

Estudio de concordancia de radiografía-tomografía computarizada de las fracturas de radio distal

Radiography-computed tomography concordance study of distal radius fractures

Ana Xiomara Cortés Neira^{1*} <https://orcid.org/0000-0003-1876-9267>

Enrique Vergara Amador¹ <https://orcid.org/0000-0002-5832-8338>

Jhon Fredy Castañeda López¹ <https://orcid.org/0000-0002-7115-8628>

¹Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Medicina, Unidad de Ortopedia. Bogotá, Colombia.

*Autor para la correspondencia: axcortesn@unal.edu.co

RESUMEN

Introducción: La fractura de radio distal resulta común en la extremidad superior y representa un reto terapéutico.

Objetivo: Determinar la concordancia entre radiografía simple y tomografía computarizada con respecto a las clasificaciones AO Foundation y de Fernández, y la elección del tratamiento.

Métodos: Se realizó un estudio de concordancia diagnóstica entre radiografía simple y tomografía computarizada. Ortopedistas y cirujanos de mano analizaron 19 imágenes de fracturas de radio distal de acuerdo con las clasificaciones AO Foundation y de Fernández, y las distintas opciones de tratamiento. Para el grado de concordancia se usó el coeficiente Kappa de Fleiss. La prueba de t-Student y Chi cuadrado diferenciaron los grupos para variables cuantitativas y cualitativas, respectivamente. Hubo una significancia estadística de $p = 0,05$.

Resultados: La clasificación de Fernández coincidió mejor que la clasificación AO Foundation entre radiografía y tomografía computarizada. En la elección del tratamiento y la técnica de osteosíntesis la concordancia fue mayor al 90 %, mientras que el abordaje quirúrgico solo alcanzó el 50 %. La clasificación

AO Foundation radiográfica se correspondió con fracturas complejas, mientras la de Fernández con las menos complicadas. Las fracturas se subestimaron cuando se clasificaron con radiografía.

Conclusiones: La relación de las clasificaciones entre radiografía y tomografía computarizada para fracturas de radio distal no resulta satisfactoria. La tomografía computarizada ofrece información que modifica las decisiones en el tratamiento.

Palabras clave: fracturas del radio; tomografía computarizada por rayos X; radiografía; osteosíntesis de fracturas; reproducibilidad de los resultados.

ABSTRACT

Introduction: Distal radius fracture is common in the upper extremity and represents a therapeutic challenge.

Objective: To determine the agreement between simple radiography and computed tomography with respect to AO Foundation and Fernández classifications, and the choice of treatment.

Methods: A diagnostic agreement study was carried out between simple radiography and computed tomography. Orthopedists and hand surgeons analyzed 19 images of distal radius fractures according to AO Foundation and Fernández classifications, and the different treatment options. Fleiss Kappa coefficient was used for the degree of agreement. The Student's t-test and chi-square differentiated the groups for quantitative and qualitative variables, respectively. There was a statistical significance of $p = 0.05$.

Results: Fernández classification coincided better than AO Foundation between radiography and computed tomography. In the choice of treatment and osteosynthesis technique, agreement was greater than 90%, while the surgical approach only reached 50%. The radiographic AO Foundation classification corresponded to complex fractures while Fernández classification corresponded to less complicated ones. Fractures were underestimated when classified with radiography.

Conclusions: The relationship of classifications between radiography and computed tomography for distal radius fractures is not satisfactory. Computed tomography provides information that modifies treatment decisions.

Keywords: radius fractures; X-ray computed tomography; bone scan; osteosynthesis of fractures; reproducibility of the results.

Recibido: 05/11/2022

Aceptado: 02/01/2023

Introducción

La fractura de radio distal resulta común en la extremidad superior y constituye la sexta parte de los traumas en un servicio de urgencias. Aunque impacta significativamente en la actividad física y laboral de los adultos jóvenes, incide más en la población pediátrica (25 %) y los ancianos (18 %). Estas fracturas representan un reto terapéutico debido a su variedad de patrones, la complejidad del compromiso intraarticular, y las lesiones óseas y de tejidos blandos asociadas.^(1,2,3)

Existe un gran número de clasificaciones de fracturas de radio distal: la mayoría se basa en radiografías simples y no proporcionan información relevante para orientar la conducta terapéutica y elegir la técnica quirúrgica;⁽³⁾ asimismo, según lo reportado en la literatura, presentan una amplia variabilidad intra- e interobservador. La clasificación de la AO Foundation y la de Fernández son las más usadas.⁽¹⁾ La primera resulta más detallada y organiza las fracturas de menor a mayor severidad según la complejidad y los retos del tratamiento; sin embargo, su reproducibilidad constituye un problema.^(1,2) La clasificación de Fernández se basa en el mecanismo de lesión y también aporta información sobre el pronóstico; su reproducibilidad demuestra una concordancia intra- e interobservador de regular a moderada.⁽²⁾

Gran parte de la información requerida para el tratamiento se obtiene de la radiografía simple. Sin embargo, la tomografía computarizada (TC), la reconstrucción y la impresión 3D constituyen útiles herramientas de diagnóstico. La TC, especialmente en las fracturas intraarticulares, muestra las estructuras comprometidas: por ejemplo, ligamentos lesionados, fragmentos óseos y unidades osteoligamentarias luxadas. Esta información se ha incluido en las clasificaciones modernas.⁽³⁾

Pocos estudios han propuesto una clasificación de fracturas de radio distal basado en la TC; sin embargo, se ha encontrado una menor variabilidad interobservador con el uso de TC *versus* radiografía simple. Otras investigaciones modifican o combinan clasificaciones existentes a partir de la información de la TC para comprender mejor la biomecánica de las lesiones, y la mayoría destaca la importancia de esta herramienta imagenológica en la elección de la técnica quirúrgica.^(3,4,5,6,7)

El presente estudio tuvo como objetivo determinar la concordancia entre radiografía simple y tomografía computarizada con respecto a las clasificaciones AO y de Fernández, y la elección del tratamiento.

Métodos

Se realizó un estudio de concordancia diagnóstica. Se aplicó un cuestionario digital a 12 evaluadores independientes, distribuidos en dos grupos. El grupo 1 se conformó por seis ortopedistas y traumatólogos, y el 2 por seis cirujanos de mano y miembro superior. Los participantes trabajaban en distintas instituciones del país y contaban con suficiente experiencia profesional dentro de sus especialidades.

Se emplearon 19 radiografías de muñeca con fracturas de radio distal. Se utilizaron los términos “fractura de la epífisis inferior del radio” y “fractura de la epífisis inferior del cúbito y del radio”. Se eligieron aleatoriamente y debían cumplir con los siguientes criterios: pacientes mayores de 18 años atendidos en la institución entre 2016 y 2021, con radiografías e imágenes de TC de muñeca en formato digital, y proyecciones completas y adecuadas (anteroposterior y lateral para radiografía, y coronal, sagital y axial para TC).

Los evaluadores seleccionaron el tipo de fractura según los sistemas de clasificación de Fernández y de la AO Foundation, así como el método de tratamiento entre las opciones disponibles. Se les proporcionó una descripción escrita e ilustrada de cada clasificación con el fin de facilitar el proceso de evaluación y aumentar la exactitud de los resultados.

Pasadas cuatro semanas se aplicó un nuevo cuestionario con imágenes de TC de las mismas fracturas. Las preguntas y opciones de respuesta eran idénticas a las anteriores, pero en un orden diferente para que no se asociara la imagen en TC con la radiografía previamente evaluada. Antes de enviar los primeros cuestionarios, dos cirujanos de mano se reunieron para analizar simultáneamente las imágenes de radiografía y TC, unificar criterios y estandarizar el diagnóstico en las dos clasificaciones, lo cual se denominó “patrón de clasificación inicial”. La elección del tratamiento ideal se comparó con las respuestas de los evaluadores.

Se hizo un análisis de datos de tipo univariado; las variables cuantitativas se expresaron en medidas de tendencia central y las variables cualitativas, en tablas de frecuencias y porcentajes; y los datos se presentaron en tablas comparativas y gráficos. Para diferenciar los grupos se utilizó el *test* t-Student en las variables cuantitativas y la prueba de Chi cuadrado en las cualitativas.

La concordancia entre las respuestas de los evaluadores y las correctas se determinó con el coeficiente Kappa de Fleiss; además, se midieron para los sistemas de clasificación de Fernández y AO, el método de tratamiento, el abordaje quirúrgico y la técnica de osteosíntesis. Se examinó por separado el grupo de ortopedistas y el de cirujanos de mano. Se calcularon dos valores: uno con radiografías simples y otro con TC. Se determinó la significancia estadística con un valor de $p = 0,05$.

Esta investigación no representó un riesgo para los humanos. Los datos personales de los pacientes no se revelaron ni las historias clínicas se conocieron por terceros. El estudio se aprobó por el comité de ética institucional.

Resultados

La concordancia de las dos clasificaciones con respecto al patrón inicial resultó aceptable con la radiografía simple y la TC. Esta correspondencia mejoró notablemente, y se reflejó en el aumento del valor Kappa entre los cirujanos de mano cuando analizaron las imágenes de TC y en los ortopedistas con la radiografía. Independientemente de la modalidad imagenológica, las fracturas más complejas coincidieron mejor con el patrón inicial cuando se clasificaron con el sistema AO; en cambio, en la clasificación de Fernández las menos complejas tuvieron concordancias aceptables, según los valores Kappa. Al discriminar por grupos se observó el mismo patrón, a excepción de los ortopedistas, pues para ellos las fracturas más complejas de la clasificación de Fernández se ajustaron mejor en la radiografía que en la TC (tabla 1).

Tabla 1 - Concordancia con el patrón de clasificación inicial de los sistemas de clasificación AO y Fernández

Especialidad	Clasificación	Técnica	Valor Kappa global	Subclasificación con mejor concordancia	Valor kappa
Todos	AO	RX	0,21	2R3C3	0,39
Todos	Fernández	RX	0,25	I	0,40
Todos	AO	TAC	0,25	2R3B3	0,46
Todos	Fernández	TAC	0,22	II	0,44
Ortopedista	AO	RX	0,19	2R3C3	0,51
Ortopedista	Fernández	RX	0,31	V	0,46
Ortopedista	AO	TAC	0,15	2R3B3	0,29
Ortopedista	Fernández	TAC	0,09	II	0,22

Cirujano de mano	AO	RX	0,18	2R3C3	0,36
Cirujano de mano	Fernández	RX	0,24	I	0,41
Cirujano de mano	AO	TAC	0,31	2R3B3	0,68
Cirujano de mano	Fernández	TAC	0,39	II	0,74

La relación entre el método de tratamiento elegido (ortopédico o quirúrgico) y el tratamiento ideal fue mayor con imágenes de TC que con radiografías, pero sin diferencias relevantes. La clasificación de Fernández se correspondió mejor que la clasificación AO con las dos modalidades imagenológicas, según la prueba Chi cuadrado ($p < 0,05$). Sin embargo, las concordancias no alcanzaron el 50 % para ninguna de las clasificaciones; tampoco hubo contrastes significativos entre ortopedistas y cirujanos de mano (tabla 2).

Tabla 2 - Concordancia de la clasificación AO y de Fernández entre radiografía simple y TC

Especialidad	Clasificación AO			Clasificación de Fernández	
	respuestas	concuerdan	% coincidencia	concuerdan	% coincidencia
Ortopedistas	114	40	35,1	46	40,4
Cirujanos de Mano	114	39	34,2	54	47,4
Valor de p			> 0,05		> 0,05

En cuanto al método de tratamiento (ortopédico *versus* quirúrgico), la concordancia superó el 90 % a nivel global y en cada grupo de evaluadores (fig. 1). Esta variable tuvo un comportamiento similar entre ortopedistas y cirujanos de mano. Los resultados en relación con los subtipos de manejo ortopédico o quirúrgico fueron semejantes.

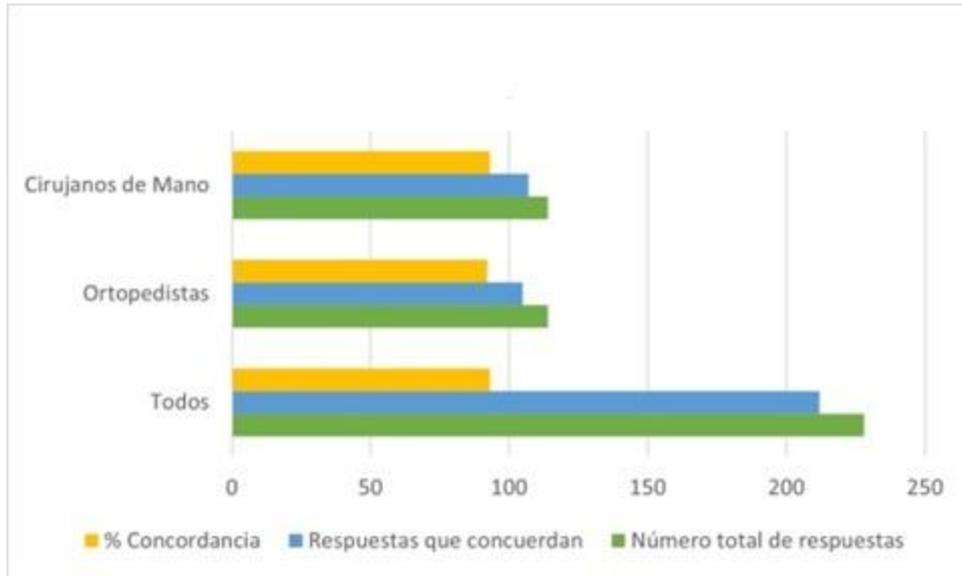


Fig. 1 - Concordancia del método de tratamiento entre radiografía simple y TC.

La congruencia entre radiografía simple y TC con respecto al abordaje quirúrgico alcanzó solo un 50 % en promedio general y en cada grupo evaluador (fig. 2), sin discrepancias relevantes entre ortopedistas y cirujanos de mano. Asimismo, existió una adecuada correspondencia al elegir la técnica de osteosíntesis a partir de la radiografía simple y las imágenes de TC. Los dos grupos evaluadores coincidieron al respecto.

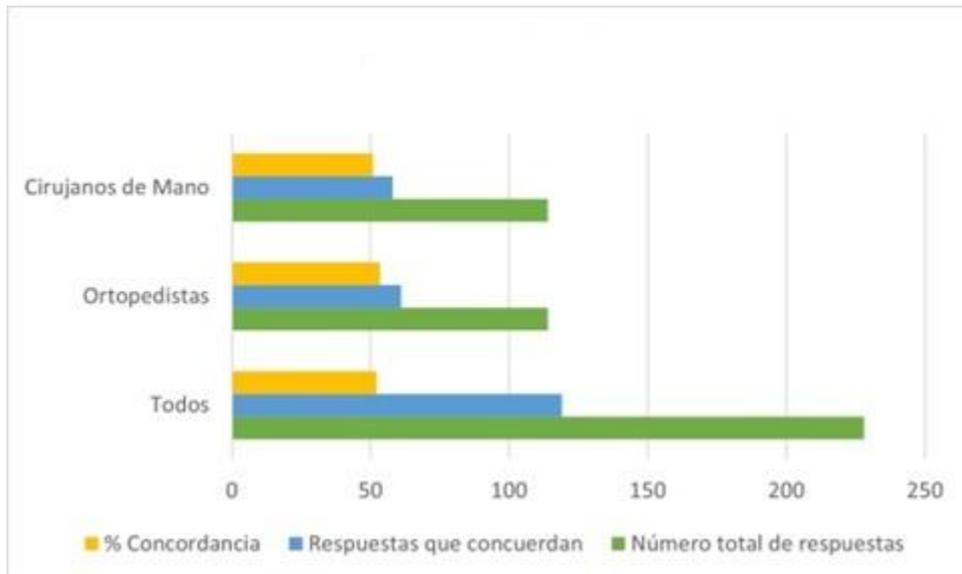


Fig. 2 - Concordancia del abordaje quirúrgico entre radiografía simple y TC.

Discusión

Las clasificaciones de fracturas de radio distal, utilizadas en la práctica diaria, se crearon sobre la base de la radiografía convencional; así como los criterios para la toma de decisiones en el tratamiento de estos traumas.^(9,10,11) Sin embargo, varios estudios han reportado una amplia variabilidad intra- e interobservador en los sistemas de clasificación con el uso de TC.^(2,3,7) Cole y otros⁽⁶⁾ demostraron que la TC facilita la clasificación y la conducta terapéutica, y, en los casos más complejos, ayuda a caracterizar el compromiso articular y el desplazamiento de los fragmentos.

Diversos autores refieren que la radiografía convencional falla en la detección de desplazamientos mayores de 2 mm en el 24 % de los casos, mientras que los sobreestiman en el 6 %.^(6,7) Estos hallazgos resultan fundamentales para comprender el alcance de la TC en el diagnóstico y la toma de decisiones terapéuticas.^(12,13,14,15) Varias publicaciones destacan su importancia en la evaluación de traumas intraarticulares y proponen nuevos sistemas de clasificación basados en este procedimiento; igualmente, se modifican y combinan clasificaciones existentes a partir de la información de la TC.^(16,17,18,19)

En el presente estudio la evaluación de imágenes de TC mostró una correspondencia entre la clasificación AO y el patrón inicial. En cambio, la clasificación de Fernández disminuyó a nivel global con la evaluación de imágenes de TC. Los hallazgos también sugieren que los cirujanos de mano diagnostican más fácil a partir de la TC y los ortopedistas emplean más las radiografías. No obstante, este aspecto resulta controversial. Arealis y otros⁽²⁰⁾ reportaron una concordancia interobservador regular con el uso de radiografías que no mejoró con la evaluación de TC para ninguno de los grupos. Otros autores documentaron una analogía entre estas clasificaciones que aumentó con el uso de TC.⁽²¹⁾

La clasificación de Fernández presentó mayor coincidencia que la clasificación AO entre evaluaciones de radiografía simple y TC, pero sin diferencias entre el grupo de ortopedistas y el de cirujanos de mano. Las proporciones no superaron el 50 % en ninguna de las clasificaciones. Los ortopedistas concuerdan más con la clasificación AO y los cirujanos de mano con la de Fernández. Esto refuerza la existencia de una amplia variabilidad intra- e interobservador en los sistemas de clasificación de las fracturas de radio distal dentro de una misma modalidad imagenológica, y entre la radiografía simple y la TC.^(2,3,7,11)

En la clasificación AO y en la de Fernández, los casos evaluados de leves a partir de radiografías se incluyeron dentro de tipos y subtipos de mayor gravedad con la TC, lo cual sugiere que los traumas se subestiman cuando se

clasifican únicamente con radiografías. Diferentes autores mencionan que la TC influye en la clasificación, con mayor frecuencia de cambio hacia patrones de fractura complicados, tanto en el sistema de clasificación AO como en el de Fernández.^(21,22)

Las fracturas complejas en ambas clasificaciones presentaron mayor concordancia entre los ortopedistas que en los cirujanos de mano. La minuciosidad de los cirujanos de mano para analizar imágenes de fracturas, en busca de detalles o enfocados en hallazgos específicos, podría modificar la decisión en el momento de catalogarlas. Sin embargo, la concordancia de la clasificación AO y de Fernández con la TC mejoró en el grupo de cirujanos de mano y aventajó a los ortopedistas.

La TC y la radiografía coincidieron en la elección del tratamiento; mientras que el abordaje quirúrgico tuvo una concordancia moderada porque los evaluadores cambiaron su decisión después de observar las imágenes de TC. Azi y otros⁽¹⁹⁾ concluyeron que la información de la radiografía simple y la TC difiere lo suficiente para variar el tratamiento de una misma fractura.

La concordancia de las clasificaciones AO y Fernández entre radiografía simple y TC para fracturas de radio distal no resultó satisfactoria por superar el 50 %. La información de la TC influye en la elección del método de tratamiento (ortopédico o cirugía) y el abordaje quirúrgico; además, se considera de gran utilidad para la determinación correcta de las fracturas de radio distal y el planeamiento prequirúrgico cuando lo observado en radiografías es equívoco.

Referencias bibliográficas

1. Kastelec M. Distal radius and wrist. En: Buckley R, editor. AO principles of fracture management. 3 ed. New York: Thieme; 2017. p. 673-97.
2. Wadsten M. Distal radius fractures: aspects on radiological and clinical outcome and evaluation of a new classification system [Thesis doctoral degree]. Suecia: Umea University; 2016.
3. Hintringer W, Rosenauer R, Pezzeri C, Quadlbauer S, Jurkowitsch J, Keuchel T, *et al.* Biomechanical considerations on a CT-based treatment-oriented classification in radius fractures. Arch Orthop Trauma Surg. 2020;140(5):595-609. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00402-020-03405-7>
4. Weil NL, El Moumni M, Rubinstein SM, Krijnen P, Termaat MF, Schipper IB. Routine follow-up radiographs for distal radius fractures are seldom clinically

- substantiated. Arch Orthop Trauma Surg. 2017;137(9):1187-91. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00402-017-2743-6>
5. Hozack BA, Tosti RJ. Fragment-specific fixation in distal radius fractures. Curr Rev Musculoskelet Med. 2019;12(2):190-7. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12178-019-09538-6>
6. Cole RJ, Bindra RR, Evanoff BA, Gilula LA, Yamaguchi K, Gelberman RH. Radiographic evaluation of osseous displacement following intra-articular fractures of the distal radius: reliability of plain radiography versus computed tomography. J Hand Surg Am. 1997;22(5):792-800. DOI: [https://doi.org/10.1016/s0363-5023\(97\)80071-8](https://doi.org/10.1016/s0363-5023(97)80071-8)
7. Brink PR, Rikli DA. Four-corner concept: CT-based assessment of fracture patterns in distal radius. J Wrist Surg. 2016;5(2):147-51. DOI: <https://doi.org/10.1055/s-0035-1570462>
8. Das Graças V, Da Costa AC, Rodrigues L, Figueira D, Chakkour I, Checchia SL. Proposal tomographic classification for intra-articular distal radius fractures. Acta Ortop Bras. 2018;26(1):54-8. DOI: <https://doi.org/10.1590/1413-785220182601179613>
9. Miziara PR, Pereira MV, Cortese F, Medeiros RS, Leomil EJ, Mattar R, *et al.* Classifying radius fractures with X-Ray and tomography imaging. Acta Ortop Bras. 2008;17(2):9-13. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-78522009000200001>
10. Wei J, Yang TB, Luo W, Qin JB, Kong FJ. Complications following dorsal versus volar plate fixation of distal radius fracture: a meta-analysis. J Int Med Res. 2013;41(2):265-75. DOI: <https://doi.org/10.1177/0300060513476438>
11. Leixnering M, Rosenauer R, Pezzeri C, Jurkowitsch J, Beer T, Keuchel T, *et al.* Indications, surgical approach, reduction, and stabilization techniques of distal radius fractures. Arch Orthop Trauma Surg. 2020;140(5):611-21. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00402-020-03365-y>
12. Schnetzke M, Fuchs J, Vetter SY, Swartman B, Keil H, Grützner PA, *et al.* Intraoperative three-dimensional imaging in the treatment of distal radius fractures. Arch Orthop Trauma Surg. 2018;138(4):487-93. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00402-018-2867-3>
13. Bain GI, Alexander JJ, Eng K, Durrant A, Zumstein MA. Ligament origins are preserved in distal radial intraarticular two-part fractures: a computed tomography-based study. J Wrist Surg. 2013;2(3):255-62. DOI: <https://doi.org/10.1055/s-0033-1355440>
14. Dario P, Matteo G, Carolina C, Marco G, Cristina D, Daniele F, *et al.* Is it really necessary to restore radial anatomic parameters after distal radius

- fractures? Injury. 2014;45suppl6:s21-6. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.injury.2014.10.018>
15. Abe Y, Fujii K. Arthroscopic-assisted reduction of intra-articular distal radius fracture. Hand Clin. 2017;33(4):659-68. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.hcl.2017.07.011>
16. Herzberg G. Intra-articular fracture of the distal radius: arthroscopic-assisted reduction. J Hand Surg Am. 2010;35(9):1517-9. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2010.06.009>
17. Ardouin L, Durand A, Gay A, Leroy M. Why do we use arthroscopy for distal radius fractures? Eur J Orthop Surg Traumatol. 2018;28(8):1505-14. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00590-018-2263-2>
18. Kastenberger T, Kaiser P, Schmidle G, Schwendinger P, Gabl M, Arora R. Arthroscopic assisted treatment of distal radius fractures and concomitant injuries. Arch Orthop Trauma Surg. 2020;140(5):623-38. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00402-020-03373-y>
19. Azi ML, Teixeira MB, de Carvalho SF, de Almeida AA, Cotias RB. Computed tomography vs standard radiograph in preoperative planning of distal radius fractures with articular involvement. Strategies Trauma Limb Reconstr. 2019;14(1):15-9. DOI: <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10080-1420>
20. Arealis G, Galanopoulos I, Nikolaou VS, Lacon A, Ashwood N, Kitsis C. Does the CT improve inter- and intra-observer agreement for the AO, Fernandez and Universal classification systems for distal radius fractures? Injury. 2014;45(10):1579-84. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.injury.2014.06.017>
21. Kleinlugtenbelt YV, Groen SR, Ham SJ, Kloen P, Haverlag R, Simons MP, et al. Classification systems for distal radius fractures. Acta Orthop. 2017;88(6):681-7. DOI: <https://doi.org/10.1080/17453674.2017.1338066>
22. Das Graças V, Da Costa AC, Figueira D, Depiere L, Checchia SL, Chakkour I. Computed tomography's influence on the classifications and treatment of the distal radius fractures. Hand (N Y). 2015;10(4):663-9. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11552-015-9773-8>

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

Contribución de los autores

Conceptualización: Enrique Vergara Amador, Ana Xiomara Cortés Neira y Jhon Fredy Castañeda López.

Curación de contenidos y datos: Enrique Vergara Amador, Ana Xiomara Cortés Neira y Jhon Fredy Castañeda López.

Análisis formal de los datos: Enrique Vergara Amador, Ana Xiomara Cortés Neira y Jhon Fredy Castañeda López.

Redacción-borrador original: Enrique Vergara Amador, Ana Xiomara Cortés Neira y Jhon Fredy Castañeda López.