

ARTÍCULO ORIGINAL

Impacto clínico en el hombro del enclavijamiento endomedular anterógrado en el tratamiento de fracturas de la diáfisis humeral

Clinical impact on the shoulder after antegrade intramedullary nailing in humeral shaft fractures

Daniela Gutiérrez-Zúñiga^{1,2}  Alejandro Mejía-Grueso^{1,2,3}  Raúl Ernesto González³  Felipe Valbuena-Bernal^{1,2,3} 

¹ Hospital Universitario San Ignacio, Servicio de Ortopedia y Traumatología, Bogotá D.C., Colombia.

² Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Medicina, Especialización en Ortopedia y Traumatología, Bogotá D.C., Colombia.

³ Hospital Universitario de la Samaritana, Servicio de Ortopedia y Traumatología, Bogotá D.C., Colombia.

Resumen

Introducción: el enclavijamiento endomedular (EE) es una opción terapéutica para fracturas de la diáfisis humeral; sin embargo, algunos pacientes tratados con EE desarrollan signos de pinzamiento subacromial y disminución de la fuerza en movimientos de flexión y abducción.

Objetivo: evaluar el impacto en el hombro del uso del EE anterógrado para el tratamiento de fracturas de la diáfisis humeral en términos de dolor, funcionalidad y signos de pinzamiento subacromial.

Metodología: estudio observacional retrospectivo realizado en 25 pacientes adultos con fracturas de la diáfisis humeral tratadas con EE anterógrado. Se realizó seguimiento entre 6 y 12 meses después del procedimiento, valorando la funcionalidad (arcos de movimiento y escala QuickDASH) y la presencia de dolor (escala visual análoga [EVA]) y signos de pinzamiento subacromial (según Yocum, Neer y Hawkins-Kennedy). Los datos se describen utilizando frecuencias absolutas y relativas para las variables cualitativas, y medias y desviaciones estándar para las cuantitativas.

Resultados: las medias de la flexión anterior, puntaje en la escala QuickDASH y escala EVA fueron 145° ($\pm 31,6$), 6,1 ($\pm 8,5$) y 2,32 ($\pm 2,06$), respectivamente. El 32% de los pacientes presentó uno o más signos de pinzamiento subacromial. Además, la consolidación completa de la fractura ocurrió en todos los casos.

Conclusiones: dado que no se evidenció un impacto significativo en el hombro en términos de movilidad, dolor o signos de pinzamiento subacromial y que la consolidación de la fractura ocurrió en todos los casos, el EE fue adecuado para el tratamiento de fracturas de la diáfisis humeral.

Palabras clave: Fijación intramedular de fracturas; Manguito de los rotadores; Síndrome de pinzamiento subacromial; Fracturas del húmero (DeCS).

Abstract

Introduction: Intramedullary nailing (IN) is a common therapeutic option for humeral shaft fractures. However, some patients treated with IN develop signs of subacromial impingement and decreased strength in flexion and abduction movements.

Objective: To evaluate the clinical impact of the use of antegrade IN on the shoulder for the treatment of humeral shaft fractures in terms of pain, functionality, and subacromial impingement symptoms.

Methodology: Retrospective observational study carried out in 25 adult patients with humeral shaft fractures treated with antegrade IN. Follow-up was performed 6 to 12 months after the procedure, assessing functionality (arcs of motion and QuickDASH scale), as well as the presence of pain (visual analog scale [VAS]) and signs of subacromial impingement (according to Yocum, Neer and Hawkins-Kennedy). Data are described using absolute and relative frequencies for qualitative variables and means and standard deviations for quantitative variables.

Results: The mean anterior flexion, QuickDASH score, and VAS score were 145° (± 31.6), 6.1 (± 8.5), and 2.32 (± 2.06), respectively. One or more signs of subacromial impingement were observed in 32% of the patients. In addition, complete fracture healing occurred in all cases.

Conclusion: Given that no significant impact on the shoulder was evidenced in terms of mobility, pain or signs of subacromial impingement and that fracture healing occurred in all cases, IN was adequate for the treatment of humeral shaft fractures.

Keywords: Fracture Fixation, Intramedullary; Rotator Cuff; Subacromial Impingement syndrome; Humeral Fracture (MeSH).



Open access

Recibido: 29/05/2021

Aceptado: 7/11/2022

Correspondencia: Daniela Gutiérrez Zúñiga, danielagutierrez@javeriana.edu.co.

Cómo citar: Gutiérrez-Zúñiga D, Mejía-Grueso A, González RE, Valbuena-Bernal F. [Impacto clínico en el hombro del enclavijamiento endomedular anterógrado en el tratamiento de fracturas de la diáfisis humeral]. Rev Col Or Tra. 2023;37(1):e5. English. doi: <https://doi.org/10.58814/01208845.5>

How to cite: Gutiérrez-Zúñiga D, Mejía-Grueso A, González RE, Valbuena-Bernal F. Clinical impact on the shoulder after antegrade intramedullary nailing in humeral shaft fractures. Rev Col Or Tra. 2023;37(1):e5. English. doi: <https://doi.org/10.58814/01208845.5>

Copyright: ©2023 Sociedad Colombiana de Cirugía Ortopédica y Traumatología. Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia [Creative Commons Atribución](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), la cual permite el uso, distribución y reproducción sin restricción alguna en cualquier medio, siempre que se den los créditos al autor y la fuente.



Introducción

Las fracturas de la diáfisis humeral comprenden entre el 1% y el 3% de las fracturas atendidas en servicios de urgencias, y representan aproximadamente el 20% de las fracturas humerales.^{1,2} En el tratamiento de este tipo de fracturas, el uso de clavos endomedulares es una de las opciones para realizar la fijación quirúrgica. Desde el punto de vista biomecánico y biológico, el enclavijamiento endomedular (EE) tiene ventajas sobre la osteosíntesis con placa, ya que preserva el hematoma óseo y la irrigación perióstica, generando una menor morbilidad de los tejidos blandos, así como una tasa más alta de consolidación. Así mismo, el EE potencialmente reduce complicaciones como infección y parálisis del nervio radial.^{3,4} Sin embargo, si durante el abordaje de la articulación del hombro se afecta la integridad de los tendones del manguito de los rotadores y del cartílago articular, se podría generar dolor y limitación de la funcionalidad.

Durante el seguimiento posoperatorio, se ha observado que algunos de estos pacientes desarrollan síntomas y signos asociados a lesiones y enfermedades del hombro como dolor y disminución de la fuerza en movimientos de flexión y abducción. No obstante, la evidencia disponible sobre estos efectos es contradictoria. Al respecto, algunos estudios informan que la funcionalidad del hombro luego de la operación fue buena y que los pacientes que presentaron desgarres del manguito de los rotadores solían ser asintomáticos.^{1,5,6} No obstante, otras investigaciones reportan alteraciones de la funcionalidad del hombro.^{7,8} De este modo, algunos autores reportan que la osteosíntesis con placa tiene un rendimiento superior debido a las afectaciones que puede generar el EE a nivel del hombro.⁹⁻¹¹

Teniendo en cuenta lo anterior, el objetivo del presente estudio fue evaluar el impacto en el hombro del uso de EE anterógrado para el tratamiento de fracturas de la diáfisis humeral en términos de dolor, funcionalidad y signos de pinzamiento subacromial.

Metodología

Tipo de estudio, población y muestra

Se realizó un estudio observacional retrospectivo en un hospital de cuarto nivel de atención de Bogotá, Colombia, el cual es un centro de referencia para el tratamiento por especialistas en ortopedia y traumatología en la ciudad. La población de estudio consistió de todos los pacientes adultos (18 a 70 años) con fracturas de la diáfisis humeral que recibieron tratamiento quirúrgico con EE anterógrado en el húmero, realizado por cuatro cirujanos ortopedistas, entre enero de 2017 y enero de 2020. Se excluyeron a los pacientes con antecedentes de lesión del manguito de los rotadores, dolor en el hombro, fracturas patológicas, artrosis de las articulaciones glenohumeral o acromioclavicular, y/o enfermedades neuromusculares o neurológicas, así como aquellos pacientes que no tenían datos sobre el seguimiento.

Es importante mencionar que en todos los pacientes se realizó reducción cerrada y fijación endomedular anterógrada con dos tipos de clavo de tercera generación de dos fabricantes comerciales diferentes.

Procedimientos

Entre 6 y 12 meses después de la cirugía, se realizó seguimiento a los pacientes mediante anamnesis, aplicación de escalas, examen físico y evaluación de radiografías. La funcionalidad se evaluó mediante la escala de discapacidades del brazo, hombro y mano QuickDASH, y el rango de movimiento del hombro (arcos de movimiento activos y pasivos [flexión anterior, elevación en el plano escapular y rotación externa e interna]). Por otra parte,

la presencia de los tres signos de pinzamiento subacromial señalados por Yocum, Neer & Hawkins-Kennedy; asimismo, el dolor se evaluó mediante la escala visual analógica (EVA). Por último, la consolidación de las fracturas de la diáfisis humeral se evaluó clínica y radiológicamente al momento de la valoración de seguimiento. Además, se revisaron las historias clínicas de los pacientes para recolectar datos demográficos (edad y sexo) y clínicos (comorbilidades y fecha en la que se realizó el procedimiento quirúrgico).

Análisis estadístico

Los datos se ingresaron en una base de datos creada en *Microsoft Excel* para su posterior análisis en el *software* de análisis estadístico JASP. Los datos se describen utilizando frecuencias absolutas y relativas para las variables cualitativas, y medias y desviaciones estándar para las cuantitativas.

Consideraciones éticas

Esta investigación siguió los principios éticos para la realización de estudios biomédicos en seres humanos establecidos en la Declaración de Helsinki¹² y las normas científicas, técnicas y administrativas de investigación en salud de la resolución 8430 de 1993, emitida por el Ministerio de Salud de Colombia.¹³ Además, el estudio fue aprobado por el Comité de Ética en Investigación del Hospital Universitario de la Samaritana E.S.E. según consta en el acta 05IC10-V1 del 22 de noviembre de 2018.

Resultados

Durante el período de estudio, 31 pacientes adultos recibieron EE para el tratamiento de fracturas de la diáfisis humeral, de los cuales dos pacientes habían fallecido para el momento del seguimiento, uno había sido operado en los últimos seis meses y cuatro no asistieron a la consulta de seguimiento. De esta manera, se incluyeron 25 pacientes en el estudio. La media de edad fue 57,8 años y la mayoría eran mujeres (56%). Además, el 18% tenía alguna comorbilidad, de las cuales la más frecuente fue la hipertensión arterial (Tabla 1).

Tabla 1. Características demográficas y comorbilidades de los pacientes incluidos en el estudio.

Variable	n (n=25)
Edad (media, DS)	57,8 (\pm 17,98)
Menores de 30 años	3 (12%)
30-49 años	4 (16%)
50-64 años	8 (32%)
Mayores de 65 años	10 (40%)
Sexo	
Hombres	11 (44%)
Mujeres	14 (56%)
Comorbilidades	
Accidente cerebrovascular	2 (8%)
Diabetes mellitus tipo 2	1 (4%)
Hipertensión arterial	3 (12%)
Obesidad	1 (4%)
Ninguna	18 (72%)

DS: desviación estándar.

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con la evaluación clínica y radiológica, la consolidación completa de la fractura de la diáfisis humeral ocurrió en todos los pacientes para el momento de la valoración de seguimiento. Con respecto a los arcos de movimiento del hombro, la media de flexión anterior fue $145^\circ (\pm 31,6)$ y la media de rotación externa activa fue $42,84^\circ (\pm 10,25)$. Además, la mayoría de los pacientes logró una rotación interna entre las vértebras T10 y T12 (40%). En cuanto a la funcionalidad del hombro, la mayoría de los pacientes presentó un bajo grado de discapacidad y la media de puntuación en la escala *QuickDASH* fue $6,1 (\pm 8,5)$. Finalmente, la media de la EVA fue 2,32 puntos ($\pm 2,06$), de manera que la mayoría de los pacientes no presentó dolor significativo (Tabla 2).

Tabla 2. Presencia de dolor y funcionalidad en los pacientes incluidos en el estudio.

Variable	Media (DS)
Dolor (EVA)	2,32 ($\pm 2,06$)
Funcionalidad (<i>QuickDASH</i>)	7,93 ($\pm 8,54$)
Arcos de movimiento del hombro	
Flexión anterior activa	$148,08^\circ (\pm 31,68)$
Flexión anterior pasiva	$154,92^\circ (\pm 27,54)$
Rotación externa activa	$42,84^\circ (\pm 10,23)$
Rotación externa pasiva	$58,08^\circ (\pm 10,25)$
Elevación activa	$146,16^\circ (\pm 20,26)$
Elevación pasiva	$155,28^\circ (\pm 17,93)$
Rotación interna activa (Nivel vertebral)	T5 5 (20%) T6 3 (12%) T8 1 (4%) T9 4 (16%) T10 2 (8%) T11 2 (8%) T12 6 (24%) L1 1 (4%) L2 1 (4%)

DS: desviación estándar.

Fuente: elaboración propia.

Por último, los signos de pinzamiento subacromial fueron poco frecuentes, ya que el 24% de los pacientes presentó un signo; el 8%, dos signos, y el 4%, tres signos (Tabla 3). Es importante mencionar que un paciente con antecedente de diabetes mellitus tipo 2 presentó limitación de la movilidad del hombro en la elevación del brazo por encima de 90 grados y tres signos de pinzamiento subacromial.

Tabla 3. Signos de pinzamiento subacromial evaluados según la propuesta de Neer, Yokum & Hawkins-Kennedy.

Presencia de signos de pinzamiento subacromial	
Ningún signo	16 (64%)
1 signo	6 (24%)
2 signos	2 (8%)
3 signos	1 (4%)

Fuente: elaboración propia.

Discusión

En la actualidad, el uso del EE como tratamiento de fracturas de la diáfisis humeral es un aspecto controversial entre los cirujanos de hombro, al tener el potencial de causar síntomas de dolor o limitación funcional en el hombro. Este tratamiento tiene ventajas como la preservación de las arterias periósticas y el hematoma de la fractura, y permiten un manejo de los tejidos blandos mínimamente invasivo.³ No obstante, el EE es un procedimiento en el que se puede ocasionar la lesión de los tendones del manguito de los rotadores. Además, se ha reportado que muchos de los pacientes operados desarrollan síntomas y signos asociados a lesiones y enfermedades del hombro, como dolor y disminución de la fuerza en movimientos de flexión y en abducción.

Al respecto, la revisión sistemática de *Cochrane*,¹⁴ realizada en 2011, comparó los resultados de la fijación de fracturas de la diáfisis humeral con placas o clavos endomedulares. En dicha revisión, se incluyeron cinco ensayos clínicos y no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre ambos métodos al comparar factores como tiempo de consolidación de la fractura, tiempo de operación, lesión del nervio, pérdida de sangre y retorno a la actividad laboral. Por el contrario, se identificaron diferencias significativas con respecto a una mayor presencia de signos de pinzamiento subacromial y una disminución en los arcos de movimiento del hombro en los pacientes manejados con EE. Es importante mencionar que en la revisión no se encontró evidencia suficiente sobre los desenlaces funcionales.

Posteriormente, en 2013, las revisiones sistemáticas de *Ouyang et al.*¹⁰ y *Ma et al.*¹¹ reportaron que el uso de clavos endomedulares generó la presencia de más signos de pinzamiento subacromial, así como una mayor restricción de la movilidad del hombro. *Ma et al.*¹¹ también encontraron una asociación entre la realización de EE y una mayor ocurrencia de fallas del implante y reintervenciones; no obstante, debido a que la calidad de la evidencia fue baja, concluyeron que es necesario realizar más estudios clínicos controlados que evalúen estas diferencias para corroborar dichos hallazgos.

Por otra parte, *Zhao et al.*⁹ concluyeron en un metaanálisis que la osteosíntesis con placas es superior al EE, pues encontraron que, si bien los desenlaces funcionales y las complicaciones fueron similares, los pacientes en los que se realizó EE presentaron repercusiones clínicas a nivel del hombro. Por otra parte, *Gottschalk et al.*,³ en un estudio en el que se compararon estos dos métodos de fijación, reportaron una mayor mortalidad en los pacientes tratados con EE; sin embargo, es importante mencionar que en dicho estudio se incluyeron pacientes oncológicos con fracturas patológicas.

Además, *Patiño*¹⁵ evaluó el rango de movilidad del hombro y la posición de los clavos endomedulares de acuerdo con la radiología en 30 pacientes en un periodo de 35 meses, y encontró una disminución general de arcos de movimiento, así como la presencia de signos de pinzamiento subacromial causados por prominencia de los clavos.

Con respecto a las repercusiones en el hombro en pacientes intervenidos con EE, *Flinkkla et al.*,¹⁶ en un estudio en el que se realizó un seguimiento a 29 pacientes luego de 6,2 años de la operación, identificaron que la única repercusión en el hombro fue la limitación de la flexión. Además, *Pogliacomì et al.*,⁵ en un estudio en el que se realizó seguimiento a 62 meses del EE en 40 pacientes, se concluyó que realizar un abordaje adecuado y evitar errores técnicos durante la cirugía puede disminuir la ocurrencia de lesiones tendinosas en el hombro. Igualmente, *García-Bógaló*⁸ reportó desenlaces funcionales y ecográficos buenos en pacientes sometidos a procedimientos donde se realizó una disección adecuada y se estableció un punto correcto de entrada del clavo.

Otros estudios realizan exámenes complementarios, como la ecografía, para evaluar el manguito de los rotadores. Por ejemplo, Verdano *et al.*² informaron que la mayoría de las lesiones del manguito de los rotadores en estos pacientes fueron rupturas parciales, las cuales no tienen un compromiso significativo a largo plazo. Cabe mencionar que estos autores también evaluaron la funcionalidad mediante la escala de Constant y el *Simple Shoulder Test*, y encontraron que el 79% de los pacientes que recibieron EE en el húmero tuvieron un buen desenlace funcional. Asimismo, Gracitelli *et al.*⁷ evaluaron el manejo de fracturas del húmero proximal con EE y, de acuerdo con la ecografía, reportaron una tasa alta de lesión del manguito de los rotadores (32% con rupturas parciales y 13% con ruptura completa); no obstante, la evaluación de la funcionalidad a largo plazo en estos pacientes indica que estas rupturas no tuvieron un impacto clínicamente significativo.

En el estudio realizado por Baltov *et al.*¹⁷ en 111 pacientes con fracturas diafisarias manejadas con EE, se encontraron buenos resultados en la escala de Constant en el 83,7% de estos pacientes. Además, en ese estudio se reportó la presencia de dolor crónico en el 10% de los casos, de los cuales la mayoría tuvo errores técnicos en la cirugía como, por ejemplo, la prominencia de los clavos endomedulares. Por último, Muccioli *et al.*¹⁸ evaluaron los desenlaces de pacientes con fracturas de la diáfisis humeral tratadas con clavos humerales de tercera generación y encontraron que las lesiones del manguito de los rotadores fueron poco frecuentes (12%), por lo que no se evidencia una diferencia en la prevalencia de estas lesiones con respecto a la población que no ha recibido EE. Sin embargo, estos autores reportaron que el 20% de los pacientes presentaron tendinitis del bíceps sintomática causada por errores en la técnica quirúrgica (prominencia de los clavos).

Dado que una de las preocupaciones señaladas en la literatura es la presencia de lesiones del manguito de los rotadores, se ha propuesto y descrito el uso de la artroscopia durante este procedimiento con el fin de tener una visión directa del punto de entrada a través del intervalo rotador, evaluar lesiones concomitantes y determinar una altura del calvo, evitando su prominencia.¹⁹ Por ejemplo, luego de utilizar esta técnica y evaluar la movilidad y la funcionalidad hasta 1 año después de la cirugía, Antoni *et al.*¹⁹ reportaron una buena funcionalidad (promedio de puntaje en la escala de Constant: 73,9; ajustando a la edad, el promedio fue 93,5). Por otra parte, dicho estudio no reporta la presencia sintomática de pinzamiento subacromial ni de lesiones del manguito de los rotadores.

De acuerdo con un metaanálisis y revisión sistemática de la literatura²⁰ que compara la osteosíntesis mínimamente invasiva con placa (MIPO) y el EE en el húmero según datos reportados en siete estudios clínicos aleatorizados y observacionales (325 pacientes tratados por MIPO y 357 con EE), la técnica MIPO tiene riesgos considerablemente más bajos de no unión o reintervención, lo cual lleva a mejores desenlaces funcionales. Es importante mencionar que los autores señalan que la curva de aprendizaje de la técnica MIPO debe ser tenida en cuenta al momento de interpretar dichos resultados.

En el presente estudio, se encontró que los pacientes con fractura de la diáfisis humeral tratados EE anterógrado no presentaron dolor ni una afectación significativa de su funcionalidad en el hombro. Además, la mayoría de los pacientes no mostró signos de pinzamiento subacromial. En términos generales, los resultados de la funcionalidad del hombro, evaluada mediante el rango de movilidad y el puntaje de la escala *QuickDASH*, fueron satisfactorios. Por otra parte, se evidenció la consolidación de la fractura en todos los pacientes. Es importante mencionar que uno de los pacientes que tenía comorbilidades y edad avanzada presentó rigidez del hombro al momento de la valoración de seguimiento, lo cual limitó evaluación de los signos de pinzamiento subacromial.

La explicación de los buenos resultados y las ventajas de este estudio incluyen el uso de clavos endomedulares de tercera generación, la realización de las cirugías por parte de ortopedistas expertos especializados en trauma mayor y cirugía de hombro,

la longitud precisa de los clavos en el espacio subacromial, el manejo meticuloso de los tejidos blandos, así como el cuidado que se tuvo en la disección del manguito de los rotadores y su posterior unión con suturas.

En cuanto a las limitaciones se puede mencionar el diseño del estudio (observacional y retrospectivo), no realizar comparaciones con otros métodos de fijación de fracturas y el tamaño reducido de la muestra, puesto que este no permite extrapolar los resultados ni generalizar los desenlaces evidenciados al contexto de otros grupos poblacionales. Además, se debe mencionar que otros factores que pueden influir en los desenlaces a nivel del hombro, como la realización de fisioterapia, no fueron estandarizados para todos los pacientes. Por otra parte, se debe tener en cuenta que no fue posible realizar el seguimiento al 22% de los pacientes, ya que muchos de ellos residían en zonas rurales, por lo que no pudieron asistir a las instalaciones de atención médica.

Conclusiones

En el presente estudio, la fijación de fracturas de la diáfisis humeral mediante EE mostró resultados clínicos satisfactorios, con una baja frecuencia de dolor de hombro y de signos de pinzamiento subacromial.

Conflicto de intereses

Ninguno reportado por los autores.

Financiación

Ninguna reportada por los autores.

Agradecimientos

Ninguno reportado por los autores.

Referencias

1. Wong J, Newman JM, Gruson KI. Outcomes of intramedullary nailing for acute proximal humerus fractures: a systematic review. *J Orthop Traumatol.* 2016;17(2):113-22. <https://doi.org/jvkn>.
2. Verdano MA, Pellegrini A, Schiavi P, Somenzi L, Concari G, Ceccarelli F. Humeral shaft fractures treated with antegrade intramedullary nailing: What are the consequences for the rotator cuff? *Int Orthop.* 2013;37(10):2001-7. <https://doi.org/f5bjf7>.
3. Gottschalk MB, Carpenter W, Hiza E, Reisman W, Roberson J. Humeral shaft fracture fixation: Incidence rates and complications as reported by American board of orthopaedic surgery part II candidates. *J Bone Joint Surg Am.* 2016;98(17):e71. <https://doi.org/jvft>.
4. Dai J, Chai Y, Wang C, Wen G. Dynamic compression plating versus locked intramedullary nailing for humeral shaft fractures: A meta-analysis of RCTs and nonrandomized studies. *J Orthop Sci.* 2014;19(2):282-91. <https://doi.org/f5vr xv>.
5. Pogliacomi F, Devecchi A, Costantino C, Vaianti E. Functional long-term outcome of the shoulder after antegrade intramedullary nailing in humeral diaphyseal fractures. *Chir Organi Mov.* 2008;92(1):11-6. <https://doi.org/cksftv>.
6. Grossterlinden L, Ueblacker P, Rueger JM. Arthroscopical findings after antegrade nailing of a proximal humeral fracture : Case report and review of the literature. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2007;33(4):383-7. <https://doi.org/cfjj4p>.
7. Gracitelli MEC, Malavolta EA, Assunção JH, Matsumura BA, Kojima KE, Ferreira Neto AA. Ultrasound evaluation of the rotator cuff after osteosynthesis of proximal humeral fractures with locking intramedullary nail. *Rev Bras Ortop.* 2017;52(5):601-7. <https://doi.org/jv kp>.

8. García-Bógallo R, Larrainzar-Garijo R, Díez-Nicolás E, Llanos-Alcázar LF. Clinical and Sonographic Assessment of Rotator Cuff Damage During Antegrade Humeral Nailing. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol*. 2008;52(1):2-8. <https://doi.org/cdvpzn>.
9. Zhao JG, Wang J, Wang C, Kan SL. Intramedullary nail versus plate fixation for humeral shaft fractures: a systematic review of overlapping meta-analyses. *Medicine (Baltimore)*. 2015;94(11):e599. <https://doi.org/jvkq>.
10. Ouyang H, Xiong J, Xiang P, Cui Z, Chen L, Yu B. Plate versus intramedullary nail fixation in the treatment of humeral shaft fractures: an updated meta-analysis. *J Shoulder Elbow Surg*. 2013;22(3):387-95. <https://doi.org/f2fvwn>.
11. Ma J, Xing D, Ma X, Gao F, Wei Q, Jia H, et al. Intramedullary Nail versus Dynamic Compression Plate Fixation in Treating Humeral Shaft Fractures: Grading the Evidence through a Meta-Analysis. *PLoS One*. 2013;8(12):e82075. <https://doi.org/jvkr>.
12. World Medical Association (WMA). WMA Declaration of Helsinki – Ethical principles for medical research involving human subjects. Fortaleza: 64th WMA General Assembly; 2013.
13. Colombia. Ministerio de Salud. Resolución 8430 de 1993 (octubre 4): Por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud. Bogotá D.C.; octubre 4 de 1993 [cited 2022 Feb 03]. Available from: <https://bit.ly/31gu7do>.
14. Kurup H, Hossain M, Andrew JG. Dynamic compression plating versus locked intramedullary nailing for humeral shaft fractures in adults. *Cochrane Database Syst Rev*. 2011;(6):CD005959. <https://doi.org/d7v46j>.
15. Patiño JM. Treatment of humeral shaft fractures using antegrade nailing: functional outcome in the shoulder. *J Shoulder Elbow Surg*. 2015;24(8):1302-6. <https://doi.org/f3g9rr>.
16. Flinkkilä T, Hyvönen P, Siira P, Hämäläinen M. Recovery of shoulder joint function after humeral shaft fracture: a comparative study between antegrade intramedullary nailing and plate fixation. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2004;124(8):537-41. <https://doi.org/cbj3vh>.
17. Baltov A, Mihail R, Dian E. Complications after interlocking intramedullary nailing of humeral shaft fractures. *Injury*. 2014;45(Suppl. 1):S9-15. <https://doi.org/f5pcc9>.
18. Muccioli C, Chelli M, Caudal A, Andreani O, Elhor H, Gauci M-O, et al. Rotator cuff integrity and shoulder function after intra-medullary humerus nailing. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2020;106(1):17-23. <https://doi.org/jvks>.
19. Antoni M, Lazarus P, Kempf JF, Clavert P. Arthroscopic intramedullary nailing of humeral fractures through the rotator interval. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2021;107(1):102750. <https://doi.org/jvkt>.
20. van de Wall BJM, Baumgärtner R, Houwert RM, Link BC, Heng M, Knobe M, et al. MIPO versus nailing for humeral shaft fractures: a meta-analysis and systematic review of randomised clinical trials and observational studies. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2022;48(1):47-59. <https://doi.org/jvkv>.