36 fracturas subcapitales tratadas mediante sistema FNS y 35 pacientes tratados con tornillos canulados. Se evaluó la edad, el sexo, el patrón fractuario, la demora hasta la intervención y su duración, la estancia hospitalaria y la pérdida de hemoglobina. Además, se analizó durante al menos 12 meses la tasa de necrosis avascular, pseudoartrosis, acortamiento sintomático del cuello femoral y protrusión del material con o sin retirada de este.

Resultados: No se hallaron diferencias significativas en cuanto a edad (valor de $p=0,32$), patrones de fractura (valor de $p=0,77$), demora quirúrgica (valor de $p=0,28$), tiempo quirúrgico (valor de $p=0,226$), duración de la hospitalización (valor de $p=0,921$) y pérdida sanguínea (valor de $p=0,086$) entre los 2 grupos.

Se observó una tasa de complicaciones significativamente superior en su conjunto en el grupo tratado con tornillos canulados (valor de $p=0,004$). Analizándolas por separado, se apreció una mayor tasa de necrosis avascular, acortamiento sintomático del cuello femoral, protrusión del material de osteosíntesis con o sin retirada en el grupo tratado con tornillos canulados.

Conclusiones: El sistema FNS supone una alternativa segura y reproducible para la fijación de las fracturas de cuello femoral, mostrando resultados no inferiores al tratamiento con tornillos canulados.

© 2024 SECOT. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la CC BY-NC-ND licencia (<http://creativecommons.org/licencias/by-nc-nd/4.0/>).

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: enriqueguillenb@gmail.com (E. Guillén Botaya).

KEYWORDS

Neck;
Femoral;
Cannulated;
System;
Fixation;
Complications

Fixation of adult femoral neck fractures: Retrospective comparison between cannulated screws and femoral neck system (FNS)**Abstract**

Objective: The FNS System DePuy Synthes® (EEUU, 2018) represents a recent alternative treatment for the fixation of femoral neck fractures, providing biomechanical advantages with respect to cannulated screws (3 CS). The objective of this study is to compare the clinical results of both fixation methods.

Method: A retrospective collection of the 36 subcapital fractures treated with the FNS system was carried out compared with a retrospective search of the last 35 patients treated with 3 CS. Age, sex, fracture pattern, delay until the intervention, length of intervention, hospital length stay, and haemoglobin loss were analyzed. In addition, the rate of avascular necrosis, nonunion, symptomatic femoral neck shortening, and material protrusion with or without its removal were recorded during a minimum follow-up of 6 months.

Results: No significant differences were found in age (p -value 0.32), fracture patterns (p -value 0.77), surgical delay (p -value 0.28), surgical time (p -value 0.226), length of hospital stay (p -value 0.921) and blood loss (p -value 0.086) between the two groups.

A significantly higher overall complication rate was observed in the group treated with cannulated screws (p -value 0.004). Analysed separately, a higher rate of avascular necrosis, symptomatic shortening of the femoral neck, protrusion of the osteosynthesis material with or without removal was observed in the group treated with cannulated screws.

Conclusions: The FNS system represents a safe and reproducible alternative for the fixation of femoral neck fractures, showing non-inferior outcomes to treatment with cannulated screws.

© 2024 SECOT. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

La incidencia de fracturas de cuello femoral está aumentando debido al envejecimiento de la población, entre otras causas. Por la gran repercusión socioeconómica, tanto para los pacientes y su entorno como para el sistema sanitario, han pasado a ser consideradas una de las grandes amenazas sanitarias para la población añosa. No obstante, no son exclusivas de este grupo de edad, ya que existe también un incremento de su incidencia en adultos jóvenes debido por lo general a traumatismos de alta energía¹.

Estas fracturas se estadifican clásicamente según la clasificación de Garden², que evalúa el desplazamiento en el plano coronal de la cabeza femoral, y la de Pauwels³, que valora la dirección del trazo de fractura.

El tratamiento de este tipo de fracturas consiste en la implantación de una artroplastia o la realización de una fijación interna, en función del grado de desplazamiento, la verticalidad del trazo, el tiempo de evolución de la fractura, la calidad ósea, la situación clínica del paciente o la experiencia del cirujano⁴. De forma general, y a pesar de la inconsistencia de la literatura con respecto al mejor protocolo de tratamiento, se recomienda la osteosíntesis en pacientes jóvenes, independientemente del grado de desplazamiento y la verticalidad del trazo, ya que conservar la cabeza femoral es un objetivo prioritario⁵, así como en pacientes de mediana edad o añosos con trazos poco verticales (Pauwels I o II) y sin desplazar (Garden I o II)⁶.

Dentro de los métodos de fijación de estas fracturas es un reto lograr una estabilidad absoluta frente a las fuerzas rotacionales y de cizallamiento vertical. Los tornillos canu-

lados en posición de triángulo invertido han sido el sistema de fijación más empleado clásicamente, obteniendo resultados, en general, satisfactorios. No obstante, los metaanálisis disponibles, como el realizado por Xia et al.⁷, reportan para este método de fijación tasas nada desdeñables de pseudoartrosis (8,3%), fracaso de la fijación (8,4%) y necesidad de retirada del material (8,2%). Por otro lado, Stockton et al.⁸ reflejan una tasa de colapso en varo del 8%, y Jansen et al.⁹ recogen un riesgo de fractura subtrocantérea periimplante de entre el 2,5% y el 5,7%.

Dicho escenario ha motivado la continua búsqueda de un sistema que proporcione un mayor control rotacional y estabilidad en los planos sagital y coronal, así como una menor tasa de complicaciones y reintervenciones, que según la literatura alcanza el 22% en la osteosíntesis con tornillos canulados¹⁰.

En este sentido, el sistema de cuello femoral (FNS) desarrollado por DePuy Synthes® (EE.UU., 2018) aporta en estudios biomecánicos las ventajas de combinar las propiedades de compresión interfragmentaria y antirrotación durante la fijación interna, así como permitir una carga inmediata independientemente de la calidad ósea¹¹ (fig. 1). El objetivo de este estudio es comparar los resultados clínicos de los 2 métodos de osteosíntesis mencionados, en términos de resultados intraoperatorios, postoperatorios inmediatos y tasas de complicaciones a medio plazo.

Material y método

Se realizó un estudio retrospectivo comparativo entre 36 pacientes intervenidos por fractura de cuello femoral

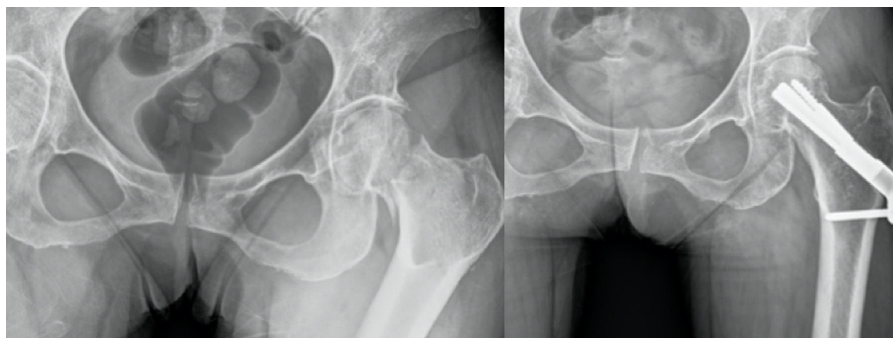


Figura 1 Fijación de fractura desplazada de cuello femoral izquierdo con sistema FNS Synthes. Adecuada consolidación a los 3 meses posquirúrgicos.

mediante el sistema FNS de DePuy Synthes entre julio de 2020 y abril 2023, y 35 pacientes intervenidos mediante osteosíntesis con tornillos canulados de acero 6,5 mm de diámetro y rosca parcial, en posición de triángulo invertido, entre julio de 2017 y junio de 2023. Se excluyeron los casos que por fallecimiento (2 pacientes en cada grupo), pérdida de seguimiento o intervención reciente no completaron los 12 meses de seguimiento.

El estudio se realizó de conformidad con los estándares éticos reconocidos por la Declaración de Helsinki y la resolución 008430 de 1993 y cuenta con la aprobación del Comité Ético de la Institución (código interno 2024/280), obteniéndose el consentimiento informado de todos los pacientes que participaron en el estudio.

El tiempo medio de seguimiento fue de 24 meses (12-40) en el grupo tratado con el sistema FNS y de 23 meses (12-34) en el tratado con tornillos canulados.

Se apreció una preponderancia de estas fracturas en el sexo femenino, tanto en el grupo tratado con FNS (58,3% mujeres) como en el tratado con tornillos canulados (74,3% mujeres). La edad media de los pacientes intervenidos mediante sistema FNS Synthes era de 63,3 años (25-94) y la de los pacientes intervenidos con tornillos canulados de 65 años (29-85).

El tiempo medio transcurrido desde la llegada al servicio de urgencias hasta la intervención fue de 27 horas (2 h-90 h) en el grupo tratado con FNS y de 33 horas (3 h-96 h) en los pacientes tratados con tornillos canulados.

Todos los pacientes fueron intervenidos por los 6 mismos cirujanos de la unidad de traumatología del centro. Los 32 primeros pacientes del grupo tratado con tornillos canulados fueron consecutivos, ya que se trataba del implante de elección para osteosintetizar las fracturas de cuello femoral en el centro hasta julio de 2020. A partir de dicha fecha, desde la instauración del sistema FNS en la práctica diaria, se trató con un implante u otro en función de las preferencias del cirujano, sin existir otro criterio adicional de elección del implante que pudiera desvirtuar los resultados.

El posicionamiento en mesa de quirófano fue en todos los casos en mesa de tracción, realizándose las maniobras pertinentes para lograr una reducción cerrada en el caso de que fueran necesarias. El protocolo postoperatorio en ambos grupos consistió en carga parcial progresiva desde el primer día posquirúrgico, junto a la realización de ejercicios de flexoextensión asistida de cadera y rodilla supervisados por un fisioterapeuta.

Los datos se obtuvieron de las historias clínicas electrónicas, y las imágenes del sistema de comunicación y archivo de imágenes de radiología (PACS). Se analizaron los siguientes datos: edad, sexo, horas de demora quirúrgica, tipo de fractura según las clasificaciones de Garden y Pauwels, duración de la intervención, días de ingreso, reducción de los valores de hemoglobina entre la analítica preoperatoria y la de las 24 horas posquirúrgica y complicaciones tardías (necrosis avascular, pseudoartrosis, acortamiento del cuello femoral, molestias relacionadas con el material y extracción del implante).

Para el análisis estadístico se utilizó el SPSS versión 29.0 (SPSS Inc. Chicago, IL, EE. UU.). El tipo de fractura según las clasificaciones de Garden y Pauwels, el sexo, las tasas de necrosis avascular, la pseudoartrosis, el acortamiento del cuello femoral, las molestias relacionadas con el material y de extracción del implante se expresan como frecuencias y se analizaron mediante la prueba de Chi-cuadrado. La edad, la demora hasta la intervención, el tiempo quirúrgico, la duración de la hospitalización y la pérdida de hemoglobina se expresaron como media \pm desviación estándar y se analizaron mediante la prueba «t de Student» para muestras independientes. Se consideraron estadísticamente significativos aquellos test con un valor de $p \leq 0,05$.

Resultados

No se apreciaron diferencias estadísticamente significativas con respecto a la edad ($63,3 \pm 16,83$ en el grupo tratado con el sistema FNS vs. $65,09 \pm 14,41$ en el grupo tratado con tornillos canulados, con un valor de $p = 0,32$), con respecto al sexo (valor de $p = 0,155$), al tiempo de seguimiento (valor de $p = 0,85$) ni con respecto a la demora quirúrgica entre ambos grupos (valor de $p = 0,28$).

El número de fracturas desglosadas según las clasificaciones de Garden y Pauwels se muestran en la [tabla 1](#). Se consideraron ambas muestras homogéneas al no encontrarse diferencia estadísticamente significativa entre grupos, con un valor de $p = 0,77$ en cuanto a clasificación de Garden y $p = 0,86$ en cuanto a la de Pauwels.

Los datos relativos al tiempo quirúrgico, necesidad de transfusión y estancia hospitalaria se detallan en la [tabla 2](#). Se apreció un tiempo quirúrgico y una pérdida de hemoglobina superior en los pacientes tratados con el sistema FNS, siendo, no obstante, esta diferencia no estadísticamente

Tabla 1 Distribución de fracturas según las clasificaciones de Garden y Pauwels en ambos grupos

		FNS (36)	Tornillos canulados (35)
<i>Garden</i>	Garden I	5	7
	Garden II	23	23
	Garden III	7	4
	Garden IV	1	1
<i>Pauwels</i>	Pauwels I	14	14
	Pauwels II	20	20
	Pauwels III	2	1

significativa. Con respecto al tiempo de hospitalización los datos fueron superponibles entre ambos grupos.

Durante el periodo de seguimiento se han identificado las siguientes complicaciones en ambos grupos, recopiladas en [tabla 3](#). Agrupando el total de complicaciones para cada grupo se produjeron 3 en el grupo tratado con el sistema FNS (tasa de complicaciones del 8,33%) y un total de 13 en los pacientes tratados con tornillos canulados (tasa de complicaciones del 37,14%). Al comparar estadísticamente los datos se observó una diferencia significativa en cuanto al global de complicaciones entre ambos grupos, con un valor de $p=0,004$.

Desgranando las complicaciones tardías de forma individual, las tasas de necrosis avascular que precisaron de reconversión a artroplastia, de acortamiento sintomático del cuello femoral y de pseudoartrosis fueron superiores en el grupo tratado con tornillos canulados, sin mostrar una incidencia suficiente como para ser estudiadas estadísticamente. Sin embargo, la tasa de molestias relacionadas con la osteosíntesis, con o sin necesidad de retirada de esta, sí que fue significativamente inferior en el grupo tratado con el sistema FNS con un valor de $p < 0,001$.

Discusión

La osteosíntesis de la fractura de cuello femoral sigue siendo un reto quirúrgico por las implicaciones de un mal resultado clínico para el paciente, su entorno y el sistema sanitario. A pesar de que se han definido una serie de factores para predecir un buen resultado quirúrgico, como la fijación precoz, se ha demostrado que la reducción anatómica y estable es el principal factor para permitir una movilización y deambulación inmediatas y reducir el riesgo de complicaciones tardías¹².

Con respecto a los métodos de fijación deben permitir ser implantados en un corto tiempo quirúrgico, suponer un montaje estable que permita una carga inmediata y un

Tabla 3 Tasa de complicaciones tardías en ambos grupos

Complicaciones	FNS (3)	Tornillos canulados (13)
Necrosis avascular (reconversión prótesis)	1 (2,78%)	2 (5,7%)
Seudoartrosis	1 (2,78%)	0
Acortamiento cuello sintomático	1 (2,78%)	2 (5,7%)
Protrusión material sin retirada	0	4 (11,4%)
Necesidad retirada	0	5 (14,3%)

colapso controlado de la fractura, provocar la menor radiación posible al para paciente y el equipo quirúrgico, generar una escasa agresión de partes blandas y, por tanto, reducir la pérdida hemática, y ser reproducible minimizando la influencia del factor cirujano en la colocación del material.

En alguno de los aspectos mencionados previamente la osteosíntesis con 3 tornillos canulados percutáneos en posición de triángulo invertido plantea una serie de problemas. Por un lado, la colocación a mano alzada supone un mayor tiempo de escopia intraoperatoria¹³, además de favorecer los errores quirúrgicos. Por ejemplo, la colocación del tornillo inferior distal al trocánter menor puede predisponer a la aparición de una fractura periimplante subtrocantérea, como ya se ha especificado previamente. Por otro lado, la estabilidad del montaje se ve comprometida en pacientes con mala calidad ósea, conminución posterior o trazos verticales (Pauwels III), al no poder el sistema controlar las fuerzas de cizallamiento vertical. Además, se han reportado tasas significativas de acortamiento marcado del cuello femoral debido al colapso fractuario¹⁴, que es motivo de pérdida del momento de fuerza de los abductores de la cadera, y es una causa relativamente común de insatisfacción y dolor¹⁵.

Dichas limitaciones, entre otras, han llevado a la búsqueda de nuevos sistemas que mejoren los resultados de los sistemas clásicos de fijación. En este sentido, el sistema FNS de Synthes está constituido por una placa lateral que proporciona estabilidad angular, un perno que permite el colapso controlado y un tornillo antirrotatorio que proporciona estabilidad rotacional. Además, el hecho de que el perno se introduzca mediante impactación evita el riesgo de rotación de la cabeza con respecto a los tornillos canulados o los sistemas clásicos tipo tornillo-placa¹⁶.

Tabla 2 Comparación de resultados quirúrgicos en ambos grupos

Parámetros intra y perioperatorios	FNS(n = 36)	Tornillos canulados(n = 35)	«t»	Valor de p
Tiempo quirúrgico (min.)	57,9	54,88	0,756	0,226
Pérdida de hemoglobina primeras 24 h	1,65	1,27	1,386	0,086
Días de hospitalización	4,84	4,9	-0,99	0,921

Los estudios biomecánicos realizados en cadáveres para la validación del sistema FNS revelaron que su estabilidad estructural es mayor que la de los tornillos canulados¹⁷, y que este implante funciona de manera menos sensible a las variaciones de su colocación¹⁸. Los estudios basados en análisis de elementos finitos, como el desarrollado por Huang et al.¹⁹, muestran que el sistema FNS tiene una mayor capacidad antideslizamiento que los tornillos canulados en trazos de 55°, 65° y 75° de angulación en el plano coronal, es decir, fracturas Pauwels II y III.

Por lo que respecta a la clínica diaria, el sistema FNS ha refrendado lo reportado por los análisis biomecánicos, mostrando mayor control de las fuerzas de cizallamiento en las fracturas Pauwels II y Pauwels III²⁰, así como menor tiempo hasta lograr la consolidación de la fractura²¹. Lin et al.²² constataron una tasa de complicaciones significativamente inferior en los pacientes tratados con el sistema FNS (14,8%) con respecto a los tratados con tornillos canulados (38,7%) para fracturas Pauwels III.

Además, al ser un sistema de implantación totalmente guiado, su disposición final es más predecible que en la inserción de 3 tornillos canulados con técnica de mano alzada. Este hecho se ha asociado a un menor número de errores relacionados con la técnica y a un menor uso de la escopia intraoperatoria²³.

La fijación con tornillos canulados es una técnica percutánea, mientras que para la implantación del sistema FNS se requiere una incisión lateral de unos 6 cm, lo que provoca una mayor exposición de partes blandas. No obstante, este hecho no parece correlacionarse con riesgo de sangrado intraoperatorio estadísticamente superior²⁴, circunstancia que también se aprecia en el estudio actual, ya que las diferencias de pérdida de hemoglobina entre ambos grupos no alcanzaron la significación estadística.

La duración del acto quirúrgico con este nuevo implante también ha sido objeto de controversia en la literatura. Por un lado, autores como Nibe et al.²⁵ reportan que la duración de la intervención en pacientes tratados con sistema FNS es significativamente menor que en los tratados con tornillos canulados, al ser un sistema prácticamente guiado. No obstante, otros autores como Tang et al.²⁶ sugieren datos similares a los obtenidos en el tratamiento con tornillos canulados, o incluso un mayor tiempo quirúrgico, atribuyendo este hecho a la curva de aprendizaje necesaria para la colocación de este nuevo implante.

Los datos del estudio al respecto muestran un mayor tiempo quirúrgico en el grupo tratado con FNS, sin ser esta diferencia estadísticamente significativa. La duración media de implantación del FNS está en el límite alto de lo reportado por estudios similares (fig. 2).

En cuanto al tiempo de hospitalización, los estudios comparativos similares ya sugieren que pese a precisar una mayor disección de partes blandas para su implantación, el sistema FNS no supone una mayor estancia hospitalaria²⁷, hecho que también se ha verificado en este estudio. Los resultados obtenidos en los pacientes tratados con el sistema FNS en relación con los días totales de ingreso están en la línea de lo publicado recientemente al respecto (fig. 3).

La literatura disponible sugiere que el empleo del sistema FNS parece correlacionarse en general con menor número de complicaciones, siempre con la cautela que supone el

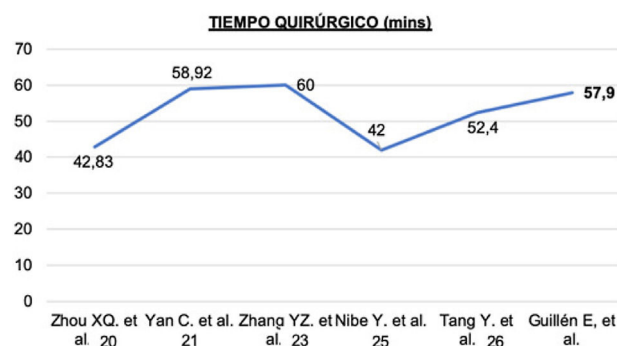


Figura 2 Comparación entre tiempo quirúrgico obtenido en el grupo tratado con sistema FNS con el reportado por la literatura.

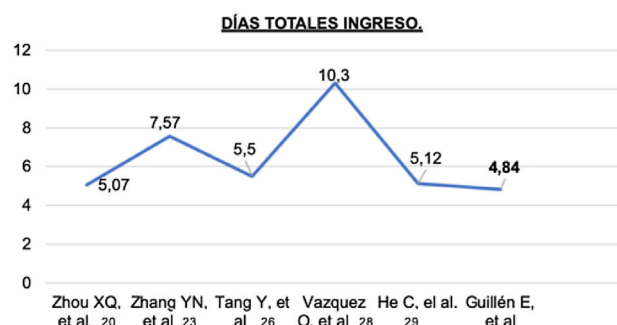


Figura 3 Comparación entre días totales de ingreso de la muestra FNS con los reportados por la literatura^{28,29}.

corto periodo de seguimiento, dada la reciente instauración de este implante. Este hecho se identifica también en los datos de la serie, ya que existe una tasa de complicaciones agrupadas significativamente inferior en el grupo de pacientes tratados con el sistema FNS. Las tasas de reintervención para este implante en publicaciones recientes oscilan entre el 9,2% declarado por Davidson et al.³⁰ y el 18% reportado por Obey et al.³¹. Los 2 casos de revisión quirúrgica en el grupo tratado con FNS suponen una tasa de revisión del 5,56%, sensiblemente inferior a la reportada por los estudios referidos previamente. La tasa de reintervención reportada en este estudio para la osteosíntesis con tornillos canulados (20%) está en la línea de lo publicado en la literatura (22%¹⁰).

Analizando las complicaciones por separado, además del colapso marcado de la fractura ya mencionado previamente, la literatura sugiere que la osteosíntesis con tornillos canulados se correlaciona con una mayor tasa de pseudoartrosis, necrosis avascular y necesidad de retirada del material. En la población a estudio todas las complicaciones mencionadas previamente son más prevalentes en el grupo tratado con tornillos canulados, salvo la pseudoartrosis (tabla 4), aunque se necesita un tamaño muestral mayor para que la diferencia en el porcentaje de complicaciones como la pseudoartrosis, la necrosis avascular o el acortamiento sintomático del cuello pueda considerarse relevante.

Tal y como se muestra en la tabla 4, la tasa de necrosis avascular y pseudoartrosis en ambos grupos es sensiblemente inferior en este estudio que en la mayoría de los estudios similares. No obstante, será necesario un mayor seguimiento

Tabla 4 Comparación de las complicaciones del sistema FNS de este estudio con estudios similares

Autor/año	Implante	Necrosis avascular	Seudoartrosis	Acortamiento del cuello femoral
Yan et al. ²¹	3CCS	2/58 (3,45%)	1/58 (1,72%)	13/58 (22,41%)
	FNS	0	0	2/24 (8,33%)
Tang et al. ²⁶	3CCS	3/45 (6,67%)	4/45 (8,89%)	11/45 (24,45%)
	FNS	1/47 (2,12%)	2/47 (4,25%)	2/47 (4,25%)
Hu et al. ²⁷	3CCS	3/24 (12,5%)	3/24 (12,5%)	9/24 (37,5%)
	FNS	1/20 (5%)	2/20 (10%)	2/20 (10%)
Guillén et al. (2023)	3CCS	2/35 (5,7%)	0	2/35 (5,7%)
	FNS	1/36 (2,78%)	1/36 (2,78%)	1/36 (2,78%)

de los casos más recientes y un mayor tamaño muestral para refrendar estos datos.

Conclusiones

El sistema FNS Synthes® representa una alternativa segura y reproducible para la osteosíntesis de las fracturas de cuello femoral, mostrando resultados postoperatorios superponibles a la osteosíntesis con tornillos canulados, y presentando resultados esperanzadores con respecto a una menor tasa de complicaciones.

Limitaciones de este estudio

En este estudio se han observado las siguientes posibles limitaciones. En primer lugar, se trata de un estudio retrospectivo. Por otro lado, el distinto grado de desplazamiento inicial y la verticalidad del trazo de fractura afecta a la incidencia de complicaciones postoperatorias. Por tanto, podemos concluir que existe una discreta heterogeneidad entre ambos grupos, e incluso en comparación con otros estudios con respecto a la clasificación de Pauwels y Garden, lo que pudiera causar un sesgo en la incidencia de complicaciones. Además, sería deseable un mayor tamaño muestral y mayor tiempo de seguimiento de los pacientes para refrendar la baja tasa de complicaciones desarrolladas con este nuevo implante.

Por otro lado, la ausencia de aleatorización de los tratamientos podría haber inducido a algún tipo de sesgo de selección.

Nivel de evidencia

Nivel de evidencia II.

Consentimiento informado

En nombre de los autores se declara que se cuenta con la autorización del Comité de Ética del Centro para la realización de este artículo científico.

De la misma manera, se declara que para el uso científico y divulgativo de todos los datos personales y las imágenes se obtuvo el correspondiente consentimiento informado de los pacientes, como es norma.

Financiación

La presente investigación no ha recibido ayudas específicas provenientes de agencias del sector público, sector comercial o entidades sin ánimo de lucro.

Conflicto de intereses

Los autores declaran la ausencia de conflicto de intereses, no habiendo recibido ninguno de ellos beneficio alguno de ninguna fuente para este estudio.

Agradecimientos

Ninguno.

Bibliografía

- Slobogean GP, Stockton DJ, Zeng BM, Wang D, Ma BT, Pollak AN. Femoral neck fractures in adults treated with internal fixation: A prospective multicenter Chinese cohort. *J Am Acad Orthop Surg*. 2017;25:297–303, <http://dx.doi.org/10.5435/JAAOS-D-15-00661>.
- Kazley JM, Banerjee S, Abousayed MM, Rosenbaum AJ. Classifications in brief: Garden classification of femoral neck fractures. *Clin Orthop Relat Res*. 2018;476:441–5, <http://dx.doi.org/10.1007/s11999-0000000000000066>.
- Nandi S. Revisiting Pauwels' classification of femoral neck fractures. *World J Orthop*. 2021;12:811–5, <http://dx.doi.org/10.5312/wjo.v12.i11.811>, 18.
- Florschütz AV, Langford JR, Haidukewych GJ, Koval KJ. Femoral neck fractures: Current management. *J Orthop Traumatol*. 2015;29:121–9, <http://dx.doi.org/10.1097/bot.000000000000029>.
- Huang HK, Su YP, Chen CM, Chiu FY, Liu CL. Displaced femoral neck fractures in young adults treated with closed reduction and internal fixation. *Orthopedics*. 2010;33:873, <http://dx.doi.org/10.3928/01477447-20101021-15>.
- Zelle BA, Salazar LM, Howard SL, Parikh K, Pape HC. Surgical treatment options for femoral neck fractures in the elderly. *Int Orthop*. 2022;46:1111–22, <http://dx.doi.org/10.1007/s00264-022-05314-3>.
- Xia Y, Zhang W, Zhang Z, Wang J, Yan L. Treatment of femoral neck fractures: Sliding hip screw or cannulated screws? A meta-analysis. *J Orthop Surg Res*. 2021;16:54, <http://dx.doi.org/10.1186/s13018-020-02189-1>.
- Stockton DJ, Dua K, O'Brien PJ, Pollak AN, Hoshino CM, Slobogean GP. Failure patterns of femoral neck fracture

- fixation in young patients. *Orthopedics*. 2019;42:e376–80, <http://dx.doi.org/10.3928/01477447-20190321-03>.
9. Jansen H, Frey SP, Meffert RH. Subtrochanteric fracture: A rare but severe complication after screw fixation of femoral neck fractures in the elderly. *Acta Orthop Belg*. 2010;76:778–84.
10. Fixation using alternative implants for the treatment of hip fractures (FAITH) investigators. Fracture fixation in the operative management of hip fractures (FAITH): An international, multicentre, randomised controlled trial. *Lancet*. 2017;389(10078):1519–27, [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)30066-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(17)30066-1).
11. Stoffel K, Zderic I, Gras F, Sommer C, Eberli U, Mueller D, et al. Biomechanical evaluation of the femoral neck system in unstable Pauwels III femoral neck fractures: A comparison with the dynamic hip screw and cannulated screws. *J Orthop Traumatol*. 2017;31:131–7, <http://dx.doi.org/10.1097/BOT.0000000000000739>.
12. Haidukewych GJ, Rothwell WS, Jacofsky DJ, Torchia ME, Berry DJ. Operative treatment of femoral neck fractures in patients between the ages of fifteen and fifty years. *J Bone Joint Surg Am*. 2004;86:1711–6, <http://dx.doi.org/10.2106/00004623-200408000-00015>.
13. Rajnish RK, Srivastava A, Rathod PM, Haq RU, Aggarwal S, Kumar P, et al. Does the femoral neck system provide better outcomes compared to cannulated screws fixation for the management of femoral neck fracture in young adults? A systematic review of literature and meta-analysis. *J Orthop*. 2022;32:52–9, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jor.2022.05>.
14. Zheng S, Lin D, Chen P, Lin C, Chen B, Zheng K, et al. Comparison of femoral neck shortening after femoral neck system and cannulated cancellous screw fixation for displaced femoral neck fractures in young adults. *Injury*. 2024;55:111564, <http://dx.doi.org/10.1016/j.injury.2024>.
15. Felton J, Slobogean GP, Jackson SS, Della Rocca GJ, Liew S, Haverlag R, et al. Femoral neck shortening after hip fracture fixation is associated with inferior hip function: results from the FAITH trial. *J Orthop Traumatol*. 2019;33:487–96, <http://dx.doi.org/10.1097/BOT.0000000000001551>.
16. Teng Y, Zhang Y, Guo C. Finite element analysis of femoral neck system in the treatment of Pauwels type III femoral neck fracture. *Medicine (Baltimore)*. 2022;101:e29450, <http://dx.doi.org/10.1097/MD.00000000000029450>.
17. Stoffel K, Michelitsch C, Arora R, Babst R, Candrian C, Eickhoff A, et al. Clinical performance of the Femoral Neck System within 1 year in 125 patients with acute femoral neck fractures, a prospective observational case series. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2023;143:4155–64, <http://dx.doi.org/10.1007/s00402-022-04686-w>.
18. Schopper C, Zderic I, Menze J, Müller D, Rocci M, Knobe M, et al. Higher stability and more predictive fixation with the Femoral Neck System versus Hansson Pins in femoral neck fractures Pauwels II. *J Orthop Translat*. 2020;24:88–95, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jot.2020.06.002>.
19. Huang S, Zhang Y, Zhang X, Zhou C, Li W, Wang Y, et al. Comparison of femoral neck system and three cannulated cancellous screws in the treatment of vertical femoral neck fractures: Clinical observation and finite element analysis. *Biomed Eng Online*. 2023;22:20, <http://dx.doi.org/10.1186/s12938-023-01083-1>.
20. Zhou XQ, Li ZQ, Xu RJ, She YS, Zhang XX, Chen GX, et al. Comparison of early clinical results for femoral neck system and cannulated screws in the treatment of unstable femoral neck fractures. *Orthop Surg*. 2021;13:1802–9, <http://dx.doi.org/10.1111/os.13098>.
21. Yan C, Wang X, Xiang C, Jiang K, Li Y, Chen Q, et al. Comparison of effectiveness of femoral neck system and cannulate compression screw in treatment of femoral neck fracture in young and middle-aged patients. *Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi*. 2021;35:1286–92, <http://dx.doi.org/10.7507/1002-1892.202103099>.
22. Lin H, Lai C, Zhou Z, Wang C, Yu X. Femoral Neck System vs. four cannulated screws in the treatment of Pauwels III femoral neck fracture. *J Orthop Sci*. 2023;28:1373–8, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jos.2022.09.006>.
23. Zhang YZ, Lin Y, Li C, Yue XJ, Li GY, Wang B, et al. A comparative analysis of femoral neck system and three cannulated screws fixation in the treatment of femoral neck fractures: A six-month follow-up. *Orthop Surg*. 2022;14:686–93, <http://dx.doi.org/10.1111/os.13235>.
24. Saad A, Patralekh MK, Jain VK, Shrestha S, Botchu R, Iyengar KP. Femoral neck system reduces surgical time and complications in adults with femoral neck fractures: A systematic review and meta-analysis. *J Clin Orthop Trauma*. 2022;30:101917, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcot.2022.101917>.
25. Nibe Y, Matsumura T, Takahashi T, Kubo T, Matsumoto Y, Takeshita K. A comparison between the femoral neck system and other implants for elderly patients with femoral neck fracture: A preliminary report of a newly developed implant. *J Orthop Sci*. 2022;27:876–80, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jos.2021.04.016>.
26. Tang Y, Zhang Z, Wang L, Xiong W, Fang Q, Wang G. Femoral neck system versus inverted cannulated cancellous screw for the treatment of femoral neck fractures in adults: A preliminary comparative study. *J Orthop Surg Res*. 2021;16:504, <http://dx.doi.org/10.1186/s13018-021-02659-0>.
27. Hu H, Cheng J, Feng M, Gao Z, Wu J, Lu S. Clinical outcome of femoral neck system versus cannulated compression screws for fixation of femoral neck fracture in younger patients. *J Orthop Surg Res*. 2021;16:370, <http://dx.doi.org/10.1186/s13018-021-02517-z>. PMID: 34107990.
28. Vazquez O, Gamulin A, Hannouche D, Belaieff W. Osteosynthesis of non-displaced femoral neck fractures in the elderly population using the femoral neck system (FNS): Short-term clinical and radiological outcomes. *J Orthop Surg Res*. 2021;16:477, <http://dx.doi.org/10.1186/s13018-021-02622-z>.
29. He C, Lu Y, Wang Q, Ren C, Li M, Yang M, et al. Comparison of the clinical efficacy of a femoral neck system versus cannulated screws in the treatment of femoral neck fracture in young adults. *BMC Musculoskelet Disord*. 2021;22:994, <http://dx.doi.org/10.1186/s12891-021-04888-0>.
30. Davidson A, Blum S, Harats E, Kachko E, Essa A, Efraty R, et al. Neck of femur fractures treated with the femoral neck system: outcomes of one hundred and two patients and literature review. *Int Orthop*. 2022;46:2105–15, <http://dx.doi.org/10.1007/s00264-022-05414-0>.
31. Obey MR, Falgons CG, Eastman JG, Choo AM, Achor TS, Munz JW, et al. Low reoperation rate after fixation of displaced femoral neck fractures with the femoral neck system (FNS). *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2024, <http://dx.doi.org/10.1007/s00590-024-03962-2>.