

# Fractura del cuello femoral en pacientes menores de 65 años. Análisis de las complicaciones tras fijación con tornillos canulados.

FA MIRALLES MUÑOZ<sup>1</sup>, G MAHIQUES SEGURA<sup>1</sup>, A LIZUR UTRILLA<sup>1,2</sup>.

1. CIRUGÍA ORTOPÉDICA Y TRAUMATOLOGÍA, HOSPITAL GENERAL UNIVERSITARIO DE ELDA.
2. DEPARTAMENTO DE PATOLOGÍA Y CIRUGÍA, UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE.

**Resumen.** *Objetivo.* Analizar las complicaciones tras fractura del cuello femoral en menores de 65 años tratados con tornillos canulados. *Material y método.* Estudio retrospectivo de 49 casos con seguimiento mínimo de 2 años, evaluando la funcionalidad de la cadera y las complicaciones postquirúrgicas, analizando los factores de riesgo para necrosis y pseudoartrosis de cadera. *Resultados.* Un 48,9 % fueron intervenidos en las primeras 24 horas, con una demora media de 2,1 días. Los resultados clínicos fueron satisfactorios (93,9 %), encontrando 7 casos de necrosis de cadera y 2 de pseudoartrosis, que precisaron reconversión a artroplastia total de cadera (18,3 %). En el análisis univariante, ninguna variable se correlacionó significativamente con las complicaciones o resultados finales. *Conclusiones.* La edad, desplazamiento de la fractura, acortamiento del cuello femoral y demora quirúrgica no influyeron en los resultados funcionales finales ni en la presencia de necrosis de cadera o pseudoartrosis tras la fijación de la fractura de cuello femoral.

## Fracture of the femoral neck in patients younger than 65 years-old. Analysis of complications after fixation with cannulated screws.

**Summary.** *Objective.* To analyze the complications after femoral neck fracture in minors of 65 years old with cannulated screws. *Material and method.* retrospective study of 49 cases with a minimum follow-up of 2 years, evaluating the hip function and postoperative complications, analyzing the risk factors for necrosis and hip non-union. *Results.* 48.9% were operated in the first 24 hours, with an average surgical delay of 2,1 days. The clinical results were satisfactory (93,9%), finding 7 cases of necrosis and 2 cases of non-union, that required reconversion to total hip arthroplasty (18,3%). In the univariate analysis, no variable was correlated with the complications or final results. *Conclusions.* Age, displacement of the fracture, shortening of the femoral neck and surgical delay do not influence the final functional results or the presence of necrosis or non-union after the fixation of the femoral neck fracture.

---

Correspondencia:  
Dr. Francisco Antonio Miralles Muñoz  
Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología  
Hospital General Universitario de Elda  
Carretera Elda-Sax, s/n.  
03600 Elda  
Correo electrónico: miralles\_fco@gva.es

### Introducción

La fractura del cuello femoral tiene una relativamente alta prevalencia en la población anciana, generalmente como resultado de traumatismos de baja energía. Sin embargo, esta fractura es infrecuente en el adulto joven, estimándose una incidencia del 2-3 % en los menores de 50 años<sup>1</sup> y debiéndose en la mayoría de estos casos a traumatismos de alta energía.

En el paciente anciano hay cierta controversia entre el uso de una artroplastia de cadera y la fijación interna para el tratamiento de las fracturas intracapsulares

del fémur escasamente desplazadas<sup>2</sup>, mientras que la mayoría de autores<sup>3</sup> recomiendan la artroplastia en las fracturas desplazadas, a fin de evitar reintervenciones en el anciano subsecuentes a complicaciones como la pseudoartrosis y la necrosis avascular de la cabeza femoral (NACF), relativamente frecuentes en estos pacientes<sup>4,5</sup>.

Por el contrario, hay cierto consenso en la literatura sobre el tratamiento de estas fracturas en jóvenes, aún las desplazadas e inestables, respecto a que sean tratadas de manera primaria mediante fijación interna<sup>3,6,7</sup>. Las osteosíntesis más utilizadas son los tornillos canulados y el tornillo dinámico de cadera, aunque la literatura no ha conseguido demostrar la superioridad de uno sobre el otro<sup>8</sup>. Además, la fijación interna de la fractura en jóvenes no está exenta de complicaciones que precisan reintervención, con una incidencia para la NACF de 14 % y para la pseudoartrosis de 9 %<sup>9</sup>, con tasas mayores en las fracturas desplazadas para algunos estudios<sup>4,8,9</sup>.

Existe un continuo debate respecto a los factores predictivos de la aparición de esas complicaciones en los adultos jóvenes<sup>10</sup>. Para algunos autores, los principales factores de riesgo son el grado de desplazamiento y el retraso en la reducción de la fractura<sup>7</sup>, mientras para otros es la calidad de la reducción de la fractura y de su estabilización<sup>4,11,12</sup>. A pesar de numerosos estudios disponibles en pacientes jóvenes que analizan las opciones quirúrgicas, la mayoría de ellos son de pequeño tamaño dado lo infrecuente de la fractura, existiendo cierta controversia respecto a la prevención de las complicaciones<sup>6</sup>.

El propósito del presente estudio fue evaluar la incidencia de complicaciones y sus potenciales factores de riesgo en adultos jóvenes con fractura de cuello femoral tratados mediante fijación interna con tornillos canulados, analizando también los resultados funcionales tras la cirugía.

### Material y métodos

El presente estudio retrospectivo analítico fue aprobado por nuestro Comité de Ética institucional, no precisando de consentimiento informado, al ser considerado como evaluación del servicio. En la base de datos del servicio se identificaron aquellos pacientes atendidos por fractura de cuello femoral entre 2000 y 2017. Los criterios de inclusión fueron edad de 65 años o menor y tratamiento mediante reducción y fijación interna con tornillos canulados. Como criterio de exclusión tan solo se consideró la fractura patológica (tumoral). Para la valoración de resultados se precisaba un seguimiento postquirúrgico de al menos 2 años. La indicación para tornillos canulados en nuestro servicio era en pacientes menores de 65 años con una clasificación ASA I-II y un índice de comorbilidad de Charlson no superior a 5.

En el período de estudio hubo 1.744 fracturas intracapsulares (Fig. 1), de las que 122 (2,6 %) fueron en pacientes con edad igual o inferior a 65 años. De estas, 51 fueron tratadas mediante tornillos canulados. Hubo 2 pérdidas de seguimiento durante los 2 primeros años tras la cirugía, por lo que la muestra de estudio incluyó 49 pacientes, cuyas características preoperatorias se muestran en la Tabla I. Había 23 mujeres y 26 hombres, con una edad media de 49,9 años (rango 18-65). 29 (59,2 %) fracturas fueron no desplazadas (Garden I y II) y 20 (40,8 %) desplazadas (Garden III y IV).

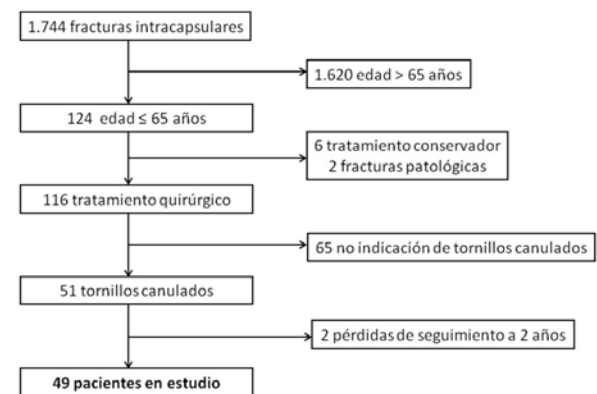


Figura 1. Diagrama Strobe de selección de pacientes.

Tabla I. Características de los pacientes.

Edad (años)	49,9 ± 11,3 (18-65)
<b>ASA</b>	
I	17
II	32
<b>Índice de Charlson</b>	
0-2	39
3-5	10
<b>Mecanismo</b>	
Alta energía	31
Baja energía	18
<b>Tipo de fractura</b>	
No Desplazada	29
Desplazada	20

Variable continua: media ± desviación estándar (rango)

### Tratamiento quirúrgico

La indicación quirúrgica para reducción y fijación con tornillos canulados era edad igual o menor de 65 años, con ASA menor de III e índice de Charlson inferior a 6, independientemente del desplazamiento de la fractura de cuello femoral.

Todas las cirugías se realizaron bajo anestesia espinal. La reducción cerrada de la fractura se realizó en mesa ortopédica de tracción bajo control de intensificador de imágenes, con el paciente en decúbito supino. La fijación interna se realizó mediante tornillos canulados de 7,3 mm de diámetro (Synthes, Oberdorf, Suiza), implantados de manera percutánea. En 44 pacientes (89,8 %) se implantaron 3 tornillos y 2 en los restantes 5 pacientes (todos estos con fractura Garden I). El objetivo era colocar los tornillos lo más paralelos posible en todos los pacientes evitando su divergencia o convergencia.

Todos los pacientes recibieron profilaxis antibiótica intravenosa con cefalosporina de primera generación, y antitrombótica con heparina subcutánea de bajo peso molecular. Al segundo día postoperatorio, se inició fisioterapia de cadera y rodilla y deambulación en descarga con ayuda de bastones. La carga se autorizaba a partir de la 6<sup>a</sup>-8<sup>a</sup> semana, dependiendo de los controles radiológicos.

### Evaluación

En nuestro servicio, las variables demográficas, comorbilidades, valoración clínica y radiológica, así como los datos de la cirugía y del seguimiento eran estandarizadamente recogidos de manera prospectiva, e incluidos en una base de datos informatizada de fracturas de cadera. La evaluación clínica postoperatoria se realizaba a 1, 3, 6, 12 y al menos 24 meses, con controles radiológicos hasta la consolidación de la fractura.

Al ingreso, los pacientes eran clínicamente evaluados con la escala ASA (13) y el índice de comorbilidad de Charlson (14). El mecanismo del traumatismo era catalogado de alta energía (accidente de tráfico, caída desde una altura, etc.) y baja energía (caída desde la propia altura del paciente). Las fracturas se clasificaron de acuerdo a Garden (15) como no desplazadas (tipos I y II) y desplazadas (tipos III y IV).

Para la evaluación clínica postoperatoria se utilizó la escala de cadera propuesta por el Hospital for Special Surgery (HSS), que analiza dolor, marcha, función y movilidad de cadera, con una puntuación total de 0 a 40. El resultado se categorizó como excelente (32-40 puntos), bueno (22-31), regular (16-21) y malo (<16).

Para la valoración radiológica pre y postoperatoria se emplearon las proyecciones anteroposterior y axial de la cadera intervenida. Las evaluaciones se realizaban en cada una de las visitas. En caso de sospecha de NACF o defecto de consolidación se realizó TAC para confirmar el diagnóstico. La medición de la longitud del cuello femoral se realizó de manera comparativa entre la radiografía postoperatoria inmediata y la última del seguimiento, definiendo como acortamiento los cambios mayores de 5 mm.

### Análisis estadístico

El análisis se llevó a cabo mediante el programa IBM SPSS v. 25 en español (Armonk, NY, EEUU). La comprobación de la normalidad o no de las variables era testada mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Las variables cualitativas se mostraron como frecuencia y tasa, y para determinar asociaciones entre ellas se utilizaron las pruebas de chi-cuadrado o no paramétrica de Mantel-Haenszel. Las variables cuantitativas se mostraron como media, desviación estándar y rango, y para identificar asociaciones entre ellas se utilizaron las pruebas t-Student o no paramétrica de U-Mann-Whitney. Se realizaron análisis de regresión logística para analizar la posible influencia de aquellos factores independientes sobre el resultado funcional final y las complicaciones (NACF y pseudoartrosis). Esos datos se presentaron como riesgo representado por el odds ratio (OR) con su intervalo de confianza (IC) del 95 %. Todas las pruebas fueron bilaterales con nivel de significación de 0,05.

### Resultados

El seguimiento postquirúrgico medio fue de 11,2 años (rango 2-18).

El tiempo medio transcurrido entre la admisión y la cirugía fue de 2,1 días (rango, 0-6). Veinticuatro pacientes (48,9 %) fueron intervenidos en las primeras 24 horas del ingreso hospitalario, mientras que en los otros 25 (51,1 %) la demora quirúrgica fue mayor de 24 horas (rango, 2-8). La estancia hospitalaria media fue de 5,8 días (rango, 1-13), manteniendo la descarga del miembro inferior intervenido durante 51,4 días de promedio (rango, 45-90).

### Resultado funcional

En la evaluación final, la escala HHS mostraba una puntuación media de 32,4 (rango, 12-40), con 34 resultados funcionales excelentes (69,4 %), 12 buenos (24,5 %), 1 regular (2 %) y 2 malos (4,1 %). Solo un paciente precisaba de ayudas para la deambulación al final del seguimiento.

Considerando el resultado funcional como satisfactorio (excelente y bueno) o insatisfactorio (regular y malo), ninguna de las variables analizadas, incluyendo la presencia de complicación (NACF o pseudoartrosis) ( $p=0,490$ ), tenía influencia sobre el resultado funcional en el último seguimiento.

### Complicaciones

Hubo 7 casos de NACF (14,2 %) y 2 pseudoartrosis (4,1 %) (Tabla II). Las necrosis de cadera aparecieron entre 3 y 28 meses después de la cirugía (Fig. 2). Las pseudoartrosis fueron diagnosticadas a los 5 meses en ambos casos. En las 47 restantes (95,9 %) se registró la consolidación ósea en un período medio de 16,4 semanas (rango 12-32).



Figura 2. NACF tras osteosíntesis con 3 tornillos canulados.

Todos fueron tratados mediante la extracción de los tornillos canulados e implantación de artroplastia total de cadera.

En este estudio, no se identificaron factores de riesgo para ninguna de las complicaciones de manera aislada, ni sumando ambas (Tabla III). Al ser no significativos los análisis univariantes, no se procedió a realizar el análisis multivariante.

No se observó migración ni roturas del implante. Ocho fracturas presentaron un colapso radiológico de 5 a 10 mm (16,3 %), no influyendo en los resultados clínicos finales ( $p=0,483$ ) ni en el desarrollo de complicaciones (NACF, pseudoartrosis) ( $p=0,639$ ). Dos pacientes precisaron alzas por acortamiento de 2 cm en el miembro inferior intervenido.

### Discusión

En el presente estudio no hemos encontrado ninguna variable independiente predictiva para el desarrollo de NACF o pseudoartrosis tras fijación de la fractura de cuello femoral con tornillos canulados percutáneos, en pacientes menores de 65 años. Por el contrario, otros estudios sí han hallado relación entre NACF y la edad<sup>16</sup>, demora quirúrgica<sup>17</sup>, tipo de fractura<sup>8</sup>, acortamiento del cuello femoral<sup>18</sup> o el método de fijación interna<sup>19</sup>. Yang y cols<sup>20</sup> consideran como factores de riesgo de la pseudoartrosis, las fracturas desplazadas con reducción defectuosa y la configuración de los tornillos en triángulo.

La tasa de NACF tras fijación interna de las fracturas de cuello femoral en el presente estudio era de 14,2 %,

Tabla II. Complicaciones postoperatorias.

Sexo	Edad	Comorbilidad	Complicaciones	Tiempo <sup>1</sup> (meses)
Varón	50	-	NACF	3
Mujer	64	EPOC	NACF	15
Mujer	18	-	NACF	180
Varón	56	Obesidad	NACF	18
Varón	34	-	NACF	24
Mujer	62	-	NACF	10
Mujer	61	-	NACF	28
Varón	49	-	Pseudoartrosis	10
Varón <sup>2</sup>	37	-	Pseudoartrosis	12

1. Tiempo transcurrido entre la osteosíntesis y la artroplastia total de cadera.

2. Tornillo dinámico de cadera a los 5 meses y artroplastia total de cadera a los 12 meses.

Tabla III. Complicaciones postoperatorias.

	Complicaciones	Sin Complicaciones	P
<b>Edad</b>			
≤ 50	5	19	0,662
> 50	4	21	
<b>Género</b>			
Hombre	5	21	0,868
Mujer	4	19	
<b>Mecanismo</b>			
Alta energía	6	25	0,815
Baja energía	3	15	
<b>Tipo de fractura</b>			
No desplazada	5	24	0,511
Desplazada	4	16	
<b>Nº de tornillos</b>			
2	1	4	0,921
3	8	36	
<b>Colapso fractura</b>			
No	8	33	0,639
Sí	1	7	
<b>Demora cirugía</b>			
< 24 horas	4	20	0,763
> 24 horas	5	20	

1. Complicaciones: NACF y pseudoartrosis.

en consonancia con otros trabajos similares que aportan incidencias variables (3-30 %) <sup>11,19,21-23</sup> y un 4,1 % de pseudoartrosis, equiparable a otros estudios (0-8 %) <sup>11,21,23</sup> e inferior a los resultados de Yang y cols<sup>20</sup> con una tasa de no unión de 21,7 %.

Muchos estudios han analizado los resultados y complicaciones tras fijación de la fractura de cuello femoral, algunos con grandes series de registros nacionales

de fracturas de cadera<sup>3,5,24,25</sup>, aunque pocos han investigado los resultados del tratamiento con tornillos canulados en menores de 65 años<sup>11,16</sup>. Schweitzer y cols<sup>16</sup> revisaron 29 fracturas desplazadas de cuello femoral en menores de 65 años con un seguimiento postoperatorio mínimo de 2 años, encontrando una asociación entre la tasa de NACF con la edad y la energía del traumatismo, determinando que aquellos pacientes entre 53,5 y 65 años y caídas de baja energía presentaban mayor riesgo de NACF, no hallando asociación de ninguna variable con pseudoartrosis. Sin embargo, no realizaron valoración funcional postoperatoria de los pacientes. En el estudio retrospectivo de Xiong y cols<sup>11</sup>, se analizaron 46 fracturas desplazadas en menores de 60 años con un seguimiento medio postoperatorio de 1 año, dividiendo la muestra según el tipo de reducción de la cortical medial del cálcara, no detectando correlación alguna con NACF ni pseudoartrosis. Tampoco evaluaron el estado funcional de los pacientes. Este tipo de reducción “*no anatómica*”, donde la cortical medial se encastra con el cuello femoral, ya ha sido defendida por otros autores, aportando resultados favorables<sup>26</sup>.

En el presente estudio no hemos encontrado una incidencia mayor de complicaciones en las fracturas desplazadas, en contraposición al metaanálisis de Slobogean y cols<sup>9</sup> sobre fracturas de cuello femoral en menores de 60 años, donde las desplazadas (Garden III y IV) se asociaron de manera significativa con la NACF, respecto a las no desplazadas (Garden I y II) (14,7 % versus 6,4 %) con una incidencia global de 14,3 %. Respecto a la pseudoartrosis, la tasa era de 9,3 %, con mayor frecuencia en las fracturas desplazadas (10 %), respecto a las no desplazadas (5,2 %). El 18 % de los pacientes con fractura del cuello femoral precisaron de cirugías secundarias relacionadas con la fractura de cadera, similar a nuestro estudio, con un 18,3 % de conversiones a artroplastia total de cadera.

A pesar que siempre se ha pensado que la demora quirúrgica puede ensombrecer el pronóstico<sup>10</sup>, los estudios presentan resultados poco concluyentes a este respecto. Tradicionalmente, estas fracturas se han tratado dentro de las 24 horas de la lesión alegando que la reducción y fijación urgente puede disminuir el daño vascular<sup>27</sup>. Jain y cols<sup>17</sup> encontraron en pacientes menores de 60 años intervenidos en las primeras 12 horas, una reducción significativa de la tasa de NACF. Aunque este beneficio es verosímil, otros estudios han demostrado que una demora mayor de 24 horas no influye en la tasa de necrosis de cadera<sup>16,19,28</sup>, y sin embargo sí puede incrementar el riesgo de pseudoartrosis<sup>29</sup>. En nuestro estudio, no hubo asociación entre el tiempo de fijación quirúrgica y la presencia de complicaciones, coincidiendo con los autores que defienden que el tiempo es probable que sea importante, si bien el factor más determinante es la calidad de la reducción<sup>4,7,12,20</sup>, aun-

cuando otros proponen la reducción cerrada “*no anatómica*”, sin publicar mayor tasa de complicaciones<sup>11,26</sup>.

La fijación con tornillos canulados es un procedimiento poco invasivo con menor pérdida de sangre, tiempo quirúrgico y lesión de partes blandas que otras opciones quirúrgicas<sup>30</sup>, si bien algunos autores prefieren el tornillo dinámico de cadera para las fracturas inestables, aduciendo propiedades biomecánicas superiores<sup>4,7</sup>, aunque esta ventaja no ha podido demostrarse en estudios clínicos<sup>12</sup>. Consideramos que este tratamiento no ofrece una estabilidad inmediata suficiente y contraindica la carga precoz, sintonizando con Su y cols<sup>31</sup> que defienden que las fuerzas de compresión excesivas pueden generar acortamiento significativo del cuello femoral, reduciendo el brazo de palanca de la musculatura abductora, además de aumentar el riesgo de protusión de los tornillos. Coincidiendo con Haider y cols<sup>30</sup>, no hemos encontrado correlación entre el acortamiento del cuello femoral y los resultados funcionales finales ni la presencia de complicaciones, aunque otros estudios sí han hallado peores resultados con el colapso de la fractura tras su fijación<sup>18</sup>. Tampoco hemos tenido ningún caso con protusión articular de tornillos ni acortamiento de cuello femoral mayor de 1 cm, a pesar que algunos autores<sup>5</sup> defienden que el fracaso mecánico más frecuente en la osteosíntesis de fracturas de cuello femoral en el paciente joven es el colapso en varo, sobre todo con los tornillos canulados respecto al tornillo dinámico de cadera<sup>21</sup>.

Los resultados funcionales finales son satisfactorios en la mayoría de pacientes de nuestra serie, sin influencia de covariables del estudio en los mismos, en consonancia con estudios similares<sup>3,30</sup>, si bien la literatura se focaliza más en el análisis de las complicaciones más que en la valoración funcional de los pacientes tras la cirugía<sup>9,11,21,22</sup>.

El presente estudio incluyó pacientes consecutivos, excluyendo fracturas en menores de 18 años y mayores de 65 años, con el fin de minimizar el sesgo de selección. La serie es mayor que estudios de similar diseño<sup>11,16</sup> y los tratamientos efectuados fueron homogéneos con sólo una técnica quirúrgica realizada por cirujanos con experiencia en cadera. La recogida de datos fue de manera prospectiva, de acuerdo a la hoja de recogida de datos que se cumplimenta de manera rutinaria en cada revisión clínica hasta el alta, incluyendo cada caso en nuestro registro de fracturas de cadera. De acuerdo con Polga y Trousdale<sup>2</sup>, la mayoría de complicaciones se presentan en los primeros 2 años, razón por la cual establecimos ese mínimo para el seguimiento. El presente estudio, no obstante, no está exento de limitaciones. En primer lugar, su diseño retrospectivo, aunque la baja incidencia de este tipo de lesiones en el adulto joven dificulta la realización de una investigación prospectiva: en el estudio de Slobogean y cols<sup>32</sup>,

fundamentado en encuestas a cirujanos ortopédicos sobre el manejo de las fracturas de cuello femoral en menores de 60 años, el 61,1 % trataban en 1 año, de 1 a 5 fracturas, y solo el 10,3 % reconocían tratar más de 10. Además, en nuestro estudio el análisis de los datos no fue realizado por cirujanos ajenos al proceso, sino por los que ejecutaron la intervención quirúrgica, con el consiguiente posible sesgo de evaluación, aunque el estudio presentaba como objetivo principal el análisis de las complicaciones tras la cirugía, y de manera secundaria, la valoración funcional tras la fijación de la fractura.

En conclusión, no hemos encontrado ningún factor de riesgo de NACF o pseudoartrosis tras fijación de fractura de cuello femoral con tornillos canulados percutáneos en menores de 65 años. La edad, desplazamiento de la fractura, acortamiento del cuello femoral y demora quirúrgica no influyeron en los resultados funcionales finales.

## Bibliografía

1. Singh M, Sonkar D, Verma R, Shukla J, Gaur S. Comparison of the functional outcome of DHS versus cannulated cancellous screws in pauwels type II and III fracture neck femur in young adults. *Int J Orthop Sci* 2017;3: 745-9.
2. Polga D, Trousdale RT. Femoral neck fractures in the elderly. En: Sethi MK, Jahangir AA, Obremsky WT, editors. *Orthopedic Traumatology: an evidence-based approach*. New York: Springer; 2013. p. 207-18.
3. Turesson E, Ivarsson K, Thorngren KG, Hommel A. Hip fractures: treatment and functional outcome. The development over 25 years. *Injury* 2018;29: 2209-15.
4. Halvorson J. Reduction techniques for young femoral neck fractures. *J Orthop Trauma* 2019;33: 12-9.
5. Stockton DJ, O'Hara LM, O'Hara NN, Lefaiyre KA, O'Brien PJ, Slobogean GP. High rate of reoperation and conversion to total hip arthroplasty after internal fixation of young femoral neck fractures: A population-based study of 796 patients. *Acta Orthop* 2019;90: 21-5.
6. Levack AE, Gausden EB, Dvorzhinskiy A, Lorich DG, Helfet DL. Novel treatment options for the surgical management of young femoral neck fractures. *J Orthop Trauma* 2019;33: 33-7.
7. Chan DS. Femoral neck fractures in young patients: State of the art. *J Orthop Trauma* 2019;33: 7-11.
8. Pantelli M, Rodham P, Giannoudis PV. Biomechanical rationale for implant choices in femoral neck fracture fixation in the non-elderly. *Injury* 2015;46: 445-52.
9. Slobogean GP, Sprague SA, Scott T, Bhandari M. Complications following young femoral neck fractures. *Injury* 2015;46: 484-91.
10. Lázaro LE, Dyke JP, Thacher RR, Nguyen JT, Helfet DL, Potter HG, Lorich DG. Focal osteonecrosis in the femoral head following stable anatomic fixation of displaced femoral neck fractures. *Arch Orthop Trauma Surg* 2017;137: 1529-38.
11. Xiong WF, Chang SM, Zhang YQ, Hu SJ, Du SC. Inferior calcar buttress reduction pattern for displaced femoral neck fractures in young adults: a preliminary report and an effective alternative. *J Orthop Surg Res* 2019;14: 70-8.
12. Medda S, Snoop T, Carroll EA. Treatment of young femoral neck fractures. *J Orthop Trauma* 2019;33: 1-6.
13. Sankar A, Johnson SR, Beattie WS, Tait G, Wijesundera DN. Reliability of the American Society of Anesthesiologists physical 41 status scale in clinical practice. *Br J Anaesth* 2014;113: 424-32.
14. Charlson M, Pompei P, Ales KL, McKenzie CR. A new method of classifying prognostic comorbidity in longitudinal studies: development and validation. *J Chron Dis* 1987;40: 373-83.
15. Garden RS. Low-angle fixation in fractures of the femoral neck. *J Bone Joint Surg Br* 1961;43-B: 647-63.
16. Schweitzer D, Melero P, Zylbergberg A, Salabarrieta J, Urrutia J. Factors associated with avascular necrosis of the femoral head and nonunion in patients younger than 65 years with displaced femoral neck fractures treated with reduction and internal fixation. *Eur J Orthop Surg Traumatol* 2013;23: 61-5.
17. Jain R, Koo M, Kreder HJ, Schemitsch Davey JR, Mahomed NN. Comparison of early and delayed fixation of subcapital hip fractures in patients sixty years of age or less. *J Bone Joint Surg Am* 2002;84-A: 1605-12.
18. Crosby JM, Parker MJ. Femoral neck collapse after internal fixation of an intracapsular hip fracture: does it indicate a poor outcome? *Injury* 2016;47: 2760-3.
19. Razik F, Alexopoulos AS, El-Osta B, Connolly MJ, Brown A, Hassan S, Ravikumar K. Time to internal fixation of femoral neck fractures in patients under sixty years. Does this matter in the development of osteonecrosis of femoral head? *Int Orthop* 2012;36: 2127-32.
20. Yang JJ, Lin LC, Chao KH, Chuang SY, Wu CC, Yeh TT, Lian YT. Risk factors for nonunion in patients with intracapsular femoral neck fractures treated with three cannulated screws placed in either a triangle or an inverted triangle configuration. *J Bone Joint Surg Am* 2013;95: 61-9.
21. Carbonell-Escobar R, Fernández-Fernández R, Rodríguez-Merchán C, Ibarzábal-Gil A, Gil-Garay E. Shortening and varus collapse of femoral neck fractures in young patients (<55 Years): Percutaneous cannulated screws vs. dynamic hip screw. *Int J Orthop* 2018;28: 979-84.
22. Hoskins W, Rayner J, Sheehy R, Claireaux H, Bingham R, Santos R et al. The effect of patient, fracture and surgery on outcomes of high energy neck of femur fractures in patients aged 15-50. *Hip Int* 2019;29: 77-82.
23. Dargan DP, Callachand F, Diamond OJ, Connolly CK. Three-year outcomes of intracapsular femoral neck fractures fixed with sliding hip screws in adults aged under sixty-five years. *Injury* 2016;47: 2495-500.
24. Samuel AM, Russo GS, Lukasiewicz AM, Webb ML, Bohl DD, Basques BA, Grauer JN. Surgical treatment of femoral neck fractures after 24 hours in patients between the ages of 18 and 49 is associated with poor inpatient outcomes: an analysis of 1361 patients in the National Trauma Data Bank. *J Orthop Trauma* 2016;30: 89-94.

25. **Bartels S, Gjertsen JE, Frihagen F, Rogmark C, Utvåg SE.** High failure rate after internal fixation and beneficial outcome after arthroplasty in treatment of displaced femoral neck fractures in patients between 55 and 70 years. *Acta Orthop* 2018;89: 53-8.
26. **Gotfried Y, Kovalenko S, Fuchs D.** Nonanatomical reduction of displaced subcapital femoral fractures (Gotfried reduction). *J Orthop Trauma* 2013;27: 254-9.
27. **Swiontkowski MF.** Current concepts review. Intracapsular fractures of the hip. *J Bone Joint Surg Am* 1994;76-A: 129-38.
28. **Upadhyay A, Jain P, Mishra P, Maini L, Gautum VK, Dhaon BK.** Delayed internal fixation of fractures of the neck of the femur in young adults a prospective, randomized study comparing closed and open reduction. *J Bone Joint Surg Br* 2004;86-B: 1035-40.
29. **Papakostidis C, Panagiotopoulos A, Piccioli A, Giannoudis PV.** Timing of internal fixation of femoral neck fractures. A systematic review and meta-analysis of the final outcome. *Injury* 2015;46: 459-66.
30. **Haider T, Schabel J, Hochpöchler J, Wozasek GE.** Femoral shortening does not impair functional outcome after internal fixation of femoral neck fractures in non-geriatric patients. *Arch Orthop Trauma Surg* 2018;138: 1511-7.
31. **Su EP, Su SL.** Femoral neck fractures. A new paradigm. *Bone Joint J* 2014;96-B (11 Suppl A): 43-7.
32. **Slobogean GP, Sprague SA, Scott T, McKee M, Bhandari M.** Management of young femoral neck fractures: Is there a consensus? *Injury* 2015;46: 435-40.