

Manejo ecográfico de las fracturas de antebrazo distal en pacientes de edad pediátrica - revisión sistemática

Ultrasound management of distal forearm fractures in pediatric patients- systematic review

Jiménez de Cisneros, Antonio
López Sorroche, Eva

Hospital Universitario Torrecárdenas, Almería, España.

antoniojdcgut@gmail.com

Rev. S. And. Traum. y Ort., 2021; 38 (2/4): 32-42

Recepción: 12/04/2021. Aceptación: 17/09/2021

Resumen

Objetivo

En este trabajo se pretende realizar una actualización sobre el papel de la ecografía en las fracturas de tercio distal de antebrazo en pacientes pediátricos, desde su diagnóstico, pasando por la asistencia en la reducción de la fractura, hasta el seguimiento ambulatorio.

Material y métodos

Se incluyeron todos los estudios relacionados, estudios prospectivos, comparativos entre la ecografía y los métodos *gold standard* actuales (rayos x) en el diagnóstico, asistencia en la reducción y seguimiento de las fracturas de muñeca, en pacientes en edad pediátrica, publicados en los últi-

Abstract

Objective

Update the role of ultrasound in the distal third forearm fractures in pediatric patients, from the diagnosis, through assistance in reducing the fracture, to outpatient follow-up.

Material and methods

All related studies, prospective, comparative studies between ultrasound and current gold standard methods (x-rays) in the diagnosis, assistance in the reduction and follow-up of wrist fractures, in pediatric patients, published in the last 5 years, found in PUBMED, COCHRANE and EMBASE databases, were included.

mos 5 años, encontradas en las bases de datos de PUBMED, COCHRANE y EMBASE

Resultados

14 estudios reunieron los criterios de inclusión con grados de evidencia II-III. Mostrando sensibilidades y especificidades >90% en el diagnóstico ecográfico, así como una tasa éxito en la reducción de la fractura comparable a los métodos habituales.

Conclusión

La revisión presentada nos plantea la ecografía como alternativa real a la radiografía simple en la detección y como asistente en la reducción de las fracturas de antebrazo distal, así como su prometedor futuro en el seguimiento de esta patología.

Palabras clave: antebrazo; pediatría; fracturas, huesos; ultrasonido

Results

14 studies reached the inclusion criteria with grades of evidence II-III. Showing sensitivities and specificities > 90% in fracture diagnosis by ultrasound, as well as a success reduction rate of the fracture comparable to the usual methods.

Conclusion

The review presented shows us ultrasound as a real alternative to plain radiography in the detection and as a useful tool in the reduction of distal forearm fractures, as well as its promising future in the follow-up of this pathology.

Keywords: forearm; pediatrics; fractures, bones; ultrasound

INTRODUCCIÓN

Las fracturas de antebrazo son las fracturas más frecuentes en pacientes en edad pediátrica, pues representan hasta un 40% de las fracturas a esa edad. Entre estas, la localización más frecuente es la zona distal, que abarca casi el 75% de las fracturas de antebrazo. El impacto directo es el mecanismo de producción más frecuente¹. En el paciente pediátrico, las fracturas de antebrazo distal o fracturas de muñeca pueden dividirse en: fracturas en rodete o torus, fracturas en tallo verde, fracturas completas y epifisiolisis². La presencia de dolor, impotencia funcional y una deformidad, conduce al paciente, de forma rutinaria, a la sala de rayos X para la obtención de al menos dos proyecciones radiográficas. La repetición de estas proyecciones radiológicas no resulta desdeñable, pues en algunos estudios supone hasta un 9% de las radiografías realizadas, lo que supone un incremento en la radiación que recibe el paciente. Todo ello, sumado a la dificultad técnica inheren-

te a los pacientes en edad pediátrica, con los que encontramos dificultades para que mantengan la posición deseada³.

En niños, el porcentaje de fracturas detectadas por radiología simple tras sufrir un traumatismo en la muñeca es del 53%, es decir, a casi a la mitad de los pacientes que acuden a urgencias por un traumatismo en la muñeca, se le realizan radiografías sin tener fractura alguna⁴.(4) A todo esto, se deben sumar las radiografías de articulaciones adyacentes, como el codo, y otros planos radiográficos que el paciente recibirá a lo largo de todo el proceso asistencial que motiva una fractura distal de antebrazo, incluido el control tras la reducción y durante el seguimiento. En el “comunicado de los riesgos de la radiación en el radiodiagnóstico pediátrico; información para apoyar las discusiones de la salud sobre beneficios y riesgos” de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y, por consiguiente, el Gobierno de España, con fecha de 2016, pone de manifiesto que: “Los niños son más vulnerables que los adultos a algunos tipos de

cáncer radioinducido...; las revisiones recientes de las investigaciones sugieren que (en general) los niños podrían ser entre dos y tres veces más sensibles a la radiación que los adultos”, así mismo destacan que “el cáncer relacionado con la exposición radiológica durante la infancia resulta de media en más años de vida perdidos que durante la edad adulta...; el cáncer radioinducido podría presentar un periodo de latencia largo que varía según el tipo de malignidad y la dosis recibida”, finalizando con la aseveración: “el valor clínico de las imágenes diagnósticas obtenidas por radiación es incuestionable en el diagnóstico de enfermedades y lesiones pediátricas. Existen múltiples oportunidades de reducir la dosis de radiación sin pérdida de información pertinente para el diagnóstico”. Por todo ello, nos vemos obligados a optimizar y promulgar técnicas y estrategias libres de radiación en la valoración del paciente, sin comprometer la validez de las pruebas realizadas⁵.

A diferencia de lo que ocurre con el tobillo o la columna cervical, no encontramos guías para saber cuándo debemos solicitar una radiografía simple en los traumatismos de muñeca. Esto motiva que ante un traumatismo agudo, de forma rutinaria, se soliciten varios planos radiográficos. En este sentido, se están desarrollando estrategias, como las Amsterdam Pediatric Wrist Rules, que persiguen un modelo predictor basado en 6 variables: edad, hinchazón a nivel del radio distal, dolor a la palpación del radio distal, tabaquera anatómica, así como dolor o anomalía con la supinación, con lo que se consigue reducir hasta un 22% el número de placas simples realizadas, con una sensibilidad

diagnóstica del 95.9%. Destaca la importancia de realizar una buena exploración física, que permita reducir el número de radiografías en un traumatismo de muñeca. Con ello, podrían evitarse, por ejemplo, las radiografías de codo por ser una articulación contigua, que no debieran ser realizadas por protocolo, salvo que la exploración sea dolorosa^{6,7,8}. Entre las estrategias para reducir la radiación, se encuentra el uso de los fluoroscopios pequeños o “minic-arm” en el momento de la reducción. No obstante, aunque disminuyen la radiación emitida en comparación con los fluoroscopios convencionales en radioscopia continua, siguen exponiendo al cirujano y al paciente a una dosis cuatro veces mayor (76 miliroentgen (mR), frente 10 mR por cada radiografía simple), que si hiciéramos radiografías simples en ambos planos⁹.

La ecografía es una herramienta diagnóstica libre de radiaciones, ya utilizada desde finales del siglo XX para las fracturas de muñeca en edad pediátrica, y cada vez más usada, desde el primer contacto con el paciente contusionado en el antebrazo en los servicios de urgencias. Permite realizar un examen en tiempo real, no solo de la fractura y su comportamiento, sino también del miembro contralateral, sin necesidad de radiar al paciente^{10,11}.

El objetivo de este trabajo es realizar una revisión sobre el papel de la ecografía en las fracturas del tercio distal de antebrazo en pacientes pediátricos. Se pretende analizar su utilidad en el diagnóstico, como asistente en la reducción de la fractura, y durante el seguimiento en consultas^{12,13} (figura 1).

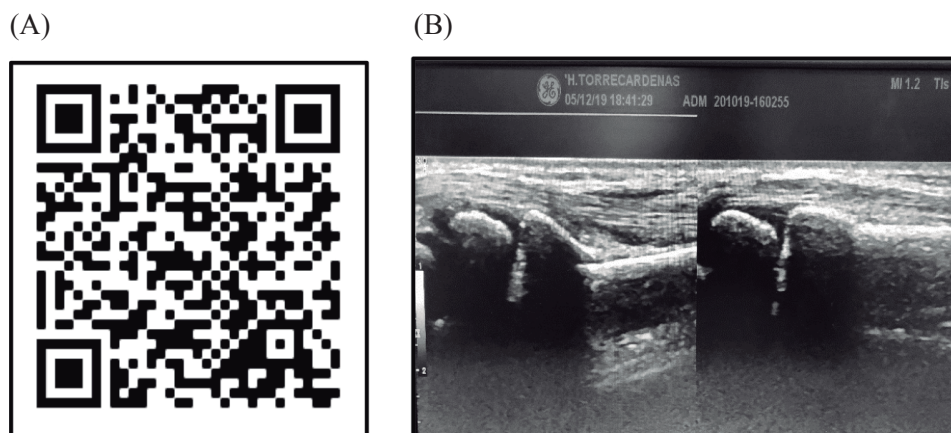


Figura 1. A) Código QR correspondiente a video de valoración dinámica ecográfica de fractura doble de antebrazo. B) A la izquierda: fractura suprametáfisaria de radio distal sin reducir. A la derecha: reducción conseguida.

MATERIAL Y MÉTODOS

Con la intención de realizar una revisión se llevó a cabo una recopilación de artículos referidos al papel de la ecografía en las fracturas de antebrazo distal o muñeca en pacientes en edad pediátrica: diagnóstico ecográfico, reducción de la fractura ecoguiada y seguimiento en consultas. Para ello se utilizaron los siguientes descriptores *pediatrics*, *forearm fractures* y *ultrasound* en las bases de datos MEDLINE (con su motor de búsqueda PUBMED), COCHRANE y EMBASE. Se revisaron los manuscritos publicados hasta el 10 febrero de 2020. En un primer momento, se revisaron los títulos y resúmenes de los artículos encontrados. Se utilizó el formato PICO para la inclusión y exclusión de los manuscritos identificados: Pacientes: pediátricos; Intervención: diagnóstico, reducción, seguimiento de fracturas de antebrazo distal; Comparación: técnicas no ecográficas (radiografía convencional); Resultados: los apreciados en los estudios analizados. Diversos trabajos, considerados relevantes respecto al tema analizado, se incluyeron a pesar de que no cumplían de forma estricta los criterios de inclusión.

Selección de estudios

Se incluyeron todos los estudios relacionados con el tema, prospectivos, comparativos entre la ecografía y los métodos considerados de referencia o *gold standard* (radiología convencional) en el momento actual en el diagnóstico, asistencia en la reducción y seguimiento de las fracturas de muñeca. Se incluyeron como filtros artículos publicados en lengua inglesa, española, alemana o francesa, así como limitados a la raza humana. También se excluyeron los artículos de revisión y los que no habían sido publicados en los últimos 5 años. Se incluyeron artículos con un nivel de evidencia II-III según SIGN (Scottish Intercollegiate Guidelines Network).

RESULTADOS

Para esa búsqueda, se encontraron un total de 248 artículos. A estos, se añadieron 10 manuscritos encontrados mediante búsqueda manual, que se aceptaron por su rigor metodológico. Una vez

se descartaron los artículos duplicados e incompletos, quedaron 251 manuscritos. A continuación, se descartaron los artículos escritos en un idioma diferente al inglés, español, francés o alemán, así como tampoco se incluyeron los no relacionados con el tema de interés, tras una revisión por título y resumen, de lo que resultarían un total de 89 trabajos. Finalmente, se rechazaron los artículos no escritos en los últimos 5 años, así pues, tras la aplicación de este último filtro, quedaron un total 14 manuscritos para realizar la revisión (figura 2). Para esclarecer y amenizar la redacción de resultados, se ha considerado exponer los resultados diferenciándolos en lo que sería la secuencia habitual en el manejo ecográfico de una fractura de antebrazo distal, que incluye los siguientes elementos: diagnóstico, reducción de la fractura y seguimiento ambulatorio de la fractura.

Diagnóstico

Los resultados expuestos en la Tabla 1 pertenecen a los estudios incluidos en la revisión sistemática sobre el diagnóstico ecográfico de fracturas de antebrazo distal. Todos los trabajos, menos el publicado por Ackermann y cols.¹⁴, mostraron tanto la sensibilidad como la especificidad diagnóstica de la ecografía. Los 10 estudios incluidos suman un total de 1623 pacientes, con una prevalencia de fracturas de antebrazo distal del 30.17% - 66% entre los pacientes atendidos por contusión en la muñeca. El 100% de los estudios están enfocados en el estudio de la misma región anatómica, el tercio distal de antebrazo o muñeca. En todos los manuscritos, salvo en el publicado por Kozaki y cols.¹⁵, la población estudiada se encontraba en edad pediátrica; la razón para incluir este estudio es que la mayor parte de su *n* corresponde a pacientes pediátricos (72.3%) y el resto a adultos jóvenes.

En cuanto a la sensibilidad en la detección de fracturas con el uso de la ecografía, en comparación con el considerado *gold standard* (radiografía simple en plano posteroanterior (PA) y lateral), el rango varía desde un 91.5% obtenido por Rowland y cols.¹⁹ hasta el 99.5% descrito por Herren y cols.¹⁶, situándose, en cualquier caso, en el resto de trabajos incluidos por encima del 90% en la detección de fracturas de antebrazo¹¹, 14 - 22. La especificidad tiene un rango de resultados

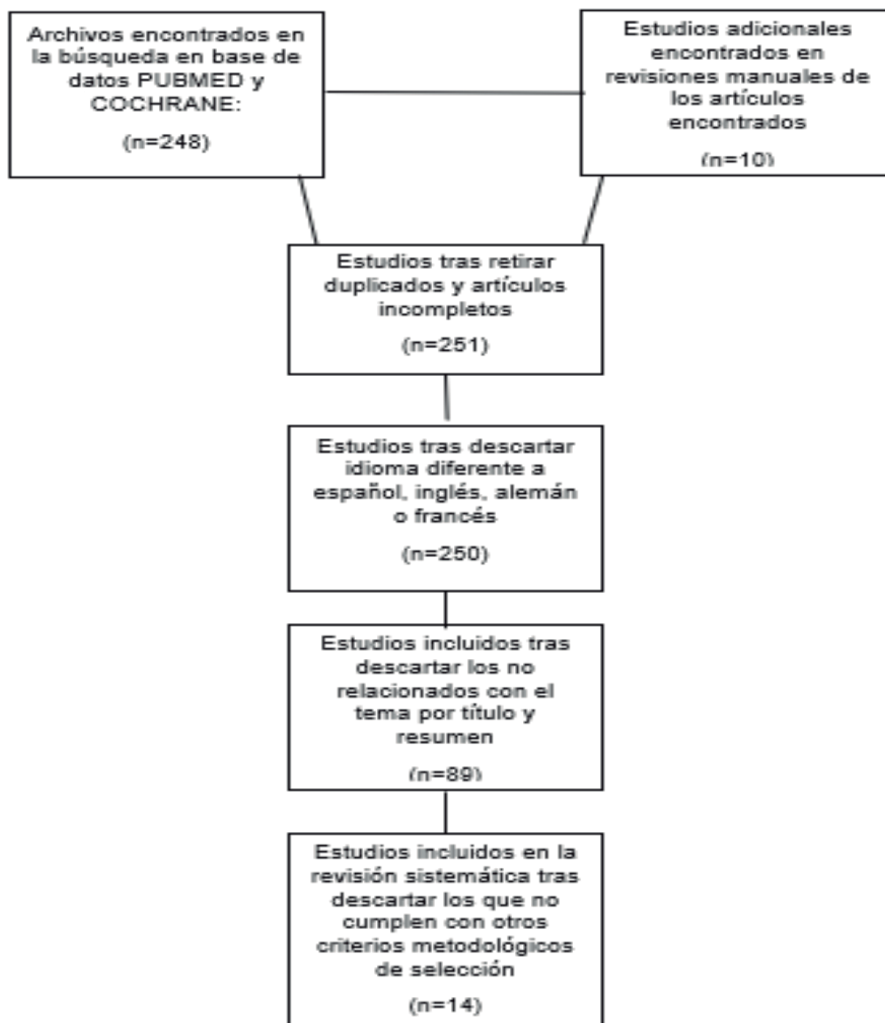


Figura 2. Diagrama de flujo con los artículos incluidos en la revisión, tras la aplicación de los criterios de inclusión y exclusión.

desde el 84% en el estudio de Hedelin y cols.¹⁷ al 99.5% de Herren y cols.¹⁶, de manera que, hasta el 67% de los estudios incluidos ofrecen valores de especificidad superiores al 90%.

Las ecografías en los distintos estudios fueron realizadas por distintas especialidades (traumatología, medicina del deporte, etc.), siendo su máximo representante los médicos que atienden urgencias pediátricas. En los diferentes trabajos, se utilizaron sondas ecográficas similares, siendo todas lineales, con frecuencias entre 5 y 15 megahercios (MHz). La visualización de los radios distales con las sondas ecográficas fue, en su mayor parte, en 6 proyecciones longitudinales del ra-

dio (dorsales, medial, lateral y volares). Asimismo, se incluyeron planos transversales en los estudios de Ko y cols.²² y Kozaki y cols.¹⁵. Por otra parte, Hedelin y cols.¹⁷ y Poonai y cols.¹⁸ llevaron a cabo la visualización con 3 proyecciones longitudinales. El 50% de los investigadores sí tenían conocimientos previos de ecografía, aunque el grado de conocimiento entre ellos fue muy variable^{11, 18, 21-22}. El tiempo de entrenamiento previo descrito en los trabajos incluidos comprende desde 4 minutos (en una cohorte que sí entrenada previamente)¹⁸ hasta 200 minutos (en una cohorte sin hábito previo en el uso de la ecografía)¹⁹.

Autor	Año	Edad	N	Prevalencia	Sensibilidad	Especificidad	Profesional	Sonda/ECO	Proyecciones	Entrenamiento	Experiencia con ECO
Kozaki (15)	2015	Pediátrica (72,3%)	83 (60)	66%	98%	96%	Medicina urgencias	Linear 7.5MHz	6 (longitudinal y transversal)	60 min	No
Herren (16)	2015	Pediátrica	201	51.7%	99.5%	99.5%	Residentes de traumatología	Linear 7.5MHz	6 (longitudinal)	30 min	No
Hedelin (17)	2017	Pediátrica	115	30.17%	97%	84%	Traumatólogo	Linear 15-6 MHz	3 (longitudinal)	90 min	No
Poonai (18)	2017	Pediátrica	176	44.9%	94.7%	93.5%	Pediatras urgencias	Linear 10-5 MHz	3 (longitudinal)	4 min + 25 pruebas correctas	Sí
Rowlands (19)	2017	Pediátrica	419	55.8%	91.5%	87.6%	Pediatras urgencias	Linear 15-6 MHz	6 (longitudinal)	200 min	No
Ahmed (20)	2018	Pediátrica	42	71%	93.3%	92%	Pediatras urgencias	-	-	-	-
Epema (21)	2019	Pediátrica	100	64%	95%	86%	Residentes y adjuntos de Urgencias	Linear HFL38x13-6 MHz y linear 12-4 MHz broadband	6 (longitudinal)	-	Si
Ackermann (14)	2019	Pediátrica	321	64%	98%	-	Traumatólogo, cirujano pediátrico y otros	Linear (frecuencia sin especificar)	6 (longitudinal)	60min	-
Galletebeitia (11)	2019	Pediátrica	115	49.6%	94.4%	96.8%	Pediatras urgencias y residente	Linear 6-15 MHz	6 (longitudinal)	-	Si
Ko (22)	2019	Pediátrica	51	31.4%	97.1%	100%	Medicina del deporte	Linear 6-15 MHz	6 (longitudinal y transversal)	-	Si

Tabla 1. Resultados apreciados en los estudios incluidos en la revisión sistemática sobre el diagnóstico ecográfico de fracturas de antebrazo distal.

Reducción de la fractura

La tabla 2, incluye los estudios incluidos en la revisión sistemática relacionados con la asistencia de la ecografía en la reducción de las fracturas de antebrazo distal o muñeca. Se incluyen 3 artículos²³⁻²⁵, con reclutamientos que varían desde 47 a 100 pacientes, que suponen un total de 205 pacientes, con edad pediátrica y misma región anatómica. Se adoptaron diferentes criterios para considerar una reducción exitosa (angulaciones permitidas); Wellsh et col.²⁴ consideraban como criterio de reducción, en pacientes menores de 9 años, angulaciones en el plano sagital $> 20^\circ$ o $> 15^\circ$ en el plano coronal. Para los pacientes entre 9 y 13 años, los límites permitidos fueron $>10-15^\circ$ en el plano sagital y $> 5^\circ$ en el coronal. Finalmente, entre los pacientes con más de 13 años, los criterios de reducción fueron hasta los $5-10^\circ$ en el plano sagital y 5° en el coronal, sin admitir ningún grado de acortamiento. El criterio de reducción exitosa de Dubrovsky y col.²³, según sus guías de práctica local, consistió en permitir angulaciones menores a 15° en los menores de 12 años, frente a la necesidad de una reducción anatómica en los

mayores de 12 años. Por último, Auten et col.²⁵ en su artículo toleraban hasta 15° de angulación en todas las fracturas de antebrazo, para menores de 9 años y en mayores de 9 años, diferenciaban proximales (con angulación tolerada hasta 10°) de distales (hasta 15°). La aposición en bayoneta estaba permitida en todos los casos. En su estudio, Wellhs y cols.²⁴ protocolizaron una reducción bajo control ecográfico, escaneando los aspectos dorsales, laterales y ventrales del antebrazo afecto, antes y después de la reducción cerrada, y acto seguido, llevar a cabo la inmovilización. Por último, tras dicha inmovilización, se realizaba un control radiográfico, y atendiendo a los criterios de reducción exitosa mostrados en la Tabla 2, se determinaba si la reducción había sido exitosa o si se requerían intervenciones adicionales.

En el caso de Auten y cols.²⁵, se realizaba una reducción bajo fluoroscopia por el traumatólogo. Así pues, cuando se estimaba que la reducción podía ser adecuada, se obtenían imágenes ecográficas longitudinales dorsales, volares y radio-cubitales, y a continuación, se realizaban planos radiográficos definitivos (AP y lateral). Las imá-

Autor	Año	Región Anatómica	Paciente	N	Sensibilidad reducción exitosa	Especificidad reducción exitosa	Tasa reducción exitosa	Cohen Kappa (reducción adecuada)	Método de comparación de técnica ecográfica	Angulaciones permitidas
Dubrovsky (23)	2015	Antebrazo	Pediátrico	100	50%	89.1%		0.98 (a tiempo real)	Reducción asistida con ecografía. Radiografía después de inmovilización	< 12 años: <15° >12 años: reducción anatómica
Wellsh(24)	2016	Antebrazo	Pediátrico	47	-		94%	-	Reducción asistida con ecografía. Radiografía después de inmovilización	<9 años: <20° en el plano sagital y/o <15° en el plano coronal. 9-13 años: <10-15° en el plano sagital y <5° en el coronal. >13 años: <5-10° en el plano sagital y <5° en el coronal. *La aposición en bayoneta es aceptable pero no el acortamiento
Auten(25)	2019	Antebrazo	Pediátrico	58	100% (reducción inadecuada)	92% (reducción inadecuada)	93%	-	Reducción bajo fluoroscopia y posterior obtención de imágenes ecográficas	<9 años hasta 15° de angulación para todas las fracturas y desplazamiento completo. ≥9 años: 10° y ≤15 para fracturas proximales y distales respectivamente además de aposición en bayoneta

Tabla 2. Se exponen los estudios incluidos en la revisión sistemática relacionados con la asistencia de la ecografía en la reducción de las fracturas de antebrazo distal o muñeca.

genes ecográficas y radiográficas eran comparadas por facultativos entrenados, mediante el medidor de ángulos del programa PACS. Dubrovsky y cols.23, en su estudio, valoraron la fractura bajo control ecográfico en al menos 2 planos antes de realizar la reducción cerrada, además de obtener una imagen a tiempo real de la reducción. Cuando se consideraba que la reducción era adecuada, se

extraían imágenes en 2 planos ortogonales, longitudinal-dorsal o longitudinal-volar y longitudinal lateral (figura 3) Después de la reducción cerrada, tras la inmovilización, se realizaban radiografías en plano AP y lateral, que se comparaban con las imágenes ecográficas. La toma de decisiones terapéuticas, por protocolo, se realizó en base a los hallazgos radiográficos.

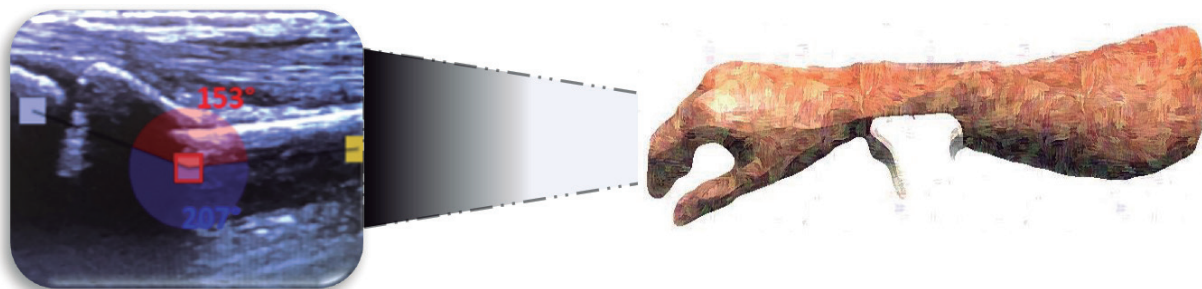


Figura 3. Obtención de imágenes con sonda lineal en plano longitudinal radial y medición de angulación de la fractura en imagen ecográfica.

Se describen la sensibilidad y especificidad en la reducción exitosa, que en el caso del trabajo publicado por Dubrovsky y cols.²³ se correspondió con 50% y 89,1%, respectivamente, frente a una sensibilidad del 100% y una especificidad del 92% en el estudio presentado por Auten y cols.²⁵. Otra variable estudiada es la tasa de reducción exito-

sa, que se corresponde con el número de éxitos en la reducción de la fractura asistida por ecografía. En los estudios revisados, dicha tasa se sitúa entre el 93%-94%^{24,25}. Respecto al coeficiente de kappa Cohen para valorar la concordancia entre examinadores, los datos reclutados nos muestran un coeficiente de 0.98 a tiempo real²³.

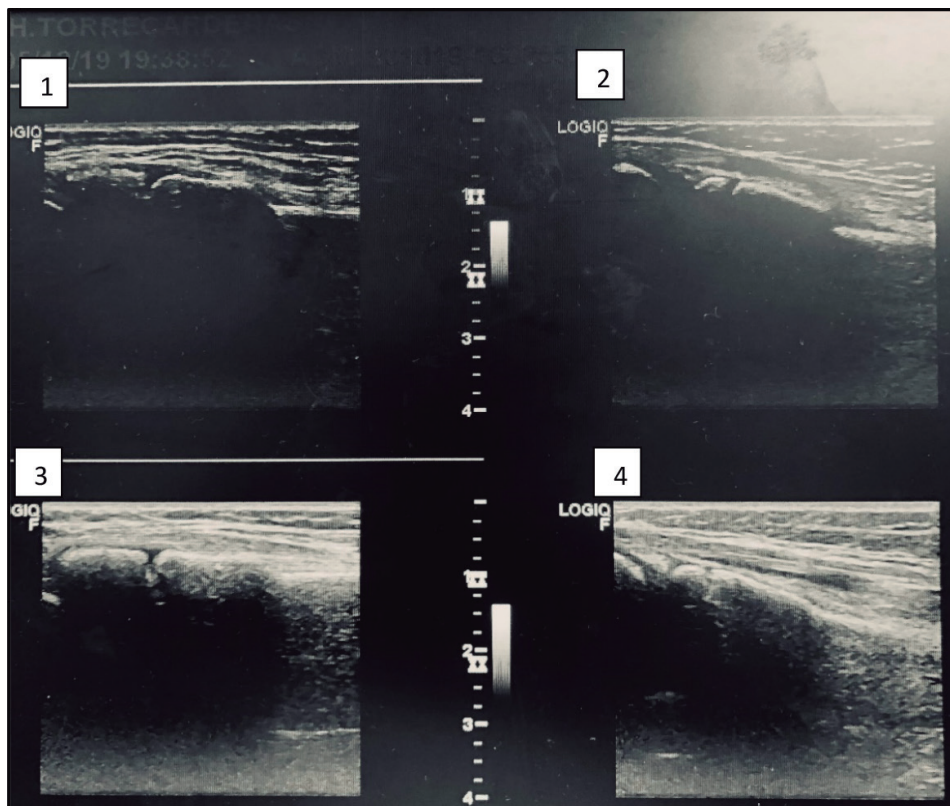


Figura 4. Imágenes correspondientes a la reducción con asistencia ecográfica de fractura de muñeca realizada en Hospital Torrecárdenas. Léase la imagen de izquierda a derecha y de arriba abajo según numeración 1-4. 1: imagen inicial de la fractura. 2 & 3: imágenes durante proceso de reducción. 4: imagen tras la reducción.

Seguimiento ambulatorio de la fractura

Del seguimiento ecográfico de las fracturas de antebrazo en niños no se han encontrado estudios clínicos.

DISCUSIÓN

En la presente revisión, mostramos 14 estudios relacionados con el uso de la ecografía en las fracturas de antebrazo distal; desde su uso en el

momento del diagnóstico, su utilidad durante la reducción y, finalmente, en las revisiones en consulta; recopilándose un total de 1852 pacientes.

En lo que respecta a la detección de las fracturas, la ecografía, ha demostrado una sensibilidad y especificidad diagnóstica muy elevadas; por encima del 90%, en comparación con el gold standard en la actualidad, la radiología simple. Esto demuestra que la ecografía es una herramienta potente y segura en la valoración clínica de la fractura, así como supone una alternativa a la ra-

diografía simple debido a su disponibilidad, fácil transporte, necesidad de un menor tiempo hasta la realización del examen y la posibilidad de evitar el uso de radiación ionizante durante el examen. Además, puede ser de gran utilidad en zonas o países con recursos muy limitados, donde existan dificultades o no sea posible realizar una radiografía simple. Su portabilidad y su menor coste son aspectos muy interesantes, aunque no sean los objetivos principales en esta revisión. En su artículo acerca de la utilidad de los ultrasonidos en niños y adultos, Weinberg y col. (con referencia a los datos de la OMS), cuantifican hasta el 75% la proporción de población mundial que no puede acceder a ninguna imagen diagnóstica, lo que puede conducir a una evaluación deficiente y un tratamiento inadecuado del paciente²⁶. Por ello, la OMS recomienda la utilización de la ecografía en su guía de asistencia básica al trauma, Además, puede suponer una gran herramienta en los accidentes masivos, medicina rural, zonas de combate y atención prehospitalaria^{18,27,28,29,14,30}.

Otro factor a favor del uso de la ecografía, en este caso en la edad pediátrica, es el hecho de que la inmadurez esquelética puede dificultar la interpretación de radiografías, pues las fracturas ocultas pueden pasar inadvertidas debido a la superposición de estructuras o por no incidir el haz de rayos x perpendicular al foco de fractura, además de que el cartílago de crecimiento es radiotransparente, lo que limita la evaluación de fracturas yuxtaarticulares³¹.

Dado el dinamismo de la ecografía y que su imagen es examinador-dependiente, varios autores proponen realizar la ecografía con un método estandarizado, consistente en seis posiciones pre-determinadas de la sonda ecográfica en la zona distal de la muñeca, lo que permite reducir drásticamente la necesidad de entrenamiento en la técnica de obtención de imágenes de ultrasonido y facilita su posterior valoración^{12,16,17,19,32}.

La calidad de los estudios revisados, con nivel de evidencia II y III, no es suficiente para establecer protocolos estrictos que sustituyan el papel de la radiografía en la actualidad ; se necesitan más estudios clínicos de no inferioridad.

En lo que respecta a la asistencia en la reducción cerrada de la fractura, a pesar de que las téc-

nicas de imagen a tiempo real, como la fluoroscopia, no han demostrado superioridad en términos de desplazamiento inaceptable inicial (tras la primera reducción) y desplazamiento secundario; es aconsejable la visualización a tiempo real de la fractura una vez reducida para detectar posibles inestabilidades e incluso para la elección de los puntos de apoyo adecuados para mantener la reducción de la fractura mientras se coloca el yeso. En la utilización de la fluoroscopia, no podemos obviar la radiación que supone tanto para el paciente como para el médico.⁽³³⁾⁽³⁴⁾ Aunque tampoco se aprecian mejores resultados en la reducción cerrada con ayuda de ecografía, frente a su no utilización, sin duda, es una herramienta comparable a la fluoroscopia continua, libre de radiaciones, con un 93-94% de éxito y un menor tiempo de espera en urgencias. La ecografía ofrece mayor certeza de que la reducción es adecuada, respecto a una simple valoración clínica, y además permite una monitorización a tiempo real en el momento de la reducción^{24,35,36,37}. La principal dificultad en la actualidad es que las medidas de reducción ecográfica no están aún estandarizadas²⁵. En este apartado de la revisión se decidió añadir los estudios que incluían todo el antebrazo, pues no se encontraron estudios específicos de la de la zona distal del antebrazo. Además, destaca una evidencia científica limitada, con nivel II-III, así como la disparidad de variables, que no permite analizar con precisión los resultados entre los diferentes estudios expuestos.

Actualmente no existen estudios clínico-ecográficos respecto a las revisiones ambulatorias de las fracturas de muñeca. Un impedimento obvio es la imposibilidad para realizar una ecografía a través de la inmovilización; ya sea tipo férula o yeso cerrado. Algunos trabajos recomiendan cambiar el yeso entre la primera y segunda semana de la fractura por disminución de la inflamación y posterior aflojamiento del yeso. Este podría ser un buen momento para una nueva valoración de la fractura bajo ultrasonografía en la misma consulta, a tiempo real y sin necesidad de radiación ionizante. Conociendo la naturaleza de la fractura y sus factores de riesgo para el desplazamiento secundario, sería un territorio interesante para plantear estudios futuros^{38,39}.

CONCLUSIÓN

En la actualidad, la ecografía supone una alternativa a la radiografía simple en la detección y como asistente en la reducción de las fracturas de antebrazo, con algunas ventajas, como la posibilidad de realizar una exploración en tiempo real y sin necesidad de radiación ionizante.

Se necesitan estudios con mayor rigor metodológico, de no inferioridad o equivalencia, que permitan a la ecografía suplir el papel que, todavía hoy, tiene la radiografía en el paciente pediátrico con traumatismo en la muñeca.

BIBLIOGRAFÍA

1. Waters P M. Distal radius and ulna fractures. In: Rockwood and Wilkins' Fractures in Children. (Ed. Beaty JH, Kasser JR). Lippincott-Williams & Wilkins: Philadelphia, PA; 2001
2. Little JT, Kliensky NB, Chaturvedi A, Soral A, Chaturvedi A. Pediatric distal forearm and wrist injury: An imaging review. *Radiographics*. 2014;34(2):472–90. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24617692/>
3. Atkinson S, Neep M, Starkey D. Reject rate analysis in digital radiography: an Australian emergency imaging department case study. *J Med Radiat Sci*. 2020;67(1):72–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31318181/>
4. Ruffing T, Danko T, Henzler T, Weiss C, Hofmann A, Muhm M. Number of positive radiographic findings in pediatric trauma patients. *Emerg Radiol [Internet]*. 2017;24(3):281–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s10140-017-1482-x>
5. OMS. Comunicando los riesgos de la radiación en radiodiagnóstico pediátrico. *Minist Sanidad, Serv Soc e Igual España*. 2016;3–9. Available from: https://www.who.int/ionizing_radiation/pub_meet/radiation-risks-paediatric-imaging/es/
6. Slaar A, Walenkamp MMJ, Bentohami A, Maas M, van Rijn RR, Steyerberg EW, et al. A clinical decision rule for the use of plain radiography in children after acute wrist injury: development and external validation of the Amsterdam Pediatric Wrist Rules. *Pediatr Radiol*. 2016;46(1):50–60. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4706582/>
7. Golding LP, Yasin Y, Singh J, Gyr BM, Gardner A, Anthony E. Imaging of the elbow in children with wrist fracture: an unnecessary source of radiation and use of resources? *Pediatr Radiol*. 2015;45(8):1169–73. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25715709/>
8. Luther G, Miller P, Waters PM, Bae DS. Radiographic evaluation during treatment of pediatric forearm fractures: Implications on clinical care and cost. *J Pediatr Orthop*. 2016;36(5):465–71. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25887819/>
9. Sumko MJ, Hennrikus W, Slough J, Jensen K, Armstrong D, King S, et al. Measurement of radiation exposure when using the mini C-Arm to Reduce Pediatric Upper Extremity Fractures. *J Pediatr Orthop*. 2016;36(2):122–5. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25730377/>
10. Emerg JA, Williamson D, Watura R, Cobby M. Williamson D, Watura R, Cobby M. Ultrasound imaging of forearm fractures in children: a viable alternative? *2000;17(February 2000):22–4*. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10658986/>
11. Gallettebeitia Laka I, Samson F, Gorostiza I, Gonzalez A, Gonzalez C. The utility of clinical ultrasonography in identifying distal forearm fractures in the pediatric emergency department. *Eur J Emerg Med*. 2019;26(2):118–22. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29036004/>
12. Eckert K, Ackermann O, Schweiger B, Radeloff E, Liedgens P. Sonographic diagnosis of metaphyseal forearm fractures in children: A safe and applicable alternative to standard X-rays. *Pediatr Emerg Care*. 2012;28(9):851–4. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22929137/>
13. Ang SH, Lee SW, Lam KY. Ultrasound-guided reduction of distal radius fractures. *Am J Emerg Med [Internet]*. 2010;28(9):1002–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajem.2009.05.022>
14. Ackermann O, Wojciechowski P, Dzierzega M, Grosser K, Schmitz-Franken A, Rudolf H, et al. Sokrat II - An International, Prospective, Multicenter, Phase IV Diagnostic Trial to Evaluate the Efficacy of the Wrist SAFE Algorithm in Fracture Sonography of Distal Forearm Fractures in Children. *Ultraschall der Medizin*. 2019;40(3):349–58. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30722068/>
15. Kozaci N, Ay MO, Akcimen M, Turhan G, Sasmaz I, Turhan S, et al. Evaluation of the effectiveness of bedside point-of-care ultrasound in the diagnosis and management of distal radius fractures. *Am J Emerg Med [Internet]*. 2015;33(1):67–71. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajem.2014.10.022>
16. Herren C, Sobottke R, Ringe MJ, Visel D, Graf M, Müller D, et al. Ultrasound-guided diagnosis of fractures of the distal forearm in children. *Orthop Traumatol Surg Res [Internet]*. 2015;101(4):501–5. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.otsr.2015.02.010>
17. Hedelin H, Tingström C, Hebelka H, Karlsson J. Minimal training sufficient to diagnose pediatric wrist fractures with ultrasound. *Crit Ultrasound J*. 2017;9(1). Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5422216/>
18. Poonai N, Myslik F, Joubert G, Fan J, Misir A, Istasy V, et al. Point-of-care Ultrasound for Nonangulated

- Distal Forearm Fractures in Children: Test Performance Characteristics and Patient-centered Outcomes. *Acad Emerg Med*. 2017;24(5):607–16. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27976448/>
19. Rowlands R, Rippey J, Tie S, Flynn J. Bedside Ultrasound vs X-Ray for the Diagnosis of Forearm Fractures in Children. *J Emerg Med [Internet]*. 2017;52(2):208–15. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jemermed.2016.10.013>
 20. Ahmed A.S., Abdelhady A.E. MB. Ultrasound as a Diagnostic Tool in Paediatric Distal Forearm Fractures. *Ir Med J*. 2018;111(10)(836). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30558409/>
 21. Epema AC, Spanjer MJB, Ras L, Kelder JC, Sanders M. Point-of-care ultrasound compared with conventional radiographic evaluation in children with suspected distal forearm fractures in the Netherlands: A diagnostic accuracy study. *Emerg Med J*. 2019;36(10):613–6. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31530583/>
 22. Ko C, Baird M, Close M, Cassas KJ. The Diagnostic Accuracy of Ultrasound in Detecting Distal Radius Fractures in a Pediatric Population. *Clin J Sport Med*. 2019;29(5):426–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31460957/>
 23. Dubrovsky AS, Kempinska A, Bank I, Mok E. Accuracy of ultrasonography for determining successful realignment of pediatric forearm fractures. *Ann Emerg Med [Internet]*. 2015;65(3):260–5. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.annemergmed.2014.08.043>
 24. Wellsh BM, Kuzma JM. Ultrasound-guided pediatric forearm fracture reductions in a resource-limited ED. *Am J Emerg Med [Internet]*. 2016;34(1):40–4. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajem.2015.09.013>
 25. Auten JD, Naheedy JH, Hurst ND, Pennock AT, Hollenbach KA, Kanegaye JT. Comparison of pediatric post-reduction fluoroscopic- and ultrasound forearm fracture images. *Am J Emerg Med [Internet]*. 2019;37(5):832–8. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2018.07.050>
 26. Weinberg ER, Tunik MG, Tsung JW. Accuracy of clinician-performed point-of-care ultrasound for the diagnosis of fractures in children and young adults. *Injury [Internet]*. 2010;41(8):862–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.injury.2010.04.020>
 27. Chaar FM, Warkentine F, Herr S, Cross K, Paul R. Bedside ultrasound evaluation of distal forearm fractures in the Pediatric Emergency Department. *Pediatr Emerg Care [Internet]*. 2009;25(10):705.
 28. Kodama N, Takemura Y, Ueba H, Imai S, Matsusue Y. Ultrasound-assisted closed reduction of distal radius fractures. *J Hand Surg Am [Internet]*. 2014;39(7):1287–94. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhssa.2014.02.031>
 29. Katzer C, Wasem J, Eckert K, Ackermann O, Buchberger B. Ultrasound in the Diagnostics of Metaphyseal Forearm Fractures in Children: A Systematic Review and Cost Calculation. *Pediatr Emerg Care*. 2016;32(6):401–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26087441/>
 30. Chartier LB, Bosco L, Lapointe-Shaw L, Chenkin J. Use of point-of-care ultrasound in long bone fractures: A systematic review and meta-analysis. *Can J Emerg Med*. 2017;19(2):131–42. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27916021/>
 31. Beltrame V, Stramare R, Rebellato N, Angelini F, Frigo AC, Rubaltelli L. Sonographic evaluation of bone fractures: A reliable alternative in clinical practice? *Clin Imaging [Internet]*. 2012;36(3):203–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.clinimag.2011.08.013>
 32. Douma-Den Hamer D, Blanker MH, Edens MA, Buijteweg LN, Boomsma MF, Van Helden SH, et al. Ultrasound for distal forearm fracture: A systematic review and diagnostic meta-analysis. *PLoS One*. 2016;11(5):1–16. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27196439/>
 33. Menachem S, Sharfman ZT, Perets I, Arami A, Eyal G, Drexler M, et al. Does fluoroscopy improve outcomes in paediatric forearm fracture reduction? *Clin Radiol [Internet]*. 2016;71(6):616.e1–616.e5. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.crad.2016.02.010>
 34. Goodman AD, Zonfrillo MR, Chiou D, Ebersson CP, Cruz AI. The cost and utility of postreduction radiographs after closed reduction of pediatric wrist and forearm fractures. *J Pediatr Orthop*. 2019;39(1):e8–11. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29049266/>
 35. Socransky S, Skinner A, Bromley M, Smith A, Anawati A, Middaugh J, et al. Ultrasound-Assisted Distal Radius Fracture Reduction. *Cureus*. 2016;8(7). Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4977225/>
 36. Sabzghabaei A, Shojaee M, Arhami Dolatabadi A, Manouchehrifar M, Asadi M. Ultrasound-Guided Reduction of Distal Radius Fractures. *Emerg (Tehran, Iran)*. 2016;4(3):132–5. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27299141/>
 37. Bozkurt O, Ersel M, Karbek Akarca F, Yalcinli S, Midik S, Kucuk L. The diagnostic accuracy of ultrasonography in determining the reduction success of distal radius fractures. *Turkish J Emerg Med [Internet]*. 2018;18(3):111–8. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.tjem.2018.04.001>
 38. Asadollahi S, Ooi KS, Hau RC. Distal radial fractures in children: risk factors for redisplacement following closed reduction. *J Pediatr Orthop*. 2015;35(3):224–8. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24978123/>
 39. Riera-Álvarez L, Pons-Villanueva J. Do wrist buckle fractures in children need follow-up? buckle fractures' follow-up. *J Pediatr Orthop Part B*. 2019;28(6):553–4. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31305367/>