

Fracturas de radio distal: Estudio de concordancia en la evaluación de imágenes y selección de tratamiento comparando radiografía vs tomografía

Autor:

Nazly Tatiana Carrillo MD

Tutor:

Luis Alejandro García MD

Coautores:

Bárbara Gómez M.D.
Constanza Lucía Moreno M.D.
Jorge Ignacio Quintero M.D.
Carlos Alberto Sánchez M.D.
Santiago Calvo M.D.

Evaluador:

Francisco Javier Aguilar MD

**Trabajo de grado presentado como requisito para obtener el título de
Especialista en Cirugía de Mano**

Pontificia Universidad Javeriana

Facultad de Medicina

Bogotá Colombia

09 diciembre 2022

Autor:

Nazly Tatiana Carrillo M.D.

Estudiante de Especialización en Cirugía de Mano

Ortopedia y Traumatología

n.carrillo@javeriana.edu.co

Tutor:

Luis Alejandro García M.D.

Ortopedia y Traumatología – Especialista en Cirugía de Mano

Epidemiología clínica

lagarcia@javeriana.edu.co

Coautores:

Bárbara Gómez M.D.

Ortopedia y Traumatología – Especialista en Cirugía de Mano

barbara.gomez@javeriana.edu.co

Constanza Lucía Moreno M.D.

Ortopedia y Traumatología - Especialista en Cirugía de Mano

clmorenos@gmail.com

Jorge Ignacio Quintero M.D.

Ortopedia y Traumatología - Especialista en Cirugía de Mano

jorgekin82@hotmail.com

Carlos Alberto Sánchez M.D.

Ortopedia y Traumatología

csanchezc@javeriana.edu.co

Santiago Calvo M.D.

Estudiante de Especialización Ortopedia y Traumatología

d.calvo@javeriana.edu.co

Asesor metodológico

Martin Alonso Rondón PhD

Departamento de Epidemiología Clínica y Bioestadística

Pontificia Universidad Javeriana - Hospital Universitario San Ignacio

martin.rondon@javeriana.edu.co

Evaluador:

Francisco Javier Aguilar MD

Ortopedia y Traumatología - Especialista en Cirugía de Mano

faguilar@javeriana.edu.co

Se declara que ninguno de los autores del presente artículo tiene conflictos de interés.

Resumen

Introducción: Las fracturas de radio distal son la fractura más común en huesos largos. Su evaluación se realiza con radiografías, un recurso económico y ampliamente disponible. La *tomografía axial computarizada* (TAC) permite aumentar el detalle anatómico, en especial del compromiso intraarticular y la conminución. Sin embargo, representa un costo adicional no despreciable, calculado entre el 15 al 30%. Existe controversia si es necesaria para mejorar la interpretación de estas fracturas y la selección de tratamiento.

Métodos: Se realizó un estudio de concordancia de imágenes diagnósticas (radiografías y TAC) para la evaluación de fracturas del radio distal y selección del tratamiento. Se analizó la valoración hecha a 72 casos por cirujanos de mano experimentados (más de diez años de experiencia) como patrón de oro, en relación con las de cuatro evaluadores de diferente experticia (dos ortopedistas generales y dos cirujanos de mano). Cada uno realizó individualmente evaluación en dos fases, una inicial con imágenes de radiografías y una final con disponibilidad de las imágenes de radiografías y tomografía.

Resultados y conclusiones: Las imágenes de TAC para la evaluación de las fracturas de radio distal son un elemento fundamental en la medición más acertada de longitudes (brechas y escalones). La radiografía simple tiene un mejor desempeño para la medida de ángulos (inclinación palmar e inclinación radial). Sin embargo, aun cuando la evaluación de TAC permite una clasificación de la fractura y selección de tratamiento mejoradas hasta en un 17,5% y 7,5% respectivamente; es evidente como la selección del tratamiento tiene gran variabilidad inclusive en grupos de mayor experticia.

Palabras clave: Fracturas de radio distal, radiografía, tomografía axial computarizada, concordancia

Distal radius fractures: Agreement study in the evaluation of images and treatment selection comparing of x-ray vs CT scan

Abstract

Introduction: Distal radius fractures are the most common fracture in long bones. Its evaluation is done with x rays, an economic and widely available resource. Computed axial tomography (CT scan) allows greater anatomical detail, especially of intra-articular compromise and comminution. However, it represents a non-negligible additional cost, calculated between 15 to 30%. There is controversy as to whether it is necessary to improve the assessment of these fractures and the selection of treatment.

Materials and methods: A study of concordance of diagnostic images (x-rays and CT scan) was carried out for the evaluation and selection of treatment of distal radius fractures. We analyze the assessment of 72 cases done by experienced hand surgeons (more than ten years of experience) as a gold standard, in relation to those of four additional participants with different expertise (two general orthopedic surgeons and two hand surgeons). Each individual carried out an evaluation in two phases, an initial one with X-ray images and a second stage with the availability of X-ray and tomography images.

Results and conclusions: CT scan images for the evaluation of distal radius fractures are a fundamental element for a more accurate measurement of lengths (gaps and steps). Simple radiography has a better performance for the measurement of angles (palmar inclination and radial inclination). However, even when the CT scan evaluation allows an improvement in fracture classification and treatment selection by up to 17,5% and 7,5% respectively; it is evident how the selection of the treatment has great variability, even in groups of greater expertise.

Keywords: Fractures of the distal radius, x-rays, computerized axial tomography, agreement

Introducción

Las fracturas de radio distal tienen una alta incidencia en la población general. Se han reportado en Estados Unidos como la fractura más común en huesos largos, correspondiendo alrededor del 10% de las fracturas valoradas en servicios de urgencias (1,2). Variados estudios esbozan una tendencia al aumento en su incidencia de causa multifactorial relacionada con el incremento de población en las ciudades, el aumento de la expectativa de vida, la alteración del metabolismo óseo por hábitos dietarios y de estilo de vida; muchos de los cuales favorecen la osteopenia y osteoporosis (3–5).

Estas fracturas tienen una distribución bimodal con un pico entre los 10 a 14 años de edad y otro pico entre la sexta y octava década de la vida (3). En los menores de cincuenta años se presentan con mayor frecuencia en hombres por trauma de alta energía en actividades deportivas, accidentes de trabajo o de tránsito. Mientras que a partir de los de cincuenta años su presentación es mucho más común en mujeres por trauma de baja energía (6). Aunque la población adulta joven es afectada en menor frecuencia, en ella tiene una connotación significativa el resultado funcional y la discapacidad posterior al tratamiento, pues representa la posibilidad de permanecer activos laboralmente.

Hacia finales del siglo XIX, con la introducción de los rayos X por Wilhelm Röntgen y con los avances en la antisepsia por Joseph Lister, inició la era moderna de las fracturas del radio distal. Estos dos eventos permitieron un diagnóstico más preciso y también la posibilidad del tratamiento quirúrgico, más allá del tratamiento cerrado y con inmovilizaciones (7). Poco a poco se introdujeron técnicas de reducción y fijación más idóneas y confiables con clavos de Kirschner, fijación externa y, posterior a 1958, momento en que se instauró el grupo AO (*Association for Osteosynthesis*), los primeros casos de fijación interna para fracturas de radio distal.

Son precisamente los avances en investigación de la anatomía del radio distal más el aumento en la expectativa de vida y la independencia de los pacientes de mayor edad, los que han estimulado el desarrollo de distintos sistemas de fijación para este tipo de fracturas. Inicialmente con placas dorsales que rápidamente fueron

impopulares por la sinovitis en tendones extensores; posteriormente con placas palmares, de bajo perfil, y en aleaciones de titanio. Actualmente contamos con placas bloqueadas que permiten una adecuada fijación de las fracturas en pacientes osteoporóticos, y placas con sistemas ángulo variable y fragmentos específicos que permiten el manejo de fracturas más complejas (7).

La decisión del tratamiento de una fractura de radio distal depende de las características del paciente así como de la fractura en si misma. Por ello, la interpretación adecuada de los estudios imagenológicos es fundamental. Existen variables radiológicas con las cuales se debería favorecer el tratamiento quirúrgico (sobre todo en los pacientes más jóvenes, angulación dorsal de $>15^\circ$, acortamiento radial de $>3\text{mm}$ y escalón articular de $>2\text{mm}$ (8)). Todo lo anterior en conjunto, pero en especial, la presencia de escalones o brechas articulares mayores a 2 mm, ha sido descrita como el factor determinante para la decisión de tratamiento por su relación directa con resultados funcionales y cambios degenerativos postraumáticos (9). Además, la compresión anatómica de los trazos de fractura en las imágenes ayudan en el planeamiento de los abordajes quirúrgicos y la elección del material del osteosíntesis.

Las radiografías son un recurso económico y ampliamente disponible, eje inicial de la evaluación del trauma de muñeca. La *tomografía axial computarizada* (TAC) se usa cada vez con mayor frecuencia para la evaluación de las fracturas del radio distal pues provee información más detallada que la radiografía sobre la anatomía de la fractura y permite realizar mediciones más precisas tanto del tamaño de escalones o brechas articulares como del número de fragmentos, que las radiografías pueden subestimar (10).

Sin embargo, su uso no debe ser indiscriminado pues representa un aumento considerable de costos en la atención en salud, así como una mayor irradiación para el paciente. Algunos autores han cuantificado en 15 a 30% el aumento de los costos del tratamiento de fracturas de radio distal en aproximadamente para Brasil, por ejemplo (11). Es por ello por lo que en la literatura su impacto como algo

indispensable y estándar para todas las fracturas de radio distal permanece en discusión (12–14).

El propósito del presente estudio es determinar si el uso de la TAC, como imagen complementaria a la radiografía convencional, favorece una mejor interpretación de las fracturas de radio distal en mediciones radiológicas básicas y clasificación (usando clasificación AO). Además, conocer si la TAC beneficia el escoger el tipo de tratamiento y abordaje quirúrgico más adecuado, comparado con los casos de disponibilidad de sólo radiografías. Lo anterior se propone como un estudio de concordancia basados en un patrón de oro dictado por cirujanos de mano de mayor experiencia. Además, se incluye como variable diferencial el grado de experiencia de los demás evaluadores.

Metodología

Se realizó un estudio de concordancia de imágenes diagnósticas (radiografías y TAC) para la evaluación de fracturas del radio distal y selección del tratamiento. El protocolo de investigación fue avalado por el Comité de Ética del Hospital Universitario San Ignacio (Bogotá) como una investigación sin riesgo.

Se realizó un cálculo de muestra de setenta y cuatro casos (15,16):

- Variables de mediciones básicas en imágenes (variables continuas):
 - Coeficiente de concordancia de Lin: esperada Ortopedistas Generales 0.75 y Cirujanos de Mano 0.9
 - Muestra n=74 [13]
- Variable de *conminución* medición básica en imágenes (variable categórica)
 - Coeficiente Kappa 0.8, precisión 0.2
 - Muestra n= 62 [14]
- Variable de tratamiento (variable categórica)
 - Coeficiente Kappa ponderado 0.8 (0.65 – 0.95)
 - Muestra n= 54 [14]

Se solicitó al grupo de radiología y tecnología de la información del hospital el acceso a los últimos setenta y cuatro casos de tomografías de muñeca realizados con diagnóstico de fractura de radio distal (muestreo por conveniencia). Un participante cegado verificó la presencia de estudios completos disponibles (proyecciones PA y lateral de radiografías y cortes axiales, sagitales y coronales de TAC). De estos, se excluyeron dos casos con imágenes insuficientes o de pacientes esqueléticamente inmaduros, para un total de 72 casos.

Las imágenes fueron almacenadas con acceso DICOM en una base de datos. Fueron enumeradas aleatoriamente y organizadas de tal forma que estuvieran disponibles, por un lado, la lista completa de casos con imágenes de radiografías (sin tomografía), y, por otro lado, la lista completa de casos aleatorizada con imágenes de radiografías y tomografía.

Se realizó la evaluación de todos los casos con las imágenes completas de radiografías y tomografías por dos cirujanos de mano experimentados (más de diez años de experiencia), de forma conjunta. Estos resultados se establecieron como “patrón de oro” por consenso. Se incluyeron medidas radiográficas (17,18) [Anexo Figura 1]:

- Brecha articular (mm)
- Escalón articular (mm)
- Inclinación radial (grados): El ángulo entre una línea perpendicular al eje central del radio y otra línea que conecta el límite radial y cubital de la superficie articular en la proyección PA.
- Inclinación palmar (grados): El ángulo entre una línea perpendicular al eje central del radio y otra línea que conecta el margen dorsal y palmar de la superficie articular del radio distal en la proyección lateral.

- Varianza ulnar (mm): Distancia vertical entre dos líneas tangenciales perpendiculares al eje del radio, una de ellas a nivel de la cavidad sigmoidea del radio y otra a nivel del margen cortical lateral del cúbito distal.

Además, se solicitó calificar la presencia de conminución significativa (si - no) y clasificar la fractura según clasificación AO. Durante décadas se han diseñado diferentes sistemas de clasificación para estas fracturas, que dan más información que los epónimos tradicionales utilizados (e.g. Colles, Smith, Barton, Hutchinson). Todas han tenido como objetivo categorizarlas de acuerdo con la severidad y así orientar a la mejor decisión de tratamiento. La clasificación más ampliamente difundida es la clasificación AO (“Clasificación comprensiva de las fracturas”) (19). Hay también clasificaciones descriptivas de la porción ósea comprometida como la de Frykman [11] (1967) y la de Melone (20) (1993). Otras hacen énfasis en el mecanismo de trauma, como la de Fernandez (21) (1993); mientras la “Universal” publicada por Cooney WP (22) (1993) incluye descripción de compromiso extra vs intra articular, desplazamiento y grado de estabilidad. Globalmente permiten agrupar según el desplazamiento, compromiso articular, severidad de la conminución y lesiones asociadas en hueso o tejidos blandos.

La clasificación AO (19) organiza las fracturas en orden progresivo con tres grupos principales (tipo A, B y C) de acuerdo a la severidad teniendo en cuenta la complejidad del trazo, así como dificultad en tratamiento y peor pronóstico: “A” fractura extra articular, “B” fractura articular parcial y “C” fractura articular completa. Adicionalmente incluye subclasificación en grupo (1,2 y 3) y subgrupos (.1, .2 y .3). Recientemente, en 2018, se realizó una revisión al compendio, clasificando a las fracturas del radio distal como 2R3 (6), en la que incluye la mayoría de patrones de fracturas, dando así una aproximación más concisa y clínicamente relevante al cirujano tratante [Anexo Fig. 2 A-D].

Finalmente se pidió definir un tratamiento, entre los siguientes:

- Reducción cerrada + yeso

- Reducción cerrada + fijación percutánea
- Reducción abierta + fijación interna abordaje palmar
- Reducción abierta + fijación interna abordaje dorsal
- Reducción abierta + fijación interna abordaje palmar y dorsal

Se incluyeron otros cuatro evaluadores de diferente experiencia (dos ortopedistas generales de dos años de experiencia y dos cirujanos de mano uno de más de 10 y otro de más de 5 años de experiencia). Cada uno realizó individualmente valoración de los ítems mencionados en dos fases: la primera en las imágenes de radiografías (PA y lateral) y la segunda (por lo menos un mes después de completar la primera fase) con las imágenes de radiografías y tomografía. Todos los resultados aportados por cada participante se recolectaron y administraron utilizando las herramientas de captura de datos electrónicos REDCap® (23).

El objetivo era conocer la concordancia interobservador de las mediciones básicas de fracturas de radio distal en imágenes de radiografías e imágenes de TAC, así como respecto a la decisión de tratamiento para las fracturas de radio distal al evaluar únicamente radiografías y en asociación a imágenes de TAC, por ortopedistas generales y cirujanos de mano.

Se analizó la información en el sistema estadístico STATA® comparando los resultados del patrón de oro con los demás evaluadores con el coeficiente de concordancia de Lin para las variables continuas (mediciones básicas) y con el coeficiente kappa para las variables categóricas (como *conminución y tratamiento*) [Tabla 1].

12. Resultados

Durante un periodo de aproximadamente 6 meses se realizaron las evaluaciones a los setenta y cuatro casos por parte de todos los participantes: patrón de oro, ortopedistas generales (OG) y cirujanos de mano (CM); estos últimos en las dos

fases descritas. El análisis estadístico incluyó el coeficiente de concordancia de Lin [Lin LI 1989, 2000] con el método Bland Altman (24) para las variables continuas. También se usó el coeficiente kappa para las variables categóricas [Landis JR, Koch GG 1997].

Los resultados de la evaluación de mediciones básicas en imágenes de radiografías tuvieron una pobre concordancia con el patrón de oro; especialmente en las mediciones de longitudes, como brechas y escalones (rango de 0.19 a 0.41). Por el contrario, las mediciones de ángulos (inclinación palmar e inclinación radial) tuvieron una mejor concordancia con el patrón de oro (rango 0.54 a 0.95). Lo anterior fue un resultado persistente en ambos grupos, no modificado por la experiencia del evaluador [Tabla 2].

Para los resultados de la segunda fase (imágenes completas de radiografías y tomografía) se encontró un aumento en todas las concordancias para las mediciones básicas de ortopedistas generales y cirujanos de mano; excepto en medición de inclinaciones (radial y palmar) que empeoraron para tres de los cuatro evaluadores. Además, la variable conminución fue el ítem con peor concordancia para todos los evaluadores, sin mejoría inclusive con la disponibilidad de imágenes de tomografía (entre 0.22 y 0.54) [Tabla 3].

Por otro lado, la clasificación tuvo una mejoría en concordancia al patrón de oro con la disponibilidad de TAC: mejoró de una concordancia moderada para ortopedistas generales (0.51 y 0.43) en fase 1 a una concordancia substancial (0.61 y 0.71) en fase 2; mientras que para cirujanos de mano pasó de concordancia baja (0.21 y 0.31) a una concordancia moderada (0.47 y 0.42).

Esto correspondió con una similitud de resultados con el patrón de oro para la clasificación AO en un 60% y 74% para ortopedistas generales en fase uno, que mejoró a 82% y 90% en fase dos. Mientras que para cirujanos de mano se modificó de un 69% y 46% en la primera fase, hasta un 79% y 68% en la segunda fase [Tabla 4].

Finalmente, la disponibilidad de imagen de TAC mejoró la concordancia para elección del tratamiento tanto para ortopedistas generales como para cirujanos de mano. Se encontró una similitud con el patrón de oro en un 54% y 53% para ortopedistas generales en fase uno, que mejoró a 58% y 67% en fase dos. Mientras que para cirujanos de mano se modificó de un 58% y 62% en la primera fase, hasta un 67% y 65% en la segunda fase [Tabla 4]. Llama la atención que fueran concordancias pobres, con la mayoría de las similitudes alrededor del 50 al 60% de los casos.

Discusión

Las fracturas del radio distal son una de las fracturas más prevalentes en la casuística tanto de ortopedistas generales como de cirujanos de mano. Tienen un espectro de presentación amplio que depende de la energía del trauma, la calidad ósea y la posición de la muñeca durante el trauma. Se diferencian según la localización del trazo (intra o extraarticular), tamaño de escalones o brechas articulares, severidad de la conminución, angulación de los fragmentos, compromiso concomitante del cúbito distal o lesiones del carpo, entre otras características. El objetivo final de su tratamiento es la preservación de la superficie articular, a través del mecanismo de estabilidad más adecuado, que permita pronta y duradera recuperación de la función.

La adecuada interpretación de las fracturas de radio distal en imágenes depende de las características de la imagen y de la experiencia del evaluador. Esta interpretación es fundamental pues de ella depende la selección del tratamiento y el planeamiento del acto quirúrgico cuando se necesita. Por ello, en la medida que las imágenes presenten características más detalladas de ciertos parámetros clave (como lo son los escalones articulares), el cirujano podrá tener un análisis más preciso y un mejor desenlace.

Estudios como los de Wagner y cols (25) y Baratz y cols (26) demostraron en experimentos con especímenes cadavéricos como desde los 3mm de depresión

articular en la fosa semilunar y desde 1mm de depresión en fosa escafoidea aumenta de forma estadísticamente significativa la fuerza reactiva en la articulación radiocarpiana.

En la misma línea, se ha probado la importancia de reestablecer la congruencia articular en estudios clínicos, como los publicados por Knirk and Jupiter (1986) y Fernandez y Geissler (1991) (27). Ellos reportaron que las fracturas de radio distal que consolidaron con más de 2 mm de incongruencia residual en la radiocarpiana evidenciaban radiográficamente artrosis en el 100% de los casos y clínicamente tienden a peores resultados funcionales. Por todo lo anterior, es importante conocer qué tipo de imagen permite la mejor interpretación para la toma de decisiones, balanceando costos y beneficios.

En el presente estudio fue evidente que las medidas de longitudes, en especial de brechas y escalones, tienen una baja concordancia en radiografía, sin importar el nivel de experticia. Mientras que la tomografía mejora la concordancia; con una mejoría estadísticamente significativa para los evaluadores ortopedistas generales. Esto se correlaciona con resultados publicados por Cole y cols (28) en donde el treinta por ciento de los resultados radiográficos de brechas y escalones eran significativamente mayores o menores que las medidas en TAC.

Las medidas de inclinaciones radial y palmar tienen buena concordancia con el uso de radiografía. Por el contrario, tienden a empeorar su concordancia con el uso de tomografía, sin importar el nivel de experticia. Esto puede estar relacionado con la dificultad para la demarcación de los puntos que reproduzca el eje del radio en las reconstrucciones sagitales y coronales del TAC. Así mismo, la conminución es el ítem de valoración radiográfica con peor concordancia; posiblemente en relación con la subjetividad de su evaluación.

Aunque no existe una clasificación perfecta, todas buscan estandarizar una guía al tratamiento, con predicción de estabilidad y pronóstico funcional, así como homogenizar la comunicación en investigación. Múltiples estudios han confirmado la superioridad de la clasificación AO respecto a concordancia intra e interobservador (29), por lo cual decidimos usar esta clasificación para el presente

estudio. La valoración de clasificación es un ítem que mejora en concordancia al tener TAC disponible; relacionado con un aumento de similitudes en un promedio de 19% para ortopedistas generales y 16% para cirujanos de mano). Esto contrasta con resultados de otros estudios en donde se ha encontrado que la valoración del TAC puede fácilmente favorecer una clasificación más severa, sobre todo en los evaluadores de menor experticia (11,13).

Finalmente, la selección de tratamiento (ortopédico vs quirúrgico, tipo de fijación y abordaje) presentó gran variabilidad en la concordancia, en todos los niveles de experticia, inclusive con el TAC disponible. Ciertamente, la mayoría de las similitudes respecto al patrón de oro estuvieron alrededor del 50 al 60% en las dos fases del estudio. Creemos que la decisión del tratamiento y el abordaje quirúrgico en un porcentaje importante continúa dependiendo de la experiencia y la preferencia individual. Esto contrasta con muchos estudios en donde la posibilidad de evaluación de un TAC en fracturas de radio distal modifica de forma estadísticamente significativa el tipo de tratamiento y el abordaje por la mejor caracterización preoperatoria de los trazos de fractura, escalones y fragmentos clave (11,30).

En conclusión, las imágenes de TAC para la evaluación de las fracturas de radio distal son un elemento fundamental en la medición más acertada de longitudes (brechas y escalones); mientras que la radiografía simple tiene un mejor desempeño para la medida de ángulos (inclinación palmar e inclinación radial). Sin embargo, aun cuando la evaluación de TAC permite una clasificación de la fractura y selección de tratamiento mejoradas; es evidente como la selección del tratamiento tiene gran variabilidad, inclusive en grupos de mayor experticia.

Referencias

1. Wolfe, S. W., Pederson, W. C., Hotchkiss, R. N., Kozin, S. H., & Cohen MS. Green's Operative Hand Surgery E-Book. Elsevier Health Sciences.; 2016.
2. Chung KC, Spilson S v. The frequency and epidemiology of hand and forearm fractures in the United States. Journal of Hand Surgery. 2001;26(5):908–15.

3. Nellans KW, Kowalski E, Chung KC. The Epidemiology of Distal Radius Fractures. *Hand Clin* [Internet]. 2012;28(2):113–25. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.hcl.2012.02.001>
4. Karl JW, Olson PR, Rosenwasser MP. The Epidemiology of Upper Extremity Fractures in the [Internet]. 2009. Available from: <http://links.lww.com/BOT/A310>,
5. Koo KOT, Tan DMK, Chong AKS. Distal radius fractures: an epidemiological review. *Orthop Surg*. 2013;5(3):209–13.
6. Porrino JA, Maloney E, Scherer K, Mulcahy H, Ha AS, Allan C. Fracture of the distal radius: Epidemiology and premanagement radiographic characterization. Vol. 203, *American Journal of Roentgenology*. American Roentgen Ray Society; 2014. p. 551–9.
7. Diaz-Garcia RJ, Chung KC. The Evolution of Distal Radius Fracture Management: A Historical Treatise. Vol. 28, *Hand Clinics*. 2012. p. 105–11.
8. Leixnering M, Rosenauer R, Pezzei C, Jurkowitsch J, Beer T, Keuchel T, et al. Indications, surgical approach, reduction, and stabilization techniques of distal radius fractures. Vol. 140, *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*. Springer; 2020. p. 611–21.
9. Knirk JL, Jupiter JB. Intra-articular fractures of the distal end of the radius in young adults. *J Bone Joint Surg Am*. 1986;68(5):647–59.
10. Arora S, Grover SB, Batra S, Sharma VK. Comparative evaluation of postreduction intra-articular distal radial fractures by radiographs and multidetector computed tomography. *Journal of Bone and Joint Surgery - Series A*. 2010;92(15):2523–32.
11. das Graças Nascimento V, da Costa AC, Falcochio DF, Lanzarin LD, Checchia SL, Chakkour I. Computed tomography's influence on the classifications and treatment of the distal radius fractures. *Hand*. 2015 Dec 1;10(4):663–9.
12. Rozental TD, Bozentka DJ, Katz MA, Steinberg DR, Beredjikian PK. Evaluation of the sigmoid notch with computed tomography following intra-articular distal radius fracture. *Journal of Hand Surgery*. 2001;26(2):244–51.
13. 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.
14. Suojärvi N, Sillat T, Lindfors N, Koskinen SK. Radiographical measurements for distal intra-articular fractures of the radius using plain radiographs and cone beam computed tomography images. *Skeletal Radiol*. 2015 Dec 1;44(12):1769–75.
15. Lin LIK. Assay Validation Using the Concordance Correlation Coefficient Author (s): Published by : International Biometric Society Stable URL : <http://www.jstor.org/stable/2532314>. *International Biometrics*. 2010;48(2):599–604.
16. Rotondi MMA. Package ' kappaSize .' 2018;
17. Medoff RJ. Essential radiographic evaluation for distal radius fractures. *Hand Clin*. 2005;21(3):279–88.

18. Fox S, Johnston G, Stewart S. Improved precision of radiographic measurements for distal radius fractures after a technique-teaching tutorial. *Canadian Journal of Surgery*. 2020;63(3):E261–71.
19. Müller, M. E., Nazarian, S., Koch, P., & Schatzker J. *The comprehensive classification of fractures of long bones*. Springer Science & Business Media; 2012.
20. Melone CPJ. Distal radius fractures: patterns of articular fragmentation. *Orthop Clin North Am*. 1993;24(2):239–53.
21. Fernández D. Fractures of the distal radius: operative treatment. *Instr Course Lect*. 1993;42:73–8.
22. Cooney WP. Fractures of the distal radius. A modern treatment-based classification. *Orthop Clin North Am*. 1993;24(2):211–6.
23. Harris PA, Taylor R, Thielke R, Payne J, Gonzalez N, Conde JG. Research electronic data capture (REDCap)—A metadata-driven methodology and workflow process for providing translational research informatics support. *J Biomed Inform*. 2009 Apr;42(2):377–81.
24. Bland JM, Altman DG. Measurement STATISTICAL METHODS FOR ASSESSING AGREEMENT BETWEEN TWO METHODS OF CLINICAL MEASUREMENT.
25. Wagner WE, Tencer AE, Kiser P, Trumble TE. Effects of Intra-articular Distal Radius Depression on Wrist Joint Contact Characteristics.
26. Baratz ME, Des JD, Anderson DD, Imbriglia JE. Displaced Intra-articular Fractures of the Distal Radius: The Effect of Fracture Displacement on Contact Stresses in a Cadaver Model. Vol. 21, *J Hand Surg*. 1996.
27. Volume A, Fernandez DL, Geissler WB. *THE JOURNAL OF HAND SURGERY Official journal AMERICAN SOCIETY FOR SURGERY OF THE HAND Treatment of displaced articular fractures of the radius*. Vol. 16. 1991.
28. Cole RJ, Bindra RR, Evanoff BA, Gilula LA, Yamaguchi K, Gelberman RH, et al. Radiographic Evaluation of Osseous Displacement Following intra-articular Fractures of the Distal Radius: Reliability of Plain Radiography Versus Computed Tomography.
29. Wæver D, Madsen ML, Rölfing JHD, Borris LC, Henriksen M, Nagel LL, et al. Distal radius fractures are difficult to classify. *Injury [Internet]*. 2018;49(June):S29–32. Available from: [https://doi.org/10.1016/S0020-1383\(18\)30299-7](https://doi.org/10.1016/S0020-1383(18)30299-7)
30. Azi ML, Teixeira MB, de Carvalho SF, de Almeida Teixeira 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.

Anexos

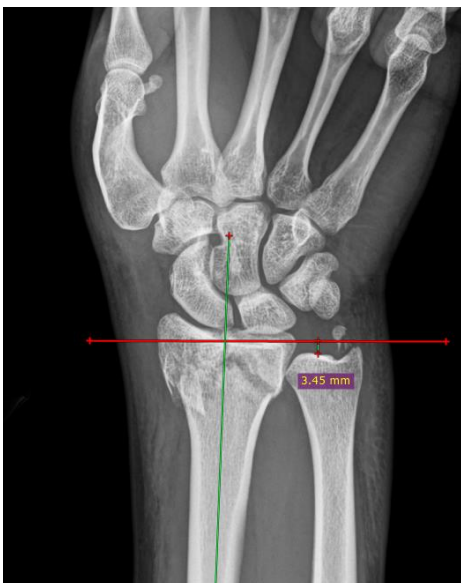
Figura 1

Mediciones radiográficas

A. Inclinación radial



B. Varianza ulnar



C. Inclinación palmar

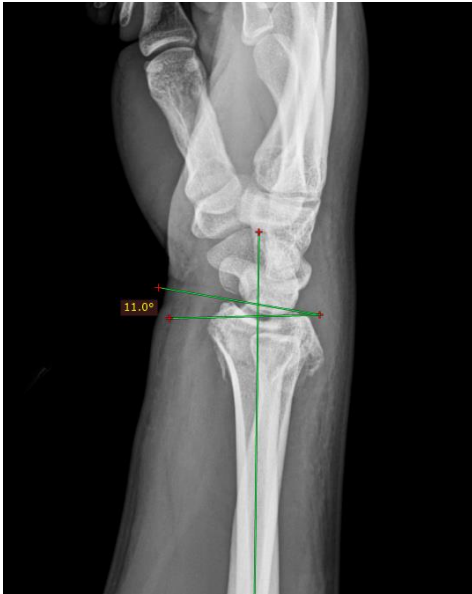
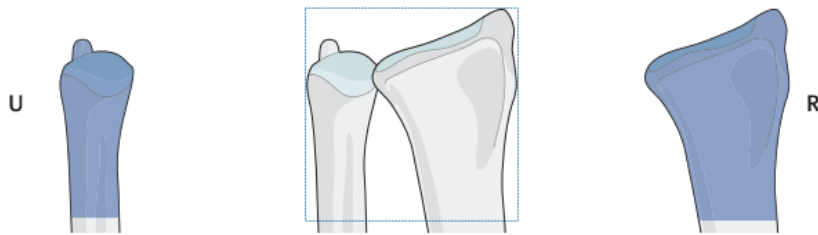


Figura 2.

A. Clasificación AO de las fracturas de radio distal según el compromiso articular.

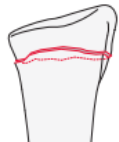
2R3/2U3

Location: Radius/Ulna, distal end segment 2R3/2U3



Types:

Radius, distal end segment,
extraarticular fracture
2R3A



Radius, distal end segment,
partial articular fracture
2R3B



Radius, distal end segment,
complete articular fracture
2R3C



Tomado de: "Meinberg EG, Agel J, Roberts CS, Karam MD, Kellam JF. Fracture and Dislocation Classification Compendium-2018. Journal of orthopaedic trauma. 2018;32(1):S1-170."

B. Clasificación AO por subgrupos de las fracturas de radio distal: Extraarticulares.

2R3A

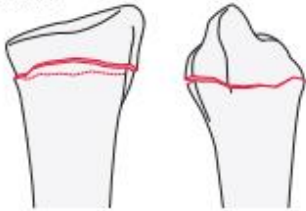
Type: Radius, distal end segment, **extraarticular fracture** 2R3A

Group:
Radius, distal end segment, extraarticular,
radial styloid avulsion fracture
2R3A1

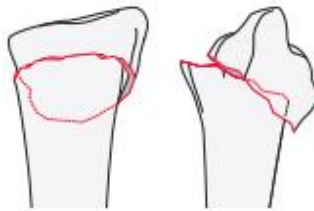


Group: Radius, distal end segment, extraarticular, **simple fracture** 2R3A2

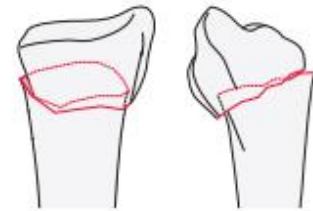
Subgroups:
Transverse, no displacement/tilt
(may be shortened)
2R3A2.1



Dorsal displacement/tilt (Colles)
2R3A2.2

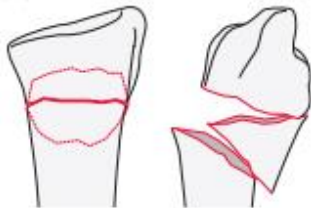


Volar displacement/tilt (Smith's)
2R3A2.3

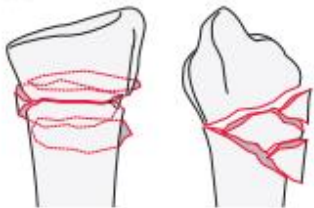


Group: Radius, distal end segment, extraarticular, **wedge or multifragmentary fracture** 2R3A3

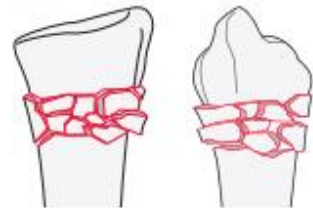
Subgroups:
Intact wedge fracture
2R3A3.1



Fragmentary wedge fracture
2R3A3.2



Multifragmentary fracture
2R3A3.3



Tomado de: "Meinberg EG, Agel J, Roberts CS, Karam MD, Kellam JF. Fracture and Dislocation Classification Compendium-2018. Journal of orthopaedic trauma. 2018;32(1):S1-170."

C. Clasificación AO por subgrupos de las fracturas de radio distal: articulares parciales.

2R3B

Type: Radius, distal end segment, **partial articular fracture** 2R3B

Group: Radius, distal end segment, partial articular, **sagittal fracture** 2R3B1

Subgroups:
Involving scaphoid fossa
2R3B1.1

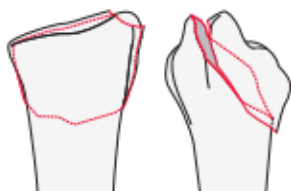


Involving lunate fossa
2R3B1.3

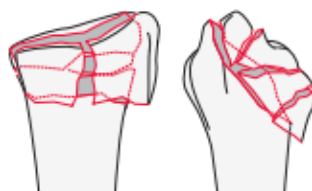


Group: Radius, distal end segment, partial articular, **dorsal rim (Barton's) fracture** 2R3B2

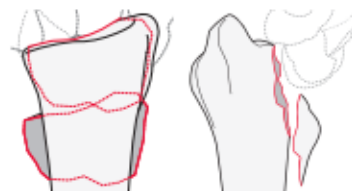
Subgroups:
Simple fracture
2R3B2.1



Fragmentary fracture
2R3B2.2

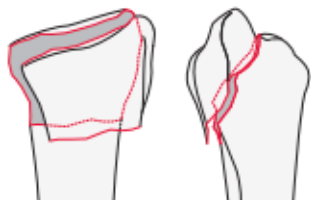


With dorsal dislocation
2R3B2.3

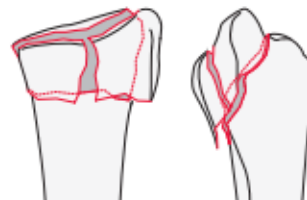


Group: Radius, distal end segment, partial articular, **volar rim (reverse Barton's, Goyrand-Smith's II) fracture** 2R3B3

Subgroups:
Simple fracture
2R3B3.1



Fragmentary fracture
2R3B3.3



Tomado de: "Meinberg EG, Agel J, Roberts CS, Karam MD, Kellam JF. Fracture and Dislocation Classification Compendium-2018. Journal of orthopaedic trauma. 2018;32(1):S1-170."

D. Clasificación AO por subgrupos de las fracturas de radio distal: articulares completas.

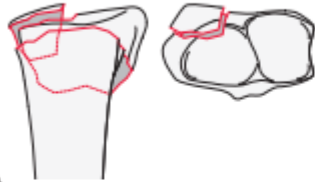
2R3C

Type: Radius, distal end segment, **complete articular fracture** 2R3C

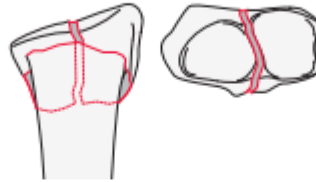
Group: Radius, distal end segment, complete, **simple articular and metaphyseal fracture** 2R3C1

Subgroups:

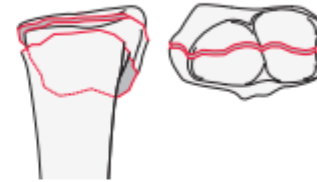
Dorsomedial articular fracture
2R3C1.1*



Sagittal articular fracture
2R3C1.2*



Frontal/coronal articular fracture
2R3C1.3*



*Qualifications:
t DRUJ stable
u DRUJ unstable

Group: Radius, distal end segment, complete, simple articular, **metaphyseal multifragmentary fracture** 2R3C2

Subgroups:

Sagittal articular fracture
2R3C2.1*



Frontal/coronal fracture
2R3C2.2*



Extending into the diaphysis
2R3C2.3*

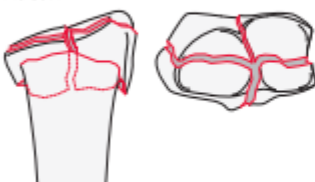


*Qualifications:
t DRUJ stable
u DRUJ unstable

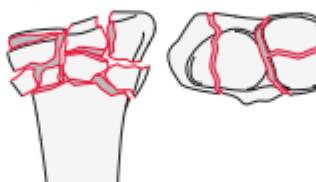
Group: Radius, distal end segment, complete, **articular multifragmentary fracture, simple or multifragmentary metaphyseal fracture** 2R3C3

Subgroups:

Simple metaphyseal fracture
2R3C3.1*



Metaphyseal multifragmentary fracture
2R3C3.2*



Extending into the diaphysis
2R3C3.3*



*Qualifications:
t DRUJ stable
u DRUJ unstable

Tomado de: "Meinberg EG, Agel J, Roberts CS, Karam MD, Kellam JF. Fracture and Dislocation Classification Compendium-2018. Journal of orthopaedic trauma. 2018;32(1):S1-170."

Tabla 1:

Variable		
Mediciones básicas de radiografías	Variable continua (mm o grados)	Coefficiente de concordancia de Lin
Conminución	Variable categórica (2 categorías)	Coefficiente kappa
Clasificación AO	Variable categórica (9 categorías)	Coefficiente kappa
Tratamiento	Variable categórica (5 categorías)	Coefficiente kappa

Tabla 2: Resultado de concordancia (coeficiente de concordancia de Lin) para variables continuas

		Fase 1	Fase 2	Valor de p	
Brecha	OG1	0.214	0.599	0.001	*
	OG2	0.208	0.479	0.037	*
	CM1	0.194	0.451	0.059	
	CM2	0.339	0.414	0.526	
Escalón	OG1	0.200	0.573	0.003	*
	OG2	0.412	0.701	0.003	*
	CM1	0.480	0.590	0.287	
	CM2	0.242	0.355	0.357	
Varianza ulnar	OG1	0.353	0.396	0.684	
	OG2	0.587	0.750	0.037	*
	CM1	0.423	0.606	0.094	
	CM2	0.292	0.191	0.232	
Inclinación palmar	OG1	0.951	0.925	0.698	
	OG2	0.674	0.662	0.877	
	CM1	0.968	0.556	< 0,01	*
	CM2	0.854	0.935	< 0,01	*
Inclinación radial	OG1	0.543	0.857	0	*
	OG2	0.839	0.607	< 0,01	*
	CM1	0.863	0.402	0	*
	CM2	0.697	0.741	0.513	

- OG: Ortopedista general, CM: Cirujano de mano
- Fase 1: Radiografías
- Fase 2: Radiografías + TAC
- (*) Valor de p significativo
- Los valores en rojo denotan peor desempeño en la Fase 2 (al evaluar Rx + TAC)

Tabla 3: Resultado de concordancia (kappa) en variables categóricas

		Fase 1	IC 95%	Fase 2	IC 95%
Conminución	OG1	0.221	[0.010 - 0.431]	0.455	[0.247 - 0.663]
	OG2	0.214	[0.010 - 0.419]	0.539	[0.343 - 0.736]
	CM1	0.214	[-0.011 - 0.438]	0.476	[0.278 - 0.675]
	CM2	0.319	[0.106 - 0.532]	0.227	[0.011 - 0.443]

Clasificación AO	OG1	0.299	[0.279 - 0.423]	0.610	[0.470 - 0.677]
	OG2	0.514	[0.460 - 0.530]	0.715	[0.634 - 0.807]
	CM1	0.445	[0.275 - 0.620]	0.426	[0.344 - 0.510]
	CM2	0.186	[0.017 - 0.215]	0.427	[0.428 - 0.536]

Tratamiento	OG1	0.213	[0.154 - 0.288]	0.347	[0.240 - 0.467]
	OG2	0.225	[0.175 - 0.357]	0.461	[0.358 - 0.539]
	CM1	0.235	[0.210 - 0.256]	0.378	[0.373 - 0.467]
	CM2	0.303	[0.154 - 0.333]	0.372	[0.339 - 0.423]

- OG: Ortopedista general, CM: Cirujano de mano
- Fase 1: Radiografías
- Fase 2: Radiografías + TAC
- Los valores en rojo denotan peor desempeño en la Fase 2 (al evaluar Rx + TAC)

Tabla 4: Resultados en porcentaje de similitud con el patrón de oro para clasificación y tratamiento

Variable	Evaluador		Fase 1		Fase 2	
			n	%	n	%
Clasificación AO	<i>Ortopedista general</i>	OG1	43	60	59	82
		OG2	53	74	65	90
	<i>Cirujano de mano</i>	CM1	50	69	57	79
		CM2	33	46	49	68
Tratamiento	<i>Ortopedista general</i>	OG1	39	54	42	58
		OG2	38	53	48	67
	<i>Cirujano de mano</i>	CM1	42	58	48	67
		CM2	45	62	47	65

- OG: Ortopedista general, CM: Cirujano de mano, n: número de casos
- Fase 1: Radiografías
- Fase 2: Radiografías + TAC