

Cerclajes o tornillos tipo poller como ayuda a la reducción y estabilización del enclavado retrógrado en fracturas del fémur distal. Técnica y comparación sobre una breve serie de casos.

DOI: <http://dx.doi.org/10.37315/SOTOCV20232955873>

PIEDRA-CALLE CA^{1,2}, ANDRÉS-PEIRÓ JV^{1,2}, GARCÍA-SÁNCHEZ Y², PORCEL-VÁZQUEZ JA³, TOMÀS-HERNÁNDEZ J^{1,2}, SELGA-MARSÀ J^{1,2}, PUJOL-ALARCON O^{1,2}, PÉREZ-GIL M⁴, MOREIRA-BORIM F², GARCÍA-ALBÓ E¹, ÓLEO-TALTAVULL R¹, TEIXIDOR-SERRA J^{1,2}.

1. SERVICIO DE CIRUGÍA ORTOPÉDICA Y TRAUMATOLOGÍA, HOSPITAL UNIVERSITARI VALL D'HEBRON,08035, BARCELONA, ESPAÑA
2. GRUPO DE CIRUGÍA RECONSTRUCTIVA DEL APARATO LOCOMOTOR, VALL D'HEBRON INSTITUT DE RECERCA (VHIR), 08035, BARCELONA, ESPAÑA
3. SERVICIO DE CIRUGÍA ORTOPÉDICA Y TRAUMATOLOGÍA, HOSPITAL QUIRÓNSALUD PALMAPLANAS,07010, MALLORCA, ESPAÑA
4. SERVICIO DE CIRUGÍA ORTOPÉDICA Y TRAUMATOLOGÍA, HOSPITAL UNIVERSITARI DR. JOSEP TRUETA,17007, GIRONA, ESPAÑA

Resumen

El enclavado retrógrado es ampliamente aceptado en el manejo de fracturas del fémur distal. Las características mecánicas del clavo y del fémur distal hacen que sea difícil lograr una buena alineación, por lo que existen diversos métodos para mejorar la reducción y estabilidad. En este estudio retrospectivo y unicéntrico, el uso de cerclajes o tornillos tipo poller definió dos grupos de pacientes, contemplando un seguimiento de un año. Reclutamos 33 pacientes, destacando las mujeres de edad avanzada. En 22 se emplearon cerclajes y en 11 poller. Los cerclajes predominaron en patrones espiroideos (16/22) y ofrecieron mejores alineaciones sagitales (malalineación 0,6° vs. 2,6° para poller; $p < 0,01$). No encontramos diferencias en tiempos de consolidación, sangrado o complicaciones. Los cerclajes y los poller son útiles en combinación con clavos retrógrados femorales. Los cerclajes son especialmente ventajosos en fracturas espiroideas, frecuentes en pacientes frágiles.

Palabras clave: fractura, fémur, distal, clavo.

Summary

Retrograde nailing is widely accepted in the management of fractures of the distal femur. The mechanical characteristics of the nail and the distal femur make it difficult to achieve proper alignment, so there are several methods to improve reduction and stability. In this retrospective, single-center study, the use of cerclages or poller screws defined two groups of patients, with one-year follow-up. We included 33 patients, predominating elderly women. Cerclages were used in 22 and poller screws in 11. Cerclages predominated in spiroid fractures (16/22) and yielded better sagittal alignments (malalignment 0.6° vs. 2.6° for poller; $p < 0.01$). We found no differences in bone healing times, bleeding or complications. Cerclages and poller are useful in combination with femoral retrograde nails. Cerclages are especially helpful in spiroid fractures, which are frequent in fragile population.

Keywords: fracture, femur, distal, nail.

Correspondencia:

José Vicente Andrés Peiró

josevicente.andres@vallhebron.cat

Fecha de recepción: 30 de septiembre de 2023

Fecha de aceptación: 30 de octubre de 2023

INTRODUCCIÓN

Las fracturas del fémur distal a menudo asocian complicaciones y deterioran la calidad de vida de los pacientes, por lo que su manejo es exigente¹. El enclavado retrógrado es un método aceptado para el tratamiento de estas lesiones. Se trata de un sistema mecánicamente competente y fácil de implantar con técnicas mínimamente invasivas. No obstante, determinados patrones de fractura presentan un riesgo significativo de malunión, tanto en el plano coronal como en el sagital². Existen diversos métodos para mejorar la reducción y la estabilidad, entre los que se encuentran los tornillos tipo poller²⁻⁵ y los cerclajes⁶. Los objetivos de este trabajo son describir nuestra técnica de fijación con cerclaje y clavo retrógrado y comparar la efectividad de los cerclajes y los poller como un método de ayuda a la reducción y estabilización en fracturas del fémur distal.

MATERIAL Y MÉTODO

Para la realización del presente estudio de cohortes retrospectivo (nivel de evidencia III), obtuvimos aprobación de nuestro Comité de Ética en la Investigación Clínica (CEIC); referencia PR(ATR)121/2019. Puesto que los pacientes no fueron sometidos a pruebas o procedimientos adicionales y se garantizó su anonimato, el CEIC aprobó una dispensa completa del Consentimiento Informado. Todos los pacientes fueron operados en un único hospital público y universitario de tercer nivel entre diciembre de 2009 y mayo de 2019. Las cirugías fueron realizadas por traumatólogos con especial dedicación al trauma ortopédico. Incluimos a todos los pacientes esqueléticamente maduros (edad igual o superior a 15 años) con fractura diafisaria o metafisaria distal del fémur (AO/OTA 32**(c) y 33) manejada con un clavo endomedular retrógrado y cerclajes o poller que disponían de seguimiento por un año. Excluimos las lesiones bilaterales, periprotésicas o abiertas; y aquellos casos con antecedentes tumorales o sépticos en el fémur o enfermedades metabólicas óseas distintas de la osteoporosis.

Los registros clínicos en formato SAP (SAP SE, Alemania) fueron introducidos en una base de datos anonimizada en formato Microsoft Excel. El software RAIM Viewer (Corporació Sanitària Parc Taulí, España) fue utilizado para la valoración radiológica. Las fracturas fueron clasificadas según AO/OTA. Recogimos datos sobre las características de los pacientes, sus lesiones, el tratamiento, y el seguimiento durante un año. El resultado primario fue la presencia de complicaciones postoperatorias locales. Los objetivos secundarios fueron:

- **Alineación de la fractura.** La alineación fue definida como la desviación angular en el Center Of Rotation of Angulation (CORA) en los planos coronal y sagital (Fig. 1).

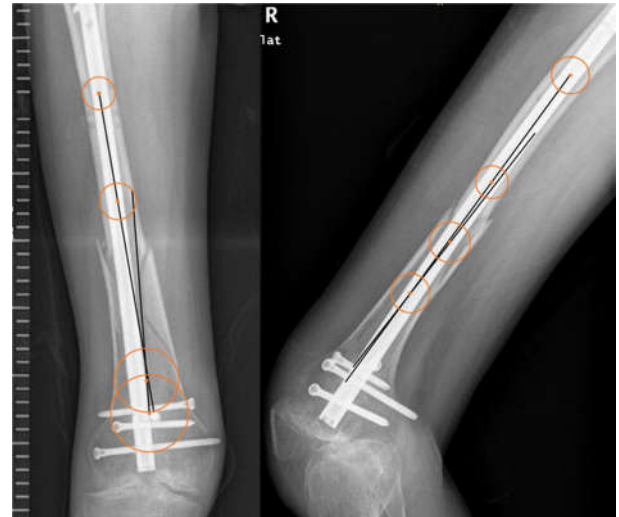


Figura 1. Medición de la alineación coronal y sagital en radiografías postoperatorias.

Para la localización y medición del CORA, se dibujan dos circunferencias en dos puntos separados del fragmento proximal. El perfil de la circunferencia debe adaptarse perfectamente al contorno de ambas corticales. Se traza una línea que discurre por el centro de ambas circunferencias y se proyecta sobre el fragmento distal. El proceso se repite desde el fragmento distal al proximal. El CORA se localiza en la intersección de ambas líneas y el ángulo resultante corresponde a la magnitud de la malalineación, que se mide tanto en el plano coronal (izquierda) como el sagital (derecha). En este caso, existe una ligera deformidad en valgo de 5° y un recurvatum de 2°, que se han controlado parcialmente con un poller lateromedial

- **Tiempo hasta la consolidación en meses.** Definimos consolidación como la obliteración trabecular completa del foco en radiografías anteroposterior y lateral en ausencia de dolor en carga⁷.
- **Sangrado perioperatorio,** registrando las diferencias en hemoglobina y hematocrito y las necesidades transfusionales.

Todos los pacientes fueron ingresados a través de nuestro Servicio de Urgencias. Las fracturas fueron inmovilizadas con dispositivos de tracción, férulas de yeso o fijación externa; en función de su situación clínica. El enclavado fue programado tan pronto como fue seguro para los pacientes, atendiendo a su estado local y general. Se administró profilaxis antibiótica según protocolo hospitalario.

En quirófano, los pacientes se colocaron en supino sobre una mesa radiotransparente. Los poller fueron introducidos percutáneamente con ayuda de fluoroscopia. Se emplearon tornillos lateromediales para la corrección sagital y

anteroposteriores para la coronal, según la técnica descrita por Krettek³.

En caso de emplear cerclajes, accedimos al foco a través de un abordaje lateral subvastoso. La fractura fue reducida con fórceps bajo visión directa (Fig. 2). Los cerclajes empleados fueron Supercable (Kinamed, EUA) y Dall-Miles Cable System (Stryker, Reino Unido).

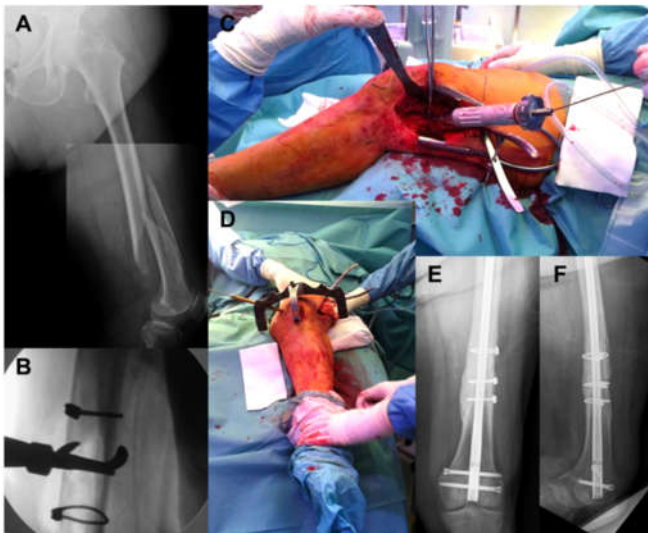


Figura 2. Cerclaje en combinación con enclavado retrógrado.

A. Radiografía anteroposterior preoperatoria de una fractura AO/OTA 32B2(c).

B. Fluoroscopia intraoperatoria mostrando la reducción abierta con fórceps y la estabilización adicional con cerclajes.

C. Reducción abierta a través de un abordaje lateral subvastoso. Destacamos el mantenimiento de la reducción con el fórceps mientras se tensa el cerclaje.

D. El clavo retrógrado es introducido a través de un abordaje transpatelar. Un fulcro ubicado bajo la rodilla mantiene una flexión de 60°.

E. Radiografía anteroposterior postoperatoria mostrando la fractura completamente consolidada con un callo perióstico que involucra a los tres cerclajes. La reducción es prácticamente anatómica.

F. Radiografía lateral postoperatoria que demuestra la ausencia de desviación sagital.

Una vez reducida la fractura, se insertó el clavo retrógrado, siempre a través de un abordaje transpatelar. Un fulcro radiotransparente ubicado bajo la rodilla ayudó a mantener

una flexión de 60°. Se realizó un fresado progresivo del canal hasta un diámetro 2mm superior al del implante escogido. Durante el fresado, la ubicación central de la guía endomedular en el canal femoral fue determinante para evitar deformidades.

El Trigen Meta-Nail Retrograde Femoral Nail System (Smith&Nephew, Reino Unido) fue utilizado para la estabilización definitiva en todos los casos. Los pernos de bloqueo proximales se introdujeron a mano alzada. Cada procedimiento se completó con la irrigación, el cierre por planos y la aplicación de apósitos estériles.

En el postoperatorio, se iniciaron la rehabilitación y la carga progresiva sobre la extremidad. Los pacientes fueron dados de alta una vez garantizada su correcta evolución. El seguimiento periódico clínico y radiológico se realizó en consultas.

Se llevó a cabo una estadística descriptiva e inferencial. Las variables continuas fueron descritas empleando la media y desviación estándar (DE) o la mediana y rango intercuartílico (RIC), según su distribución. Para las variables categóricas, se emplearon recuentos y porcentajes. La ji-cuadrado de Pearson se utilizó para evaluar diferencias en variables categóricas entre los pacientes en que se usaron cerclajes y poller. El test no paramétrico de Wilcoxon-Mann-Whitney fue utilizado para valorar diferencias entre grupos en variables continuas. Cualquier valor $p < 0,05$ fue considerado estadísticamente significativo. El análisis fue realizado empleando el programa Stata 14.2 (StataCorp, USA).

RESULTADOS

Encontramos 103 pacientes con fracturas femorales manejadas con un clavo retrógrado durante el periodo de reclutamiento. Sólo 33 se adaptaron a los criterios de elegibilidad y fueron incluidos en el estudio. Se emplearon cerclajes en 22 pacientes: dos cerclajes en 15, un cerclaje en 5 y tres en 2 casos. Los poller fueron empleados en 11 casos. En todos ellos se empleó un único tornillo, salvo un caso en que se insertaron dos. Todos los poller, excepto uno, fueron colocados antero-posteriormente, evitando una deformidad coronal.

La edad media de los pacientes fue de $70,1 \pm 19$ años, incluyendo 26 mujeres y 7 hombres. La mayoría de los pacientes (93,9%) presentaban comorbilidades relevantes, basándonos en la clasificación de la American Society of Anesthesiologists (ASA II y III)⁸, y el valor promedio del Charlson Comorbidity Index (CCI) fue $5,5 \pm 3,3$ ⁹. No encontramos diferencias significativas en cuanto a las características basales de los pacientes en los dos grupos de tratamiento (edad $p=0,39$, ASA $p=0,98$ y CCI $p=0,80$).

5 de las 33 fracturas (15,2%) se dieron en contextos politraumáticos, aplicándose un tratamiento por etapas con

fijación externa en tres de ellos. Hubo 14 fracturas de la diáfisis distal (AO/OTA segmento 32) y 19 de la metáfisis distal (AO/OTA 33). No encontramos diferencias en el uso de cerclajes o poller en relación con la localización de la fractura. Los cerclajes se indicaron con mayor frecuencia en patrones espiroideos (AO/OTA 32A1c y 33A2.1), que se dieron en 16 de los 22 casos en que se emplearon cerclajes.

Registramos sólo tres complicaciones postoperatorias (9,1%), todas de naturaleza mecánica. Dos de ellas se dieron en pacientes con cerclajes (una fractura periimplante y una rigidez en la rodilla) y una en un paciente con poller (aflojamiento del perno proximal), en ambos grupos con 9,1%. No encontramos infecciones.

La malalineación media en el plano coronal fue 1,9° para poller y 1,1° para cerclajes, no alcanzando la significación estadística ($p=0,60$). Contrariamente, observamos diferencias significativas en el plano coronal, con una malalineación media de 2,6° para poller y sólo 0,6 para cerclajes ($p<0,01$). La deformidad coronal más frecuente fue el varo (39.4%) y la sagital el recurvatum (33.3%).

Se logró la consolidación de todas las fracturas durante el periodo de estudio. El tiempo promedio desde la intervención hasta la consolidación fue de $8,0 \pm 4,1$ meses para poller y $7,3 \pm 2,5$ meses para cerclajes. Estas diferencias no fueron estadísticamente significativas.

Aunque tampoco fue significativa, la reducción del hematocrito fue mayor en aquellos tratados con cerclajes frente a los poller ($8,4 \pm 7,5$ vs. $5,9 \pm 4,7\%$). Las necesidades transfusionales fueron similares en ambos grupos.

DISCUSIÓN

En nuestra muestra predominaron ampliamente los pacientes comórbidos y de edad avanzada con traumatismos de baja energía. Los cerclajes fueron particularmente útiles en patrones espiroideos. Las complicaciones postoperatorias afectaron sólo a 3 de los 33 pacientes, siendo todas mecánicas. Todas las fracturas consolidaron y no encontramos diferencias significativas entre cerclaje y poller en las complicaciones, el tiempo hasta la consolidación o el sangrado. Sin embargo, observamos una diferencia significativa en la calidad de reducción sagital.

La fijación de fracturas postístmicas del fémur con un clavo intramedular puede suponer un reto. Diversas fuerzas deformantes actúan sobre el fémur distal, dificultando una reducción suficiente por medios cerrados. Alternativamente, podría plantearse una reducción abierta, lo que alteraría gravemente el entorno biológico de la fractura^{1,10}. En este sentido, los tornillos poller contribuyen a mejorar la reducción y estabilización de la fractura sin perturbar las

características anatómo-biológicas del foco. Al ubicarse alrededor del clavo, limitan el diámetro del canal disponible para el implante. El mayor beneficio se obtiene en fracturas inestables, como conminutas u oblicuas cortas, en las que puede no lograrse una alineación metafisaria satisfactoria pese a un enclavado correcto^{2,4,5}. Por otra parte, los poller incrementan el número de puntos de contacto cortical de la interfase hueso-implante, lo que incrementa la rigidez del montaje^{11,12}. Pese a la falta de consenso en la literatura en cuanto a los resultados del enclavado asistido por poller, algunos investigadores les han atribuido tiempos de consolidación reducidos y menores tasas de no-uniión, maluniión, complicaciones y reintervención. Estas ventajas podrían verse eclipsadas por su complejidad técnica, ya que encontrar la posición ideal del poller suele ser difícil. La malposición de los poller puede empeorar la alineación o desencadenar complicaciones mecánicas intraoperatorias (deterioro de brocas y clavos) y/o postoperatorias (aflojamiento y ruptura de tornillos), pudiendo requerir procedimientos adicionales^{13,14}.

Un método alternativo para conseguir una adecuada reducción e incrementar la rigidez del montaje es realizar una reducción abierta y estabilización con cerclajes. La utilidad de los cerclajes en fracturas espiroideas ha sido descrita previamente y está avalada por nuestros resultados. Al utilizar cerclajes, la rigidez y resiliencia del enclavado mejoran, potencialmente reduciendo los tiempos de consolidación y la probabilidad de no-uniión o fracaso del montaje. Facilita, además, una carga precoz irrestricta, lo que mejora los resultados funcionales, siendo de capital importancia en fracturas por fragilidad^{6,15-18}. La reducción anatómica facilita la restitución de la circulación endóstica, mejorando potencialmente la perfusión del foco de fractura. Por otra parte, el uso de cerclajes tiene un teórico efecto deletéreo sobre la vascularización perióstica, lo que podría afectar negativamente al proceso de consolidación. No obstante, la evidencia indica que la alteración de la circulación perióstica no es el único factor que determina la aparición de una no-uniión atrófica. Es más bien una técnica excesivamente agresiva (exposición extensiva, desperiostización, etc.) la que parece relacionarse con una consolidación deficitaria^{16,19-21}. Anatómicamente, los cerclajes contactan con una pequeña sección transversal de la superficie ósea, de modo que (teóricamente) la circulación endóstica y colateral del foco de fractura quedarían preservadas^{20,22}. Otra desventaja de los cerclajes es el riesgo de compresión de estructuras vasculonerviosas que, aunque rara, puede tener consecuencias catastróficas²³. En nuestro estudio, no encontramos relación entre el uso de cerclajes y un riesgo incrementado de complicaciones. De hecho, las tasas de complicaciones fueron idénticas para ambos grupos (9,1%).

Las tasas de consolidación y complicaciones observadas en nuestros pacientes son coherentes con las publicadas, que describen tasas de reintervención de hasta el 17% y de infección en el 1% para el enclavado de fracturas del fémur

distal²⁴. El 100% de nuestros casos consolidaron durante el primer año de seguimiento. Los resultados de otros autores corroboran las buenas tasas de consolidación del enclavado retrógrado en fracturas postístmicas, que se sitúan del 85 al 95%²⁴ y en el 100% cuando se asocian cerclajes⁶, aunque este último dato debe considerarse preliminar e interpretarse con cautela.

Aunque la literatura actual no ofrece una definición definitiva de malalineación, una desviación superior a 5° es el criterio más utilizado²⁵. La incidencia de malalineación oscila del 10 al 39.2% con el enclavado retrógrado en fracturas del fémur distal²⁵⁻²⁷. La mayoría de los autores coinciden en que los poller mejoran este parámetro^{2,4,5}. No obstante, malalineaciones de 5° ocurren hasta en el 10% de pacientes con fracturas de huesos largos manejadas con clavos y poller¹⁴. En la única publicación previa que evalúa la combinación de cerclajes y clavos retrógrados en fracturas postístmicas, Lim y cols. reportaron una malalineación promedia inferior a 2° en los planos coronal y sagital⁶. Consistentemente con esos datos, encontramos una malalineación residual media en el plano coronal de tan solo 1,1° y sagital de sólo 0,6° con el uso cerclajes y clavos.

Las limitaciones de nuestro estudio incluyen su naturaleza retrospectiva y el limitado tamaño muestral. Pese a esas limitaciones, y dado el euge que el enclavado femoral retrógrado está experimentando en la comunidad traumatológica, consideramos apropiado comparar cerclajes y poller en combinación con esta técnica.

En conclusión, tanto los cerclajes como los poller son recursos efectivos para lograr una reducción y estabilización adecuados cuando se combinan con un enclavado retrógrado en el manejo de fracturas postístmicas del fémur. Los cerclajes pueden tener un papel especialmente relevante en patrones espiroideos, que son comunes en fracturas por fragilidad, y parecen contribuir mejor al control de la alineación sagital.

Financiación

Esta investigación fue financiada por Smith&Nephew.

BIBLIOGRAFÍA

1. **Gangavalli AK, Nwachuku CO.** Management of Distal Femur Fractures in Adults: An Overview of Options. *Orthop Clin North Am.* 2016 Jan;47(1):85-96.
2. **Ostrum RF, Maurer JP.** Distal third femur fractures treated with retrograde femoral nailing and blocking screws. *J Orthop Trauma.* 2009 Oct;23(9):681-4.
3. **Krettek C, Stephan C, Schandelmaier P, Richter M, Pape HC, Miclau T.** The use of Poller screws as blocking screws in stabilising tibial fractures treated with small diameter intramedullary nails. *J Bone Joint Surg Br.* 1999 Nov;81(6):963-8.
4. **Schumaier AP, Southam BR, Avilucea FR, Finnan RP, Wyrick JD, Archdeacon MT, et al.** Factors Predictive of Blocking Screw Placement in Retrograde Nailing of Distal Femur Fractures. *J Orthop Trauma.* 2019 Jun;33(6):e229-33.
5. **Van Dyke B, Colley R, Ottomeyer C, Palmer R, Pugh K.** Effect of Blocking Screws on Union of Infraisthmal Femur Fractures Stabilized With a Retrograde Intramedullary Nail. *J Orthop Trauma.* 2018 May;32(5):251-5.
6. **Lim EJ, Kim JJ, Kim KH, Kim JW.** Surgical outcomes of retrograde nailing enhanced with minimally invasive cerclage cable fixation for infra-isthmal femoral fracture. *J Orthop Sci Off J Jpn Orthop Assoc.* 2022 Jul;27(4):859-65.
7. **Corrales LA, Morshed S, Bhandari M, Miclau T.** Variability in the assessment of fracture-healing in orthopaedic trauma studies. *J Bone Joint Surg Am* 2008 Sep; 90(9):1862-8.
8. **Doyle DJ, Hendrix JM, Garmon EH.** American Society of Anesthesiologists Classification. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 [cited 2023 Sep 17]. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK441940/>
9. **Charlson ME, Pompei P, Ales KL, MacKenzie CR.** A new method of classifying prognostic comorbidity in longitudinal studies: development and validation. *J Chronic Dis* 1987; 40(5):373-83.
10. **Ghuri SI, Alhammoud A, Alkhayarin MM.** Does Open Reduction in Intramedullary Nailing of Femur Shaft Fractures Adversely Affect the Outcome? A Retrospective Study. *Adv Orthop* 2020; 2020:7583204.
11. **Stedtfeld HW, Mittlmeier T, Landgraf P, Ewert A.** The logic and clinical applications of blocking screws. *J Bone Joint Surg Am* 2004; 86-A Suppl 2:17-25.
12. **Pape HC, Tarkin IS.** Intraoperative reduction techniques for difficult femoral fractures. *J Orthop Trauma* 2009; 23(5 Suppl):S6-11.

13. **Guo J, Zha J, Di J, Yin Y, Hou Z, Zhang Y.** Outcome Analysis of Intramedullary Nailing Augmented with Poller Screws for Treating Difficult Reduction Fractures of Femur and Tibia: a Retrospective Cohort Study. *BioMed Res Int* 2021; 2021:6615776.
14. **Tennyson M, Krkovic M, Fortune M, Abdulkarim A.** Systematic review on the outcomes of poller screw augmentation in intramedullary nailing of long bone fracture. *EFORT Open Rev* 2020 Mar; 5(3):189-203.
15. **Müller T, Topp T, Kühne CA, Gebhart G, Ruchholtz S, Zettl R.** The benefit of wire cerclage stabilisation of the medial hinge in intramedullary nailing for the treatment of subtrochanteric femoral fractures: a biomechanical study. *Int Orthop* 2011 Aug; 35(8):1237-43.
16. **Bliemel C, Anrich D, Knauf T, Oberkircher L, Eschbach D, Klasan A, et al.** More than a reposition tool: additional wire cerclage leads to increased load to failure in plate osteosynthesis for supracondylar femoral shaft fractures. *Arch Orthop Trauma Surg* 2021 Jul; 141(7):1197-205.
17. **Codesido P, Mejía A, Riego J, Ojeda-Thies C.** Subtrochanteric fractures in elderly people treated with intramedullary fixation: quality of life and complications following open reduction and cerclage wiring versus closed reduction. *Arch Orthop Trauma Surg* 2017 Aug; 137(8):1077-85.
18. **Tomás J, Teixidor J, Batalla L, Pacha D, Cortina J.** Subtrochanteric fractures: treatment with cerclage wire and long intramedullary nail. *J Orthop Trauma* 2013 Jul; 27(7):e157-160.
19. **Hoskins W, McDonald L, Spelman T, Bingham R.** Subtrochanteric Femur Fractures Treated With Femoral Nail: The Effect of Cerclage Wire Augmentation on Complications, Fracture Union, and Reduction: A Systematic Review and Meta-Analysis of Comparative Studies. *J Orthop Trauma* 2022 Apr 1; 36(4):e142-51.
20. **Apivatthakakul T, Phaliphot J, Leuvitoonvechkit S.** Percutaneous cerclage wiring, does it disrupt femoral blood supply? A cadaveric injection study. *Injury* 2013 Feb; 44(2):168-74.
21. **Imerci A, Aydogan NH, Tosun K.** The effect on outcomes of the application of circumferential cerclage cable following intramedullary nailing in reverse intertrochanteric femoral fractures. *Eur J Orthop Surg Traumatol Orthop Traumatol* 2019 May; 29(4):835-42.
22. **Lenz M, Perren SM, Gueorguiev B, Richards RG, Krause F, Fernandez Dell'Oca A, et al.** Underneath the cerclage: an ex vivo study on the cerclage-bone interface mechanics. *Arch Orthop Trauma Surg* 2012 Oct; 132(10):1467-72.
23. **Ehlinger M, Niglis L, Favreau H, Kuntz S, Bierry G, Adam P, et al.** Vascular complication after percutaneous femoral cerclage wire. *Orthop Traumatol Surg Res OTSR* 2018 May; 104(3):377-81.
24. **Papadokostakis G, Papakostidis C, Dimitriou R, Giannoudis PV.** The role and efficacy of retrograding nailing for the treatment of diaphyseal and distal femoral fractures: a systematic review of the literature. *Injury* 2005 Jul; 36(7):813-22.
25. **Ricci WM, Bellabarba C, Lewis R, Evanoff B, Herscovici D, Dipasquale T, et al.** Angular malalignment after intramedullary nailing of femoral shaft fractures. *J Orthop Trauma* 2001 Feb; 15(2):90-5.
26. **El-Kawy S, Ansara S, Mofteh A, Shalaby H, Varughese V.** Retrograde femoral nailing in elderly patients with supracondylar fracture femur; is it the answer for a clinical problem? *Int Orthop* 2007 Feb; 31(1):83-6.
27. **Watanabe Y, Takai S, Yamashita F, Kusakabe T, Kim W, Hirasawa Y.** Second-generation intramedullary supracondylar nail for distal femoral fractures. *Int Orthop* 2002; 26(2):85-8.