

TEMA DE ACTUALIZACIÓN

Fracturas coronales del húmero distal

I. García Cepeda, S. Valle López, A. Espinel Riol, P. Almena Rodríguez,
M. de los Ángeles Díez del Corral, I. Bartual Benítez

Hospital Universitario Río Hortega, Valladolid

Correspondencia:

Dr. Ignacio García Cepeda

Correo electrónico: ignaciogcepeda@hotmail.com

Recibido el 3 de septiembre de 2024

Aceptado el 1 de noviembre de 2024

Disponible en Internet: noviembre de 2024

RESUMEN

Las fracturas coronales del extremo distal del húmero son lesiones poco comunes que afectan principalmente al *capitellum* y la tróclea, representando solo el 6% de las fracturas del húmero distal y el 1% de las fracturas del codo. Estas fracturas presentan una amplia variabilidad en su gravedad, influenciada por el trazo de la fractura, la conminución y la posible afectación de las partes blandas.

La clasificación de Dubberley (2006) y sus modificaciones han demostrado ser útiles para el pronóstico y la planificación quirúrgica, dividiendo las fracturas en 3 tipos, cada uno con subtipos que consideran la conminución posterior.

El diagnóstico se basa en la exploración física y pruebas de imagen, siendo crucial el uso de radiografías y la tomografía axial computarizada (TAC) para determinar el patrón de fractura.

El tratamiento de estas fracturas generalmente es quirúrgico debido a su complejidad. Las técnicas incluyen diversos abordajes, como el lateral y el medial, así como métodos de osteosíntesis que van desde la fijación con tornillos hasta el uso de placas bloqueadas e injertos óseos. La hemiartroplastia se considera en casos de alta conminución y mala calidad ósea, especialmente en pacientes mayores.

Las complicaciones más comunes son la rigidez y la artrosis secundaria, aunque la pseudoartrosis puede ocurrir en hasta el 40% de las fracturas con mayor conminución. A pesar de la precaria vascularización del húmero distal, la necrosis avascular es poco frecuente. La tasa de reintervenciones oscila entre el 35 y el 45%, siendo más alta en fracturas complejas. Este resumen destaca la importancia de un enfoque individualizado en el ma-

ABSTRACT

Distal humeral coronal fractures

Coronal fractures of the distal humerus are uncommon injuries that primarily affect the capitellum and the trochlea, representing only 6% of distal humeral fractures and 1% of elbow fractures. These fractures exhibit a wide range of severity, influenced by the fracture line, comminution, and potential soft tissue involvement.

The Dubberley classification (2006) and its modifications have proven useful for prognosis and surgical planning, dividing fractures into 3 types, each with subtypes that consider posterior comminution.

Diagnosis is based on physical examination and imaging studies, with radiographs and computed tomography (CT) scans being crucial to determine the fracture pattern.

Treatment of these fractures is generally surgical due to their complexity. Techniques include various approaches, such as lateral and medial, as well as osteosynthesis methods ranging from screw fixation to the use of locked plates and bone grafts. Hemiarthroplasty is considered in cases of high comminution and poor bone quality, especially in older patients.

The most common complications are stiffness and secondary arthritis, although nonunion can occur in up to 40% of fractures with high comminution. Despite the poor vascularization of the distal humerus, avascular necrosis is rare. The reoperation rate ranges from 35-45%, being higher in complex fractures. This summary highlights the importance of an individualized approach in managing distal humeral coronal fractures,



<https://doi.org/10.24129/j.retla.07214.fs2409021>

© 2024 Sociedad Española de Traumatología Laboral. Publicado por Imaidea Interactiva en FONDOSCIENCE® (www.fondoscience.com). Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (www.creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

nejo de las fracturas coronales del húmero distal, considerando tanto las características de la fractura como las necesidades del paciente.

Palabras clave: Coronal. Húmero. Tróclea. *Capitellum*.

considering both the fracture characteristics and the patient's needs.

Key words: Coronal. Humeral. Trochlea. Capitellum.

Introducción

Las fracturas del extremo distal del húmero que se consideran coronales afectan al *capitellum*, la tróclea o a ambos. La variación de la gravedad de este tipo de fracturas es amplia, dependiendo del trazo de fractura, la conminución de esta y, además, de la frecuente afectación asociada de partes blandas que presentan. Las fracturas con una gran conminución, afectación de la columna posterior o lesión ligamentosa, suponen un reto por la dificultad para conseguir una fijación estable. Por este motivo, este tipo de fracturas requieren un estudio preoperatorio minucioso e individualizado para cada paciente, asociando pruebas de imagen complementarias como la tomografía axial computarizada (TAC) que ayuden a decidir el abordaje, el principio de fijación y el material utilizado más adecuados para cada caso.

En 2006, Dubberley estableció una clasificación basada en la estructura ósea afectada por la fractura. Esta clasificación, que posteriormente ha sido modificada por Watson *et al.*, ha demostrado tener valor pronóstico en las lesiones de mayor grado, en particular las lesiones con conminución posterior.

El objetivo es proporcionar un abordaje terapéutico específico del manejo exclusivo de las fracturas de cizallamiento coronal aisladas de la superficie articular del húmero distal, diferenciándolas de las fracturas condíleas.

Las fracturas coronales del húmero distal son muy infrecuentes, representando el 6% de las fracturas del húmero distal y solamente el 1% de las fracturas del codo⁽¹⁾.

Existen 2 picos de incidencia a lo largo de la vida: varones jóvenes, generalmente por un traumatismo de alta energía y, con más frecuencia (80%), mujeres más añosas por un traumatismo de baja energía asociado a hiperextensión de la muñeca y semiflexión del codo⁽²⁻⁴⁾. Debido a los diferentes mecanismos de lesión, en más de la mitad de los casos se asocian a fractura de la cabeza radial, lesión del ligamento colateral lateral o fractura de coronoides. Además, teniendo en cuenta la vascularización del húmero distal, la tróclea recibe poca irrigación en comparación con el resto de las estructuras, por lo que es más frecuente que una fractura a este nivel tenga más riesgo de pseudoartrosis o necrosis avascular^(2,5-9).

Para el diagnóstico, es fundamental la exploración física junto con pruebas de imagen. En algunos casos estas lesiones se asocian a luxaciones o subluxaciones de codo, por lo que es importante sospecharlas en estos pacientes. La clínica típica viene dada por edema, dolor e impotencia funcional, pero sin deformidad, y puede aparecer bloqueo a la flexoextensión del codo. Son imprescindibles radiografías en proyección anteroposterior y lateral del codo, donde es típico (aunque no siempre presente) el signo del doble o triple arco⁽²⁾ (Figura 1). Al igual que en todas las fracturas articulares, es fundamental una TAC para confirmar el patrón de fractura y orientar el tratamiento.

Se han descrito múltiples clasificaciones para intentar catalogar las fracturas coronales de húmero distal de la mejor forma posible y, progresivamente, han ido mejorando su valor pronóstico y su utilidad en la cirugía.

Clasificación

Una de las clasificaciones que han sido más empleadas es la de Bryan-Morrey (1985), cen-

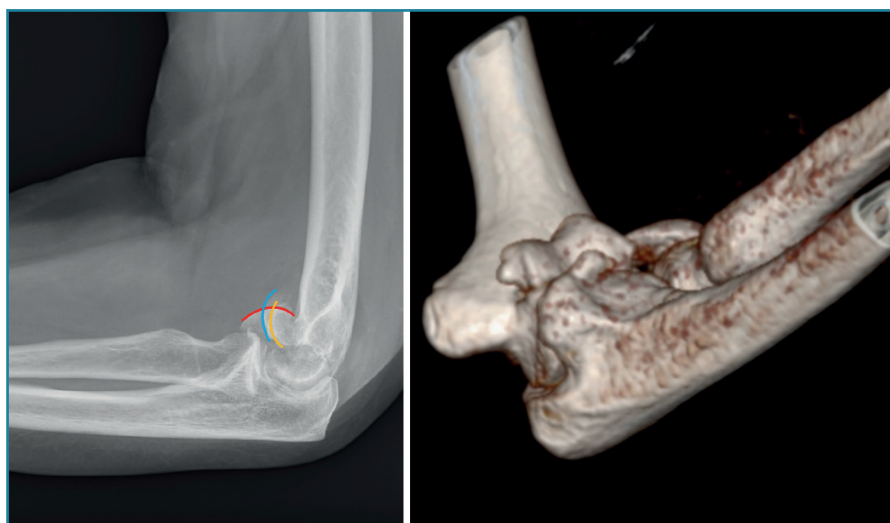


Figura 1. Signo del triple arco con imagen de tomografía axial computarizada.

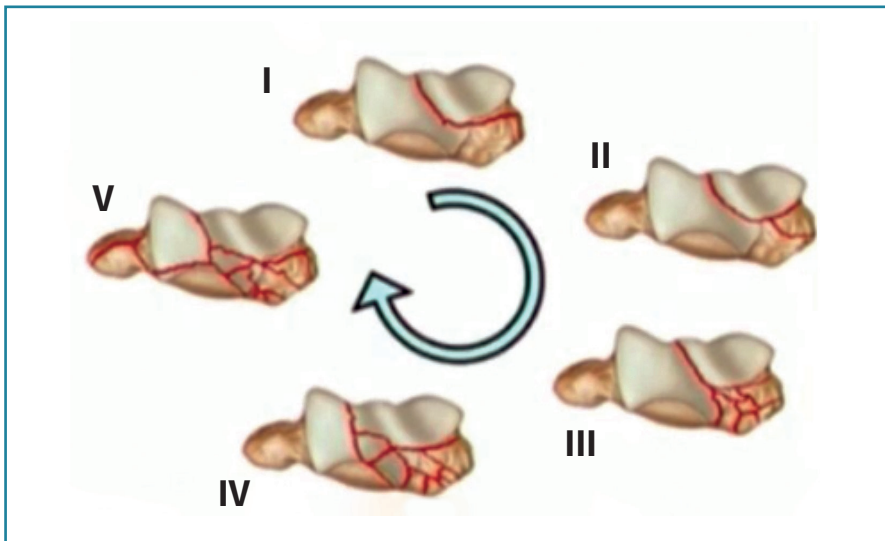


Figura 2. Clasificación de Ring y Júpiter.

trada principalmente en la afectación del *capitellum*⁽¹⁰⁾. Originalmente, esta clasificación recoge 3 tipos de fractura, con un cuarto tipo introducido posteriormente por McKee⁽²⁾.

En el año 2003, Ring y Jupiter desarrollaron una nueva clasificación que combinaba los hallazgos intraoperato-

rios y los patrones radiográficos, estableciendo así 5 tipos de fracturas desde un fragmento único articular que incluye el *capitellum* y la porción lateral de la tróclea en el tipo I, una afectación progresiva del resto de la columna lateral, de la parte posterior y en el tipo V la columna medial⁽³⁾ (Figura 2).

Más adelante, en el año 2006, Dubberley describe una nueva clasificación particularmente valiosa, ya que proporciona mucha información para realizar el planteamiento quirúrgico y presenta también valor pronóstico⁽²⁾. Dubberley divide estas fracturas en 3 tipos (Figura 3):

- Tipo I: fractura de *capitellum* que puede asociar o no la región más lateral de la tróclea.
- Tipo II: fractura de *capitellum* que involucra una parte extensa de la tróclea en un único fragmento.
- Tipo III: fractura de *capitellum* y de tróclea en fragmentos independientes.

Esta clasificación subdivide cada uno de estos 3 tipos en 2 subtipos:

- Tipo A: sin conminución posterior.
- Tipo B: con conminución posterior.

La última modificación la realizó Watson en 2020 añadiendo a la clasificación propuesta por Dubberley un tipo IV, describiendo un tipo III de fractura con conminución anterior en la tróclea y el *capitellum*⁽¹¹⁾ (Figura 3).

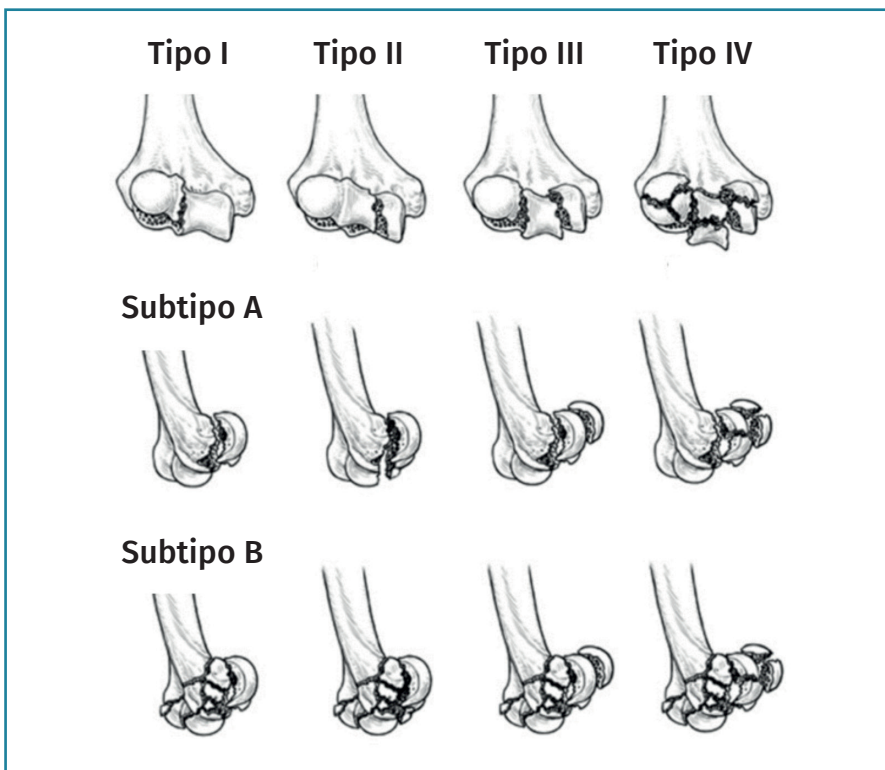


Figura 3. Clasificación de Dubberley modificada.

Tratamiento

Tratamiento conservador no quirúrgico

La mayor parte de las fracturas coronales del húmero distal son subsidiarias de tratamiento quirúrgico debido a su complejidad y desplazamiento, además de la falta de uniones a tejidos

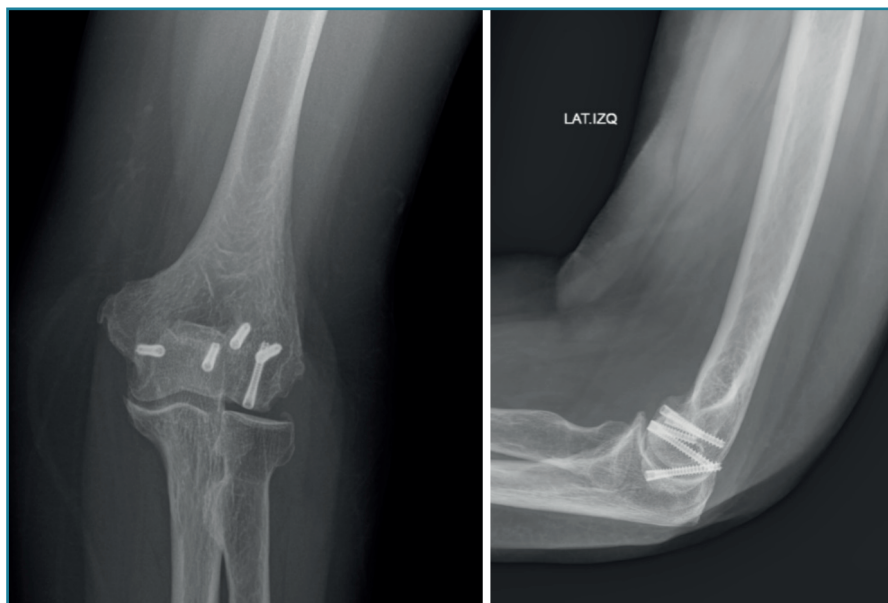


Figura 4. Abordaje lateral ampliado y osteosíntesis de una fractura de tipo 3.

blandos. Debemos considerar un tratamiento conservador en pacientes con una edad avanzada o con bajas demandas funcionales, así como déficits cognitivos o pacientes en estado terminal⁽¹²⁾.

Existen en la literatura pocos estudios que describan los resultados del tratamiento no quirúrgico en fracturas distales del húmero^(8,13-16). Catbush *et al.* trataron de manera conservadora a 7 pacientes y obtuvieron buenos resultados; sin embargo, el estudio solo incluyó a fracturas de tipo 1 de Bryan-Morrey⁽¹⁷⁾.

El tratamiento conservador consiste en una inmovilización con férula braquiopalmar durante aproximadamente 3 semanas. Ochner *et al.* describieron una maniobra de reducción en el momento agudo de la fractura para aquellas no conminutas⁽¹⁸⁾ que consiste en una tracción con flexión gradual y presión directa sobre los fragmentos en flexión. Además, el varo y la supinación puede ayudarnos a la correcta reducción. Sin embargo, es frecuente un desplazamiento secundario de los fragmentos tras la reducción cerrada, sobre todo en fracturas conminutas o fracturas muy desplazadas con interrupción del periostio anterosuperior⁽⁸⁾.

Es importante resaltar que, en estas fracturas tan específicas, las columnas se encuentran intactas por definición y, aunque es posible que alguno de los pacientes desarrolle una buena congruencia articular y logren una funcionalidad satisfactoria con un tratamiento no quirúrgico, debido a la falta de evidencia científica, este tratamiento no se suele recomendar, dado que asocia un alto riesgo de rigidez, dolor y artritis postraumática. Por tanto, solo en los pacientes no candidatos a cirugía podríamos considerar esta opción^(8,19).

Tratamiento quirúrgico

Abordajes y posición del paciente

Realizar la intervención en decúbito supino nos permite desarrollar cualquier abordaje en el codo. Podemos emplear el abordaje posterior situando la extremidad superior sobre el tórax del paciente y utilizar los abordajes lateral y/o medial colocando el codo sobre una mesa quirúrgica de cirugía de la mano.

Abordaje lateral

Tanto el intervalo de Kaplan (entre el *extensor carpi radialis brevis* y el extensor común de

los dedos) como el de Kocher (entre el *extensor carpi ulnaris* y el ancóneo) permiten exponer y tratar las fracturas de tipo 1 con (B) y sin (A) conminución posterior y las de tipo 2 sin (A) conminución posterior. Con estos 2 intervalos podemos ampliar la exposición a nivel proximal y distal.

En aquellos casos en que la fractura presente un fragmento de la tróclea independiente del resto (tipo 3) y en el tipo 2B podemos realizar un abordaje lateral ampliado, luxar la paleta humeral disecando la cápsula anterior y posterior con la musculatura y sintetizar la fractura. En dicho abordaje tiene relevancia observar si está afectado el ligamento colateral lateral (LCL). En caso de que no exista fractura del epicóndilo o lesión concomitante del LCL, tendremos que realizar una desinserción de este o una osteotomía del epicóndilo para, una vez fijados los fragmentos, reparar el LCL o el epicóndilo (Figura 4).

Abordaje combinado lateral y medial

En las fracturas de tipo 3 y 4 un abordaje medial como el *over the top* descrito por Hotchkiss⁽²⁰⁾ nos permite visualizar y fijar los fragmentos de la tróclea. La exposición va a estar acotada a la zona anterior de la tróclea, por lo que no es muy adecuado en el caso de que necesitemos valorar y/o fijar la zona posterior.

Osteotomía de olécranon

Las fracturas de tipo 3 y 4 con conminución posterior pueden ser abordadas con la osteotomía de olécranon, con la

ventaja de preservar tanto el ligamento colateral medial (LCM) como el LCL. Por el contrario, la capacidad de valoración de la zona anterior de la paleta humeral está muy limitada.

Abordaje triceps sparing

Tanto el abordaje paraolécranon como el paratricipital implican la desinserción de los ligamentos y la luxación del codo, permitiéndonos una visualización completa de la superficie articular más amplia que la osteotomía de olécranon en las fracturas de tipo 3 y 4. Es preferible este abordaje sobre el resto cuando la complejidad de la fractura obliga a tener presente la hemiartroplastia o la artroplastia total como tratamiento de la fractura.

Métodos de osteosíntesis

Exéresis del fragmento

Esta fue la técnica que se utilizó originariamente para este tipo de fracturas, consiguiendo buenos resultados^(8,21-24). A medida que los distintos métodos de fijación se fueron popularizando, la escisión del fragmento se fue realizando con menor frecuencia. Esta técnica podría utilizarse en aquellas fracturas que afectan únicamente al *capitellum*, sin lesión ligamentosa asociada y con una conminución que impide conseguir una síntesis estable^(8,25).

Fijación con tornillos

Es el método de fijación más comúnmente utilizado en las fracturas coronales del codo, consiguiendo buenos resultados publicados^(1,7,26-31). En cuanto al sentido en la introducción del tornillo y el tipo, los estudios^(32,33) nos orientan a la utilización de tornillos de 4 mm de rosca completa introducidos en sentido anteroposterior porque reduce la necesidad de realizar una disección posterior en el *capitellum* y, por tanto, no reduce el aporte sanguíneo. El uso aislado de tornillos como método de osteosíntesis en estas fracturas estaría indicado en las de tipo 1A, 2A y 3A porque la conminución posterior no permitiría conseguir una fijación estable^(1,7,28-30).

Placas bloqueadas

Las placas posterolaterales se deben utilizar para aquellas fracturas de tipo 1B, 2B, 3B y 4, es decir, aquellas fracturas que presenten conminución posterior, para originar una cortical posterior sobre la que poner los tornillos que sintetizan la fractura en sentido posteroanterior. Además,

las placas laterales tienen también su papel cuando existe asociada una fractura del epicóndilo, permitiendo su fijación y la fijación suplementaria de la tróclea.

Injerto óseo

Las fracturas coronales del húmero distal se asocian a zonas de hundimiento articular y de conminución. La utilización de injerto óseo en las áreas de defecto que suelen originarse al reducir la fractura nos permite dar mayor soporte a la fijación y al aporte biológico. Dicho injerto puede ser alogénico o autólogo de cresta ilíaca, del radio distal o del olécranon cercano a la fractura.

Hemiartroplastia/Artroplastia total de codo

Representan una opción de tratamiento para aquellas fracturas de tipo 3B y 4 en pacientes de edad avanzada⁽³⁴⁻³⁹⁾, que suelen tener mayor conminución y peor calidad ósea, condicionando una osteosíntesis con una alta tasa de complicaciones como la rigidez, el fracaso de la osteosíntesis o la necrosis avascular^(2,40).

Complicaciones

Las complicaciones más frecuentes vienen derivadas del hecho de ser una fractura articular y son la rigidez y la artrosis secundaria, siendo esta última poco sintomática. El resto de las complicaciones, que incluyen el dolor, la pérdida de la reducción, la inestabilidad, la infección, la neuropatía cubital, la pseudoartrosis, la necrosis avascular, las osificaciones heterotópicas y las derivadas del material de osteosíntesis, son poco frecuentes^(7,12).

A pesar de que la vascularización del húmero distal es muy precaria y eso podría condicionar la aparición de necrosis avascular, la realidad es que esta complicación es poco frecuente. La pseudoartrosis, sin embargo, aparece hasta en el 40% de las fracturas de tipo 3B condicionada precisamente por la vascularización y por una fijación no estable^(7,12).

La osificación heterotópica es poco frecuente y suele ser poco sintomática, por lo que no se justifica la utilización de tratamiento profiláctico de ningún tipo.

La artroplastia total de codo es una opción para el tratamiento de la pseudoartrosis, así como para la artrosis postraumática muy sintomática, la osteonecrosis articular y la inestabilidad del codo⁽³⁾.

La tasa de reintervenciones está entre el 35 y el 45%, siendo más frecuente cuanto mayor sea la conminución y la complejidad de la fractura. Suelen ser artrólisis, extracción del material de osteosíntesis, conversión en artroplastia y descompresión del nervio cubital^(2,3).

Conclusiones

No es adecuado utilizar ni un solo abordaje ni un solo tipo de osteosíntesis para este tipo de fracturas. Los mejores resultados se han obtenido utilizando el algoritmo de tratamiento de la clasificación de Duberley modificada⁽¹¹⁾. Por lo tanto, en las fracturas de tipo 1 y 2A con un abordaje lateral limitado sería suficiente, mientras que en las fracturas de tipo 2B y 3 un abordaje lateral ampliado o con osteotomía del olécranon nos permitirá una adecuada visualización y síntesis de la fractura. Comparando estos dos últimos abordajes, las series publicadas se inclinan más hacia la utilización del lateral ampliado, porque el Mayo Elbow Performance Score (MEPS) es mayor, hay menor neuropatía cubital y menor número de reintervenciones por la osteosíntesis de la osteotomía del olécranon⁽⁴¹⁾. En cuanto al abordaje en las fracturas de tipo 4 y algunas de tipo 3B, sobre todo en pacientes de edad avanzada, la utilización del paratricipital nos permite la implantación de una hemiartróplasia/prótesis total en caso de ser necesario.

En lo que respecta a la osteosíntesis, en aquellas fracturas de tipo A es suficiente con la utilización de tornillos sin cabeza en sentido anteroposterior, mientras que las de tipo B precisan de placas bloqueadas para su fijación, asociándose las fracturas con conminución posterior a un menor rango de movimiento y a una mayor tasa de complicaciones y de reintervenciones que las fracturas de tipo A (Tabla 1).





Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que han seguido los protocolos de su centro de trabajo sobre la publicación de datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Tabla 1. Algoritmo de tratamiento

Tipo	Subtipo	Abordaje	Fijación
Tipo 1 	Subtipo A (sin conminución posterior)	Lateral	Tornillos independientes
	Subtipo B (conminución posterior)	Lateral	Placa posterolateral ± injerto óseo
Tipo 2 	Subtipo A (sin conminución posterior)	Lateral	Tornillos independientes
	Subtipo B (conminución posterior)	Lateral ampliada	Placa posterolateral ± injerto óseo
Tipo 3 	Subtipo A (sin conminución posterior)	Lateral ampliada, osteotomía del olécranon, paratricipital, combinada medial y lateral	Tornillos independientes
	Subtipo B (conminución posterior)	Lateral ampliada, osteotomía del olécranon, paratricipital, combinada medial y lateral	Combinación de todas las técnicas Considerar artroscopia
Tipo 4 	Subtipo A (sin conminución posterior)	Paratricipital (puede ser necesaria la artroplastia)	Combinación de todas las técnicas Considerar artroscopia
	Subtipo B (conminución posterior)	Paratricipital (puede ser necesaria la artroplastia)	Combinación de todas las técnicas Considerar artroscopia

Financiación. Los autores declaran que este trabajo no ha sido financiado.

Conflicto de interés. Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

- Lopez Y, Rodríguez-González A, García-Fernández C, Marco F. Open reduction and internal fixation of coronal fractures of the capitellum in patients older than 65 years. *J Shoulder Elbow Surg.* 2016;25(3):369-75.
- Dubberley JH, Faber KJ, Macdermid JC, Patterson SD, King GJ. Outcome after open reduction and internal fixation of capitellar and trochlear fractures. *J Bone Joint Surg Am.* 2006;88(1):46-54.
- Ring D, Jupiter JB, Gulotta L. Articular fractures of the distal part of the humerus. *J Bone Joint Surg Am.* 2003;85-A:232-8.
- McKee MD, Jupiter JB, Bamberger HB. Coronal shear fractures of the distal end of the humerus. *J Bone Joint Surg Am.* 1996;78:49-54.
- Collert S. Surgical management of fracture of the captulum humeri. *Acta Orthop Scand.* 1977;48:603-6.

6. Dushuttle RP, Coyle MP, Zawadsky JP, Bloom H. Fractures of the capitellum. *J Trauma*. 1985;25(4):317-21.
7. Ruchelsman DE, Tejwani NC, Kwon YW, Egol KA. Open reduction and internal fixation of capitellar fractures with headless screws. Surgical technique. *J Bone Joint Surg Am*. 2009;91 Suppl 2 Pt 1:38-49.
8. Grantham SA, Norris TR, Bush DC. Isolated fracture of the humeral capitellum. *Clin Orthop*. 1981;161:262-9.
9. Guitton TG, Doornberg JN, Raaymakers EL, Ring D, Kloen P. Fractures of the capitellum and trochlea. *J Bone Joint Surg Am*. 2009;91(2):390-7.
10. Morrey BF (ed.). *The elbow and its disorders*. 2nd ed. Philadelphia: Saunders; 1993. pp. 328-66.
11. Watson JJ, Bellringer S, Phadnis J. Coronal shear fractures of the distal humerus: Current concepts and surgical techniques. *Shoulder Elbow*. 2020;12(2):124-35.
12. Lee JJ, Lawton JN. Coronal shear fractures of the distal humerus. *J Hand Surg Am*. 2012;37(11):2412-7.
13. Álvarez E, Patel MR, Nimberg G, Pearlman HS. Fracture of the capitulum humeri. *J Bone Joint Surg Am*. 1975;57(8):1093.
14. Puloski S, Kemp K, Sheps D, Hildebrand K, Donaghy J. Closed reduction and early mobilization in fractures of the humeral capitellum. *J Orthop Trauma*. 2012;26(1):62-5.
15. Trinh TQ, Harris JD, Kolovich GP, Griesser MJ, Schickendantz MS, Jones GL. Operative management of capitellar fractures: a systematic review. *J Shoulder Elbow Surg*. 2012;21(11):1613-22.
16. Cutbush K, Andrews S, Siddiqui N, Brown LM, Ross M. Capitellar fractures—is open reduction and internal fixation necessary? *J Orthop Trauma*. 2015;29(1):50-3.
17. Bellato E, Giai Via R, Bachman D, Zorzolo I, Marmotti A, Castoldi F. Coronal shear fractures of the distal humerus. *J Funct Morphol Kinesiol*. 2022;7(1):7.
18. Ochner RS, Bloom H, Palumbo RC, Coyle MP. Closed reduction of coronal fractures of the capitellum. *J Trauma*. 1996;40(2):199-203.
19. Desloges W, Faber KJ, King GJW, Athwal GS. Functional outcomes of distal humeral fractures managed nonoperatively in medically unwell and lower-demand elderly patients. *J Shoulder Elbow Surg*. 2015;24(8):1187-96.
20. Hotchkiss RN, Kasparyan GN, George N. The medial “Over the Top” approach to the elbow. *Tech Orthop*. 2000;15:105-12.
21. Estell LW, Summey TJ. Fracture of the capitellum of the humerus. *Ann Surg*. 1934;99:497-509.
22. Grantham SA, Norris TR, Bush DC. Isolated fracture of the humeral capitellum. *Clin Orthop Relat Res*. 1981;161:262-9.
23. Garner MR, Schottel PC, Hotchkiss RN, Daluiski A, Lorich DG. Capitellum Fracture Fragment Excision: a Case Series. *HSS J*. 2015;11(3):204-8.
24. Fowles MB, Kassab MT. Fracture capitulum humeri treatment by excision. *J Bone Joint Surg*. 1974;56-A:794-8.
25. Sabo MT, Fay K, McDonald CP, Ferreira LM, Johnson JA, King GJ. Effect of coronal shear fractures of the distal humerus on elbow kinematics and stability. *J Shoulder Elbow Surg*. 2010;19(5):670-80.
26. Singh AP, Singh AP, Vaishya R, Jain A, Gulati D. Fractures of capitellum: a review of 14 cases treated by open reduction and internal fixation with Herbert screws. *Int Orthop*. 2010;34(6):897-901.
27. Sano S, Rokkaku T, Saito S, Tokunaga S, Abe Y, Moriya H. Herbert screw fixation of capitellar fractures. *J Shoulder Elbow Surg*. 2005;14(3):307-11.
28. Mahirogullari M, Kiral A, Solakoglu C, Pehlivan O, Akmaz I, Rodop O. Treatment of fractures of the humeral capitellum using herbert screws. *J Hand Surg Br*. 2006;31(3):320-5.
29. Liberman N, Katz T, Howard CB, Nyska M. Fixation of capitellar fractures with the Herbert screw. *Arch Orthop Trauma Surg*. 1991;110(3):155-7.
30. Mighell M, Virani NA, Shannon R, Echols EL Jr, Badman BL, Keating CJ. Large coronal shear fractures of the capitellum and trochlea treated with headless compression screws. *J Shoulder Elbow Surg*. 2010;19(1):38-45.
31. Vaishya R, Vijay V, Jha GK, Agarwal AK. Open reduction and internal fixation of capitellar fracture through anterolateral approach with headless double-threaded compression screws: a series of 16 patients. *J Shoulder Elbow Surg*. 2016;25(7):1182-8.
32. Elkowitz SJ, Polatsch DB, Egol KA, Kummer FJ, Koval KJ. Capitellum fractures: a biomechanical evaluation of three fixation methods. *J Orthop Trauma*. 2002;16(7):503-6.
33. Elkowitz SJ, Kubiak EN, Polatsch D, Cooper J, Kummer FJ, Koval KJ. Comparison of two headless screw designs for fixation of capitellum fractures. *Bull Hosp Jt Dis*. 2003;61(3-4):123-6.
34. Ray PS, Kakarlapudi K, Rajsekhar C, Bhamra MS. Total elbow arthroplasty as primary treatment for distal humeral fractures in elderly patients. *Injury*. 2000;31(9):687-92.
35. Gambirasio R, Riand N, Stern R, Hoffmeyer P. Total elbow replacement for complex fractures of the distal humerus. An option for the elderly patient. *J Bone Joint Surg Br*. 2001;83(7):974-8.
36. Garcia JA, Mykula R, Stanley D. Complex fractures of the distal humerus in the elderly. The role of total elbow replacement as primary treatment. *J Bone Joint Surg Br*. 2002;84:812-6.
37. Kamineni S, Morrey BF. Distal humeral fractures treated with noncustom total elbow replacement. *J Bone Joint Surg Am*. 2004;86-A:940-7.
38. Frankle MA, Herscovici D Jr, DiPasquale TG, Vasey MB, Sanders RW. A comparison of open reduction and internal fixation and primary total elbow arthroplasty in the treatment of intraarticular distal humerus fractures in women older than age 65. *J Orthop Trauma*. 2003;17(7):473-80.
39. DeSimone LJ, Sánchez-Sotelo J. Total elbow arthroplasty for distal humerus fractures. *Orthop Clin North Am*. 2013;44:381-7.
40. Brouwer KM, Jupiter JB, Ring D. Nonunion of operatively treated capitellum and trochlear fractures. *J Hand Surg Am*. 2011;36:804-7.
41. Stavrakakis IM, Sylignakis P, Magarakis GE, Ntontis Z, Chaniotakis C, Alvanos A. Capitellum and trochlea fractures. A systematic review of the literature. *J Clin Orthop Trauma*. 2022;31:101922.