

Tendencias actuales del tratamiento de las fracturas diafisarias de húmero

Current trends in the treatment of humeral shaft fractures

Horacio Inocencio Tabares Neyra^{1*} <https://orcid.org/0000-0001-6599-4948>

Horacio Tabares Sáez² <https://orcid.org/0000-0002-0204-7414>

Jesús Humberto Ramírez Espinoza² <https://orcid.org/0000-0002-8076-446X>

Roberto Morales Seife³ <https://orcid.org/0000-0001-6316-1846>

¹Centro de Investigaciones en Longevidad, Envejecimiento y Salud. La Habana, Cuba.

²Hospital Universitario "General Calixto García". La Habana, Cuba.

³Hospital Ortopédico Docente "Fructuoso Rodríguez". La Habana, Cuba.

*Autor para la correspondencia: horacio_tabares@hotmail.com

RESUMEN

Las fracturas de la diáfisis humeral constituyen entre el 1 y el 3 % de los traumas atendidos en urgencias. El tratamiento ha evolucionado, y en la actualidad se emplea tanto el manejo quirúrgico como el no quirúrgico. Este artículo se propuso revisar las tendencias relacionadas con el tratamiento conservador de las fracturas de la diáfisis del húmero. El tratamiento conservador proporciona ventajas sobre la cirugía, disminuye el riesgo de infección profunda y la parálisis del nervio radial. Se ha reconocido la eficacia de los procedimientos conservadores en las fracturas de la diáfisis del húmero, a través de sus resultados funcionales y las tasas de consolidación en el 80 % de los pacientes. Se utilizan varios métodos para la inmovilización

como el vendaje Velpeau, la férula en U, el yeso colgante y el aparato ortopédico.

Palabras clave: fractura; diáfisis; húmero; tratamiento conservador.

ABSTRACT

Humeral shaft fractures account for 1% to 3% of trauma cases seen in emergency departments. Treatment has evolved, and both surgical and nonsurgical approaches are currently used. This article aims to review trends related to the conservative treatment of humeral shaft fractures. Conservative treatment offers advantages over surgery and reduces the risk of deep infection and radial nerve palsy. The efficacy of conservative procedures for humeral shaft fractures has been recognized through their functional outcomes and healing rates in 80% of patients. Various methods are used for immobilization, such as the Velpeau bandage, the U-shaped splint, the hanging cast, and the brace.

Keywords: fracture; shaft; humerus; conservative treatment.

Recibido: 28/03/2025

Aceptado: 04/04/2025

Introducción

Las fracturas de la diáfisis humeral se definen como la solución de continuidad del tejido óseo en la región diafisaria del húmero. Los primeros registros de esta lesión se referencian en textos grecorromanos como *Corpus Hippocraticum*.⁽¹⁾ La literatura más reciente demuestra que se trata de una fractura difícil de tratar. En 1924 Campbell afirmó que el retardo de consolidación y la no unión ocurrían con más frecuencia en estos traumas; esto se corroboró en 1935 por Ghormley y Mroz de la Clínica Mayo, quienes encontraron una tasa de no unión del 65 %.⁽¹⁾ Caldwell en 1933 recomendó la inmovilización con yeso colgante, un dispositivo de empleo ambulatorio, para

que el peso de la extremidad distal a la fractura proporcionara tracción y con ello fuerza para alinear los fragmentos.⁽²⁾

Las fracturas de la diáfisis humeral constituyen entre el 1 y el 3 % de los traumas atendidos en los servicios de urgencias y suponen el 20 % de las fracturas que ocurren en el húmero. Afectan a 13 de cada 100 000 habitantes, en su mayoría mujeres, con una edad media de 67 años.⁽³⁾

Existe una distribución bimodal con relación a la edad de esta lesión, que alcanza su punto máximo en la tercera y séptima décadas, respectivamente, con mecanismos de alta energía para las poblaciones más jóvenes y mecanismos de baja energía para los adultos mayores.^(4,5) En el contexto de las fracturas de húmero, las lesiones de la diáfisis representan el 13 % del total, y las lesiones del húmero proximal resultan las más comunes con un 79 %.⁽⁵⁾

Los mecanismos traumáticos ocurren de forma directa o indirecta. La caída, desde gran altura en jóvenes y desde baja altura en ancianos con osteoporosis, constituye el mecanismo indirecto principal.⁽³⁾ Los accidentes de tráfico también provocan estas fracturas. Los traumatismos directos causan un trazo de fractura transversal o conminuta, y se asocian con frecuencia a complicaciones vasculonerviosas; el mecanismo indirecto crea un trazo espiroideo u oblicuo largo (en particular la clásica fractura durante un “pulso”, secundaria a tensiones en torsión). Se han observado fracturas por estrés durante esfuerzos repetidos de lanzamiento o de tensar el brazo.

En la diáfisis humeral pueden producirse fracturas patológicas, debido a afecciones previas, por lo general lesiones tumorales como mieloma o metástasis.⁽⁷⁾ El trazo de fractura se sitúa, por orden de frecuencia descendente, en el tercio medio (fracturas de trazo transversal), en el tercio superior (trazos espiroideos) y en el tercio inferior. La alta ocurrencia de fracturas del tercio medio se explica por un mayor brazo de palanca a este nivel en caso de traumatismo indirecto.⁽⁷⁾

La clasificación de la AO distingue fracturas simples (tipo A), en cuña, con tres fragmentos o más (tipo B), (mantiene el contacto entre los fragmentos principales proximal y distal) y las fracturas complejas (tipo C) (fig. 1). Cada grupo lesional A, B y C se subdivide en tres subgrupos: A1, A2 y A3, los cuales se corresponden, respectivamente, con los trazos simples espiroideo, oblicuo o transversal. Para el tipo B se distingue un subgrupo B1, o fractura en cuña de

torsión entera; un subgrupo B2, o fractura en cuña de extensión entera; y un subgrupo B3, o fractura en cuña de flexión fragmentada.⁽⁸⁾

Las fracturas complejas clasifican los trazos de tipo C1 o complejo conminuto espiroideo, tipo C2 o bifocal, y C3 o complejo conminuto no espiroideo.⁽⁸⁾ La fractura Holstein-Lewis es una fractura espiroidea en la unión de los tercios medio e inferior de la diáfisis humeral, asociada en el 22 % de los casos a una paresia en el área del nervio radial.⁽⁹⁾

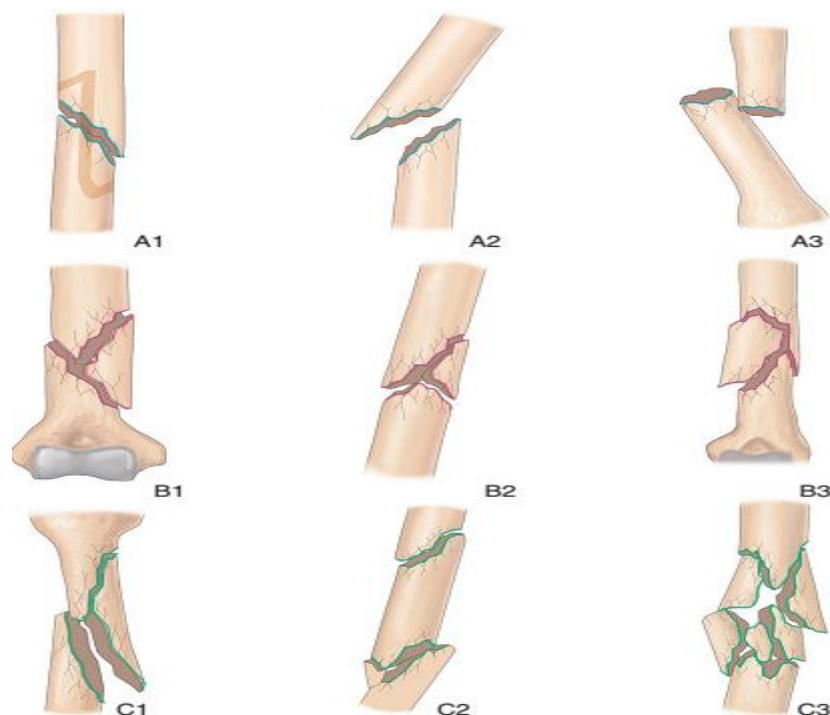


Fig. 1 - Clasificación AO de las fracturas de la diáfisis del húmero.⁽⁶⁾

El tratamiento de las fracturas de la diáfisis del húmero ha evolucionado significativamente. En los años posteriores a Campbell se utilizaron varias intervenciones no quirúrgicas, como las espigas de hombro, las férulas de abducción, los vendajes de Velpeau y las férulas en "U" de brazo de Thomas.⁽¹⁰⁾ Posteriormente, la fijación quirúrgica mediante reducción abierta y fijación interna, clavos intramedulares y osteosíntesis en placa mínimamente invasiva ganó reconocimiento por su contribución a lograr la consolidación de las fracturas y la movilización temprana de las articulaciones adyacentes.⁽⁹⁾ El propósito de este artículo fue revisar las tendencias relacionadas con el tratamiento conservador de las fracturas de la diáfisis del húmero.

Métodos

Se realizó una búsqueda en PubMed de publicaciones en inglés del período 2013-2023. Se utilizaron los términos “fracturas de la diáfisis del húmero” y “tratamiento conservador de las fracturas diafisarias del húmero”. Igualmente se revisaron artículos accesibles de forma libre o a través del servicio Clinical Key e Hinari. Se añadieron textos con más de diez años, pero claves para el tema tratado. Se excluyeron los trabajos duplicados o los datos insuficientes de origen. Se descartaron las presentaciones en *Power Point*.

Desarrollo

Las fracturas de la diáfisis humeral resultan de caídas de altura y, en su mayoría, de lesiones aisladas.⁽¹¹⁾ También pueden ocurrir por colisiones de tráfico u otros mecanismos de alta energía; por tanto, se requiere una historia clínica completa de traumas asociados, que puedan identificarse a través de una evaluación sistemática. Estas fracturas ocasionan molestias significativas en el brazo afectado y tienden a sostenerlo con la extremidad superior contralateral. Se observan, a menudo, en el examen clínico inestabilidad y crepitación.

Estas fracturas conllevan un riesgo significativo de lesiones neurovasculares y, por lo tanto, requieren un examen cuidadoso de las estructuras distales, en particular, las distribuciones motoras y sensoriales del nervio radial y el pulso arterial radial. El examen debe repetirse después de cada intervención y manipulación.^(8,12,13) Muchos cirujanos consideran el tratamiento no quirúrgico como el estándar de oro, pues proporciona claras ventajas sobre la cirugía, entre ellas, menos riesgo de infección profunda y parálisis del nervio radial iatrogénico. Además, se puede realizar de manera efectiva con un molde de yeso o aparatos ortopédicos cilíndricos disponibles comercialmente.^(14,15)

En su artículo histórico, *Sarmiento*⁽¹⁵⁾ reportó buenos resultados funcionales con el tratamiento conservador al inmovilizar las fracturas con un aparato ortopédico, a pesar de que se incluyeron pacientes con fracturas abiertas y

lesiones de los nervios periféricos. El objetivo principal del tratamiento fue lograr la consolidación y restaurar la función de las articulaciones vecinas (hombro y codo).

El aparato ortopédico funcional introducido por Sarmiento en 1977 utilizó fluidos y tejidos blandos no compresibles para crear una envoltura rígida alrededor de los fragmentos, y así evitar fuerzas deformantes angulares y rotacionales. Cuando los músculos se contraen dentro de la férula de plástico rígido, la alineación ósea generalmente mejora. En cambio, el acortamiento depende más del tipo de fractura y no se puede corregir completamente con esta técnica.⁽¹⁵⁾ Según los postulados de Sarmiento, el tratamiento conservador constituye un proceso gradual. En el momento de la fractura, el miembro superior se inmoviliza con un yeso colgante por encima del codo o una férula de coaptación en forma de “U”, durante una o dos semanas (fig. 2).



Fig. 2 - Fractura de la diáfisis del húmero inmovilizada con férula enyesada en “U”.

El tratamiento continúa con la inmovilización. Se utiliza un aparato ortopédico funcional prefabricado, en una parte del brazo, sobre el hombro, con correas que se ajustan diariamente para adaptarse a la disminución de la inflamación de los tejidos blandos y la atrofia muscular durante el tratamiento. Se recomienda iniciar con la movilización activa y asistida del codo y el hombro,

según la tolerancia al dolor, para alinear mejor las fracturas. La fisioterapia puede ayudar con estos movimientos.⁽¹⁵⁾

Se deben realizar radiografías simples (AP y lateral) una semana después de la aplicación del aparato ortopédico para comprobar que la alineación sea correcta y mejorarla, si fuera necesario. Después de dos o seis semanas, según la evolución de la fractura, se vuelven a hacer radiografías. El corsé debe mantenerse hasta obtener la unión que, en promedio, se logra entre 10 o 12 semanas. El paciente debe cumplir con el tratamiento para alcanzar resultados óptimos.⁽¹⁵⁾

El tratamiento conservador aún resulta controversial. Los críticos refieren que la inmovilización total no debe aplicarse porque la articulación del hombro mantiene un rango de movimiento muy amplio. Sin embargo, otros consideran que las férulas en U colgantes, hechas de yeso, y los aparatos ortopédicos comerciales crean suficiente estabilidad y permiten micromovimientos controlados; esto produce la estabilidad relativa y promueve la osteogénesis por cicatrización ósea secundaria.^(16,17,18) Aunque se utilizan varios métodos para la inmovilización en el tratamiento conservador, como el vendaje Velpeau, la férula en "U" y el yeso colgante,^(19,20,21,22,23,24) solo el aparato ortopédico funcional de Sarmiento mantiene popularidad.

Existe el criterio de que la férula enyesada en "U" y los aparatos ortopédicos se pueden utilizar como tratamiento definitivo, pero combinados; la férula en U ayuda a reducir la fractura durante la primera y segunda semanas, y luego se puede cambiar a un aparato ortopédico que permita el movimiento del codo, muy importante para la recuperación funcional. El yeso, al producir mayor estabilidad biomecánica, ofrece un tiempo más corto para alcanzar la unión ósea.⁽²⁵⁾ Los pacientes deben revisarse cada semana, especialmente si se emplea un aparato ortopédico cilíndrico, para asegurarse de que la piel no esté macerada y controlar la higiene.^(6,8,12,26) Recientemente, se han realizado varios ensayos para comparar la eficacia del tratamiento conservador con la fijación interna.

Tres metanálisis recientes^(26,27,28) consiguieron la consolidación en el 85 % de los pacientes tratados de forma no quirúrgica, en comparación con el 93 % de los tratados con cirugía, ambos con una media de 16 semanas. Según las tasas, 11 de cada 12 casos consiguieron la fijación de la fractura; por tanto, 11 pacientes se expusieron a una cirugía innecesaria. La movilidad de la fractura a las seis semanas predijo el riesgo de pseudoartrosis, con un valor predictivo

negativo.⁽²⁸⁾ Desarrollar herramientas más precisas de estratificación de riesgo permitiría identificar a los pacientes con pseudoartrosis y beneficiarlos de una cirugía temprana.

Rämö⁽²⁹⁾ comparó la relación costo-efectividad del tratamiento quirúrgico *versus* el conservador. El 25 % del grupo de corsé funcional tenía pseudoartrosis y necesitaba cirugía. Este estudio informó una tasa de parálisis quirúrgica del nervio radial del 8 %, pero la resolvió completamente a los 12 meses. El resultado funcional se evaluó al año con la puntuación de discapacidades de brazo, hombro y mano (DASH), y no encontró discordancias entre los pacientes operados y los que utilizaron aparatos ortopédicos ($p = 0,34$). Sin embargo, la diferencia clínica entre los grupos sugiere que la recuperación puede ser más rápida y predecible con la intervención quirúrgica.

Westrick y otros⁽⁶⁾ llegaron a las mismas conclusiones en 2017, aunque informaron tasas más altas de pseudoartrosis en pacientes tratados de manera conservadora, incluso cuando el grupo quirúrgico tenía lesiones más significativas y mecanismos de lesión de mayor energía. También reportaron dos casos de lesión iatrogénica del nervio radial y 3,5 % de infección en el grupo con tratamiento quirúrgico.

Serrano y otros⁽³⁰⁾ enfatizaron el riesgo de pseudoartrosis con el tratamiento conservador, que incluye fracturas con conminución, segmentarias y en ala de mariposa. El estudio informó que un tercio de los casos que había recibido tratamiento conservador requería cirugía debido a la falta de unión, la mala alineación o la incapacidad de tolerar el aparato ortopédico.

En 2022 *Den Hartog* y otros⁽³¹⁾ compararon los resultados funcionales y clínicos del tratamiento quirúrgico y conservador de las fracturas de la diáfisis humeral en el estudio multicéntrico HUMMER. Aunque se demostró mayor riesgo de pseudoartrosis en el tratamiento conservador, considerará el perfil de complicaciones de la cirugía. Los análisis agrupados informaron tasas de infección entre el 3 y el 4 % (aunque no diferenciaron entre superficial y profunda), y el 10 % de los pacientes experimentaron contratiempos relacionadas con sus implantes.

El estudio HUMMER analizó la función y el rango de movimiento con más detalle, documentó una recuperación más rápida y mejores puntuaciones de calidad de vida con el tratamiento quirúrgico; sin embargo, a los seis meses se igualaron los resultados de ambas formas de tratamiento. El dolor se solucionó más rápido en los pacientes tratados sin cirugía, y no hubo

diferencias en el regreso al trabajo o los tiempos de recreación entre los grupos. Esto contradice el argumento económico de que la fijación quirúrgica acelera el regreso de las personas al trabajo.⁽³¹⁾

La ubicación de la fractura y las características de la lesión contribuyen a determinar si la reducción se puede mantener mediante el uso de aparatos ortopédicos. Generalmente, si la lesión se encuentra entre el borde superior de la inserción del tendón pectoral mayor y no más de cinco centímetros del borde superior de la fosa del olécranon, se puede emplear un aparato ortopédico.⁽²⁰⁾

Varios estudios han demostrado que las fracturas del tercio proximal del húmero, tratadas de forma conservadora, tienen tasas de consolidación más bajas que las de los dos tercios distales.^(32,33,34) También se ha señalado que las fracturas oblicuas del tercio proximal consolidan menos que otras ubicaciones.⁽³⁵⁾ Las fracturas simples aisladas son ideales para el uso de aparatos ortopédicos. La obesidad, las mamas grandes, la fractura del tercio proximal de una diáfisis, una fractura transversal u oblicua corta, y el aumento de la brecha de fractura o la ausencia de formación de callos a las seis semanas de seguimiento aumentan el riesgo de pseudoartrosis.⁽²⁰⁾

Igualmente, se ha observado mayor riesgo de pseudoartrosis en fracturas transversales.^(9,16,36) *Ekholm* y otros⁽⁹⁾ mostraron una tasa de consolidación del 82 % para las fracturas tipo A (según la clasificación AO/OTA), y las fracturas tipo B y C, del 96 % y el 100 %, respectivamente. Un estudio retrospectivo de 79 pacientes, tratados de forma conservadora, señaló que factores como fumar, el sexo femenino y el desplazamiento inicial aumentaban el riesgo de desplazamiento secundario a las seis semanas.⁽²⁰⁾

No queda claro cuál factor incide en estas diferencias; sin embargo, una pequeña área de contacto entre los fragmentos explicaría la menor tasa de consolidación observada en las fracturas transversales. En el caso de las fracturas oblicuas/espirales, la razón probablemente se deba al encarcelamiento de músculos y tejidos blandos en el lugar del trauma. Las fracturas conminutas sobresalen en la tasa de consolidación, independientemente de su localización.^(9,32,37) La tabla 1 presenta las indicaciones y las contraindicaciones relacionadas con el riesgo de pseudoartrosis.

Tabla 1 - Indicaciones del tratamiento conservador de las fracturas de la diáfisis del húmero⁽³⁸⁾

Aspectos a evaluar	Indicación	Contraindicación
Factores del paciente	Mujer joven (cosmético)	Obesidad, senos grandes
Asociados al trauma	-	Fractura abierta, trauma múltiple, codo flotante, lesión vascular
Sitios de la fractura	Tercio medio	Extremo proximal
Característica de la fractura	Transversal, oblicua larga en espiral o tercer fragmento	Conminuta, segmentaria, ala de mariposa
Seguimiento	Alineación aceptable a las seis semanas	Alienación inaceptable

Nota: alineación aceptable = angulación anterior < 20°, varo ovalgo < 30° y acortamiento a 2-3 cm.

Por lo general, se informan muy buenos resultados con el tratamiento no quirúrgico, especialmente en fracturas aisladas no complicadas. La angulación en varo podría ser un resultado común, pero con pocas secuelas funcionales. Se acepta cierto grado de mala unión de la fractura de la diáfisis humeral porque la función del hombro se compensa con el amplio rango de movimiento de la articulación glenohumeral. La angulación del varo y el ápice anterior constituye la deformidad más común después del tratamiento conservador (fig. 3).⁽³⁹⁾



Fig. 3 - Deformidad en angulación en varo.⁽³⁸⁾

La heterogeneidad de los estudios sobre la parálisis del nervio radial no permite esclarecer este particular. Lode y otros⁽²⁵⁾ reportaron una parálisis

quirúrgica del nervio radial del 4 % y fracturas de la diáfisis humeral, tratadas de forma no quirúrgica, con un 1,5 %. Por su parte, *Van de Wall* y otros⁽²⁷⁾ mostraron un 3,5 % asociado con la cirugía y un 9 % con tratamiento no quirúrgico. El protocolo propuesto para el tratamiento conservador se describe en la tabla 2.⁽³⁸⁾

Tabla 2 - Propuesta de tratamiento conservador de fracturas de la diáfisis del húmero

Momento	Técnica de inmovilización	Seguimiento radiológico	Terapia física
Inicial	Férula enyesada, codo 90° y cabestrillo	Evaluar la reducción y la posición de la inmovilización	Limitar la flexión y la extensión del codo No limitar la abducción del hombro
1-2 semanas	Yeso circular y constreñido	Radiografía inmediata a la colocación de la inmovilización con yeso	Realizar la flexión y la extensión activa del codo Flexión pasiva gradual del hombro
6 semanas	-	Valoración radiográfica Se debe acudir a la cirugía, en caso de no observar signo clínico de unión, si la alineación es inaceptable o aumenta el Gap de la fractura.	Flexión y extensión activa del hombro

Los resultados después de utilizar aparatos ortopédicos funcionales equivalen a los de la intervención quirúrgica, por lo que pueden usarse con éxito en las fracturas de la diáfisis del húmero.^(14,23,37,40) Sin embargo, aumentan el riesgo de rigidez, a corto plazo, en hombros y codos. Aunque actualmente se prefiere tratar las fracturas de la diáfisis humeral con cirugía, la mayoría de los pacientes debería evitarla. La tabla 3 muestra las posibilidades para decidir el empleo de tratamiento conservador o quirúrgico.

Tabla 3 - Propuesta de tratamiento conservador o quirúrgico⁽⁴¹⁾

Aspectos	Conservador	Quirúrgico
Malas condiciones sociales	+	-
Fracturas bilaterales	-	++
Politrauma	-	++
Lesión plexobraquial	-	++
Trauma neurológico	-	++

Fractura abierta	-	++
Obesidad	-	++
No soporte social	-	++
Fractura de baja energía	+	+
Fractura de alta energía	+	++
Empleado	+	+
Miembro dominante	+	+
Conflicto judicial	+	+
Fumador	+	+
Lesión nervio radial	+	+
Fractura transversa	+	++
Fractura periimplante	+	+

Legenda: (-) No sugerido; (+) Posible tratamiento; (++) Fuerte recomendación.

Conclusiones

El tratamiento conservador continúa siendo el tratamiento de elección para las fracturas de la diáfisis del húmero porque ofrece buenos resultados funcionales y altas tasas de consolidación en al menos el 80 % de los casos. Sin embargo, el tratamiento óptimo no se ha encontrado. Los aparatos ortopédicos funcionales se mantienen como una forma confiable de aliviar el dolor, restaurar la función y lograr la consolidación sin riesgo quirúrgico.

Referencias bibliográficas

1. Brorson S. Management of fractures of the humerus in Ancient Egypt, Greece, and Rome: An historical review. Clin Orthop Relat Res. 2009;467(7):1907-14. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11999-008-0612-x>
2. Caldwell JA. Treatment of fractures in the Cincinnati general hospital. Ann Surg. 1933;97(2):161-76. DOI: <https://doi.org/10.1097/0000658-193302000-00001>
3. Bergdahl C, Ekholm C, Wennergren D, Nilsson F, Moller M. Epidemiology and patho-anatomical pattern of 2,011 humeral fractures: data from the Swedish

Fracture Register. BMC Musculoskelet Disord. 2016;17(1):159. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12891-016-1009-8>

4. Westrick E, Hamilton B, Toogood P, Henley B, Firoozabadi R. Humeral shaft fractures: results of operative and non-operative treatment. Int Orthop. 2017;41(2):385-95. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00264-016-3210-7>

5. Biber R, Bail HJ, Geßlein M. Humeral shaft fractures. Unfallchirurg. 2018;121(9):747-58. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00113-018-0533-4>

6. Cambon-Binder A, Féron JM, Gaillard J. Tratamiento quirúrgico de las fracturas de la diáfisis humeral del adulto. EMC - Téc Quirúrg Ortop Traumatol. 2023;15(1):1-19. DOI: [https://doi.org/10.1016/S2211-033X\(23\)47453-1](https://doi.org/10.1016/S2211-033X(23)47453-1)

7. Pidhorz L. Acute and chronic humeral shaft fractures in adults. Orthop Traumatol Surg Res. 2015;101(1 suppl):S41-9. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2014.07.034>

8. Meinberg Eg, Agel J, Roberts Cs, Karam Md, Kellam Jf. Fracture and dislocation classification compendium-2018. J Orthop Trauma. 2018;32 suppl 1:S1-170. DOI: <https://doi.org/10.1097/bot.0000000000001063>

9. Ekholm R, Ponzer S, Tornkvist H, Adami J, Tidermark J. The Holstein-Lewis humeral shaft fracture: aspects of radial nerve injury, primary treatment, and outcome. J Orthop Trauma. 2008;22(10):693-7. DOI: <https://doi.org/10.1097/bot.0b013e31818915bf>

10. Stewart SK. Fracture non-union: a review of clinical challenges and future research needs. Malays Orthop J. 2019;13(2):1-10 DOI: <https://doi.org/10.5704/moj.1907.001>

11. Moore EE, Feliciano DV, Mattox KL. Trauma. 8 ed. McGraw-Hill Medical; 2017. 12. Boer FC, Patka P, Bakker FC, Haarman HJTM. Current concepts of fracture healing, delayed unions, and nonunions. Osteosynth Trauma Care. 2021;10(1):1-7. DOI: <https://doi.org/10.1055/s-2002-30627>

13. Mahabier KC, Van Lieshout EM, Bolhuis HW, Koen P, Bronkhorst M, Bruijninx M, *et al.* Humeral shaft fractures: Measuring recovery after operative versus non-operative treatment (HUMMER): A multicenter comparative observational study. BMC Musculoskelet Disord. 2014;15(1):39. DOI: <https://doi.org/10.1186/1471-2474-15-39>

14. Denard A Jr, Richards JE, Obrebsky WT, Tucker MC, Floyd M, Herzog GA. Outcome of nonoperative vs operative treatment of humeral shaft fractures: A retrospective study of 213 patients. *Orthoped.* 2020;33(8). DOI: <https://doi.org/10.3928/01477447-20100625-16>
15. Sarmiento A, Kinman PB, Galvin EG, Schmitt RH, Phillips JG. Functional bracing of fractures of the shaft of the humerus. *J Bone Joint Surg Am.* 1977 [acceso 26/08/2022];59(5):596-601. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/873955/>
16. Andrzejowski P, Giannoudis P. The 'diamond concept' for long bone non-union management. *J Orthop Traumatol.* 2019;20:21. DOI: <https://doi.org/10.1186/s10195-019-0528-0>
17. Schneider P, Bergeron S, Liew A. A randomized controlled trial comparing operative and nonoperative treatment of humeral diaphyseal fractures. *Orthop Procs.* 2022;104-B(suppl 13):77-77. DOI: <https://doi.org/10.1302/1358-992X.2022.13.077>
18. Hodgson H, Giannoudis P, Howard A. Fracture non-union; what are the current perceived challenges among clinicians? *Injury.* 2022;53(12):3865-6. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.injury.2022.10.029>
19. Rellan I, Galluci GL, Donndorff AG, De Carli P, Zaidenberg EE, Richard MJ, *et al.* Time until union in absolute vs. relative stability MIPO plating in simple humeral shaft fractures. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2022;32(1):191-7. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00590-021-02920-6>
20. Pehlivan O. Functional treatment of the distal third humeral shaft fractures. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2022;122(7):390-5. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00402-002-0403-x>
21. Karimi D, Houkjaer L, Skive A, Holmenlund C, Brorson S, Viberg B, *et al.* Exploring patient experiences after treatment of humeral shaft fractures: a qualitative study. *Int J Orthopaedic Trauma Nursing.* 2022;46:100957. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijotn.2022.100957>
22. Updegrave GF, Mourad W, Abboud JA. Humeral shaft fractures. *J Shoulder Elbow Surg.* 2018;27:e87-97. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jse.2017.10.028>
23. Shields E, Sundem L, Childs S, Maceroli M, Humphrey C, Ketz JP, *et al.* The impact of residual angulation on patient reported functional outcome scores

after non-operative treatment for humeral shaft fractures. *Injury*. 2016;47(4):914-8. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.injury.2015.12.014>

24. Pollock FH, Maurer JP, Sop A, Callegai J, Broce M, Kali M, *et al*. Humeral shaft fracture healing rates in older patients. *Orthoped*. 2020;43:168-72. DOI: <https://doi.org/10.3928/01477447-20200213-03>

25. Lode I, Nordviste V, Erichsen JL, Schmal H, Viberg B. Operative versus nonoperative treatment of humeral shaft fractures: a systematic review and meta-analysis. *J Shoulder Elbow Surg*. 2020;29(12):2495-2504. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jse.2020.05.030>

26. Oliver WM, Bell KR, Molyneux SG, White TO, Clement ND, Duckworth AD, *et al*. Surgical versus nonsurgical management of humeral shaft fractures: a systematic review and meta-analysis of randomized trials. *J Am Acad Orthop Surg*. 2023;31(2):e82-93. DOI: <https://doi.org/10.5435/jaaos-d-22-00432>

27. van de Wall BJM, Ochen Y, Beeres FJP, Babst R, Link B, Heng M, *et al*. Conservative vs. operative treatment for humeral shaft fractures: a meta-analysis and systematic review of randomized clinical trials and observational studies. *J Shoulder Elbow Surg*. 2020;29(7):1493-504. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jse.2020.01.072>

28. Driesman AS, Fisher N, Karia R, Konda S, Egol KA. Fracture site mobility at 6 weeks after humeral shaft fracture predicts nonunion without surgery. *J Orthop Trauma*. 2017;31(12):657-62. DOI: <https://doi.org/10.1097/bot.0000000000000960>

29. Rämö L, Sumrein BO, Lepola V, Lähdeoja T, Ranstam J, Paavola M, *et al*. Effect of surgery vs functional bracing on functional outcome among patients with closed displaced humeral shaft fractures: the FISH randomized clinical trial. *JAMA*. 2020;323(18):1792-1801. DOI: <https://doi.org/10.1001/jama.2020.3182>

30. Serrano R, Mir H, Sagi H, Horwitz D, Ketz J, Kistler B, *et al*. Modern results of functional bracing of humeral shaft fractures: a multicenter retrospective analysis. *J Orthop Trauma*. 2020;34(4):206-9. DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/BOT.0000000000001666>

31. Den Hartog D, Van Bergen SH, Mahabier KC, Verhofstad MHJ, Van Lieshout EMM, HUMMER Investigators. Functional and clinical outcome after operative versus nonoperative treatment of a humeral shaft fracture (HUMMER): results

- of a multicenter prospective cohort study. Eur J Trauma Emerg Surg. 2022;48(4):3265e3277. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00068-022-01890-6>
32. Ali E, Griffiths D, Obi N, Tytherleigh-Strong G, Van Rensburg L. Nonoperative treatment of humeral shaft fractures revisited. J Shoulder Elbow Surg. 2015;24(2):210-4. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jse.2014.05.009>
33. Entezari V, Olson JJ, Vallier HA. Predictors of traumatic nerve injury and nerve recovery following humeral shaft fracture. J Shoulder Elbow Surg. 2021;30(12):2711-9. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jse.2021.04.025>
34. Harkin FE, Large RJ. Humeral shaft fractures: Union outcomes in a large cohort. J Shoulder Elbow Surg. 2017;26(11):1881-8. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jse.2017.07.001>
35. Hendrickx LAM, Hilgersom NFJ, Alkaduhimi H, Doornberg JN, van den Bekerom MPJ. Radial nerve palsy associated with closed humeral shaft fractures: a systematic review of 1758 patients. Arch Orthop Trauma Surg. 2021;141(4):561-8. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00402-020-03446-y>
36. Hegeman EM, Polmear M, Scanaliato JP, Nesti L, Dunn JC. Incidence and management of radial nerve palsies in humeral shaft fractures: a systematic review. Cureus. 2020;12(11):e11490. DOI: <https://doi.org/10.7759/cureus.11490>
37. Koch P, Gross D, Gerber C. The results of functional (Sarmiento) bracing of humeral shaft fractures. J Shoulder Elbow Surg. 2002;11(2):143-50. DOI: <https://doi.org/10.1067/mse.2002.121634>
38. Orapiriyakula W, Apivatthakakul V, Theppariyapol B, Apivatthakakul T. Humerus shaft fractures, approaches and management. J Clin Orthop Trauma. 2023;43:102230. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcot.2023.102230>
39. Matsunaga F, Tamaoki MJ, Matsumoto MH, Netto N, Faloppa F, Belloti JC. Minimally invasive osteosynthesis with a bridge plate versus a functional brace for humeral shaft fractures: a randomized controlled trial. J Bone Joint Surg Am. 2017;99(7):583-92. DOI: <https://doi.org/10.2106/jbjs.16.00628>
40. Gallusser N, Barimani B, Vauclair F. Humeral shaft fractures. EFORT Open Rev. 2021;6(1):24-34. DOI: <https://doi.org/10.1302/2058-5241.6.200033>

41. Smith J, Hall J, Buckley R. Midshaft humeral fracture-Operative or nonoperative treatment? Injury. 2023;54(12):111142. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.injury.2023.111142>

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.