

Concordancia diagnóstica del ultrasonido versus Rayos X, para fracturas de huesos pequeños, Servicio de Emergencia del Hospital de los Valles, Cumbayá, 2015-2017

Augusto Maldonado(1), María Eugenia López(2), Pablo Endara(3)

1. Médico Docente de la Facultad de Medicina, Universidad San Francisco de Quito. amaldonado@usfq.edu.ec

2. Médico Emergenciólogo, Hospital de los Valles, Cumbayá. maru3871@gmail.com

3. Médico Docente de la Facultad de Medicina, Universidad San Francisco de Quito. pendara@usfq.edu.ec

RESUMEN

Los traumatismos de extremidades son una de las principales causas de morbilidad en nuestro medio. El ultrasonido ha surgido como un elemento de diagnóstico de bajo costo, rápido y sin efectos que deterioren la salud. La exploración del componente músculo esquelético con ultrasonido de las extremidades se puede hacer con facilidad pero requiere de entrenamiento para la interpretación adecuada de las imágenes. Los estudios convencionales como la radiografía y tomografía son útiles, sin embargo, son de mayor costo y con riesgos para la salud. Los equipos de ultrasonido son de fácil instalación y han demostrado tener utilidad en el diagnóstico de fracturas de huesos largos especialmente.

Objetivo: comparar la efectividad del ultrasonido versus rayos X en traumatismos cerrados agudos en extremidades superiores e inferiores en pacientes con sospecha de fracturas de huesos pequeños.

Materiales y Métodos: Este fue un estudio de corte-transversal que incluyó a cuarenta y tres pacientes consecutivos ingresados en el departamento de emergencias con sospecha de fracturas de huesos pequeños de extremidades debido a un trauma. Fueron evaluados por ultrasonido y rayos X para establecer su concordancia. El diagnóstico final de la presencia o no de una fractura fue establecido por el criterio clínico de un traumatólogo.

Resultados: Con el método ecográfico fue posible diagnosticar un 26% más de fracturas que con los rayos x. Hubo una moderada concordancia 73.68% y un índice kappa 0,51 $p < 0.0002$.

Conclusiones: La concordancia establecida es moderada, probablemente a expensas de la mayor capacidad de diagnóstico del ultrasonido.

Palabras claves: fracturas, ecografía, efectividad, estudio comparativo.

Ultrasound diagnostic agreement and X-rays, for fractures of small bones, Emergency Service of the Hospital de los Valles, Cumbayá, 2015-2017

ABSTRACT

Trauma of extremities are one of the main causes of morbidity in our setting. Ultrasound has emerged as a diagnostic tool due to its low cost, wide availability and minimal health risks. Exploration of muscles and bones with ultrasound is easy but demands specialized training for the interpretation of images. On the other side, classical Rx and Tomographic studies are costly and are riskier regarding negative health effects.

Objective: This study aims to compare concordance between ultrasound and classical Rx approach in patients with suspected small bone fracture.

Materials and Methods: This was a cross-sectional study that included forty-three consecutive patients admitted to the emergency department with suspected fractures of small limb bones due to trauma. They were evaluated by ultrasound and X-rays to establish their agreement. The final diagnosis of the presence or not of a fracture was established by a traumatologist.

Results: Ultrasound performed better than X-rays and was able to detect an extra 26% more fractures. Concordance between both methods was moderate (73.7%), and Kappa index was 0.51, $p\text{-value} < 0.0002$.

Conclusions: Concordance between ultrasound and classical X-rays was moderate, this might be explained because ultrasound presented a higher capacity to detect fractures of small bones.

Keywords: fractures, ultrasound, effectiveness, diagnostic efficacy

INTRODUCCIÓN

El uso diagnóstico y terapéutico del ultrasonido inicia en el siglo XX al término de la Segunda Guerra Mundial. (1) En los años 80 se reportaron las primeras aplicaciones del ultrasonido como herramienta de diagnóstico en lesiones del tejido músculo esquelético; la ecografía es el mejor método para valorar el contorno de todo tejido óseo (2), tiene gran utilidad en localizaciones específicas como huesos largos, teniendo como ventaja la posibilidad de enfocar el transductor en el área del dolor (3). El sitio de dolor es la guía de evaluación y la comparación con el miembro opuesto permite diferenciar las características anormales de las normales o variantes anatómicas. (4)

El diagnóstico oportuno de fracturas está relacionado con el uso de imágenes sean estas radiografías, tomografías u otros como ultrasonido (5), sin embargo, es una preocupación el efecto acumulativo de la radiación y los potenciales efectos negativos sobre la salud (6). El uso de ultrasonido se ha transformado en una herramienta especialmente útil para lograr un diagnóstico exacto y rápido en estos casos.

La ecografía podría ser de utilidad luego de una exploración inicial radiográfica que no haya sido concluyente, la ecografía es especialmente útil en el diagnóstico de fracturas no desplazadas que no se observan en radiografías simples. (7)

Las fracturas óseas se pueden visualizar ecográficamente por signos directos como la discontinuidad o irregularidad cortical, reverberación, sombras acústicas posterior e indirectos como la elevación del periostio, hematoma subperióstico o yuxtafisario, visualizándose mejor aquellas estructuras óseas que se encuentren más cerca al transductor (8). Este método diagnóstico puede revelar cambios sutiles que no son detectables a través de la radiografía convencional como por ejemplo: reacciones del periostio, soluciones de continuidad o fracturas, colecciones líquidas subperiósticas, fracturas epifisarias de metatarsianos, cabeza del radio, húmero, de los cartílagos de crecimiento o de huesos inmaduros de los niños (9).

En un análisis de 26 pacientes, con trauma de antebrazo, entre los 2 y 13 años, se detectaron 16 fracturas con ultrasonido confirmados por radiografías, obteniéndose en este estudio que el ultrasonido tiene una sensibilidad y una especificidad del 100% (10). Un estudio similar realizado con 653 pacientes incluyó sujetos recién nacidos hasta 17 años de edad, comparó el diagnóstico de fracturas realizado con ultrasonido y Rx obteniendo una sensibilidad de 92.9% el ultrasonido en comparación con un 93.2% los Rx una especificidad de 99.5% el ultrasonido y 99.8% los Rx (11).

Tanto en el estudio que se indica anteriormente como en el presente estudio no hubo un verdadero estándar de oro porque se realiza una comparación sabiendo las limitaciones de los dos métodos y comprendiendo que los dos mejores procedimientos de diagnóstico son la tomografía axial computarizada (TAC) y la resonancia magnética nuclear (RMN) pero el uno expone a radiación y los dos son de

costo elevado. Por esta razón se usó la estrategia del criterio clínico más las imágenes de Rx y/o ultrasonido para el diagnóstico.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se realizó en Quito, en el Servicio de Emergencia del Hospital de los Valles en el período 2015-2017. El estudio fue aprobado por el comité de ética en investigación en seres humanos de la USFQ y se realizó previo consentimiento informado de los pacientes o su representante en el caso de ser menores de edad.

Se incluyeron cuarenta y tres pacientes consecutivos quienes sufrieron traumatismos en extremidades superiores e inferiores y cuyas características clínicas sugerían la presencia de una fractura de huesos pequeños. Se trata de un estudio observacional descriptivo para evaluar la utilidad diagnóstica del ultrasonido para las fracturas de huesos pequeños. Se comparó la concordancia entre las imágenes diagnósticas de Rayos X y las de ultrasonido para el diagnóstico de fracturas de huesos pequeños.

Ingresaron en el estudio pacientes que presentaron antecedentes de trauma cerrado de extremidades en los cuales existían síntomas y/o signos inflamatorios de lesión y a los que se les practicó inmediatamente un examen ecográfico músculo-esquelético cuya conclusión fue registrada, posteriormente se realizó Rx como prueba referencial de diagnóstico en el estudio; luego se estableció la concordancia en una tabla de contingencia de 2x2. En cuanto a la interpretación de las imágenes del ultrasonido fue realizada por el médico emergenciólogo mientras que el informe final de imagenología fue nuestro standard de comparación. El diagnóstico definitivo fue realizado por el Traumatólogo en base a su juicio clínico y los informes de las imágenes.

Se realizó un análisis descriptivo para explorar las características generales de la muestra estudiada calculando los porcentajes de los principales datos de los pacientes (edad, sexo, características de la lesión) en relación a los 43 pacientes con diagnóstico de fractura. Variables continuas como edad fueron expresados como promedios y su desviación estándar.

El análisis de concordancia entre los diagnósticos de fractura por RX y ECO fue restringido a los 38 pacientes que tuvieron disponibles las 2 pruebas. Para esto, se tomó en cuenta la naturaleza pareada de los datos y se calcularon los coeficientes de concordancia simples y Kappa. Los análisis también fueron realizados estratificando a la muestra por edad, localización de la fractura y tiempo de evolución para saber si estos factores pueden modificar los resultados.

RESULTADOS

Características de la población de estudio.

Cuarenta y tres pacientes que acudieron al servicio de emergencia por fractura de miembro superior o inferior con compromiso de huesos pequeños constituyeron la población de estudio. La edad varió entre 10 a 89 años, aunque

mayoritariamente los participantes fueron menores de 40 años (63%). Alrededor de dos tercios de los participantes fueron de sexo masculino. Veinte pacientes (53%) tuvieron fractura de miembro superior y de ellos la mayoría (65%) fue en carpo, mientras que en miembro inferior la mayoría (61%) fue en tobillo. En miembro superior e inferior la mayoría de participantes no presentaron deformidad, pero en más del 50% en los dos grupos tuvieron limitación funcional de la extremidad comprometida. La gran mayoría de pacientes (83%) tuvieron un tiempo de evolución inferior a un día (Tabla 1).

Tabla 1. Características generales de la población de estudio

Fractura huesos pequeños	N=43
Edad, media; DS, (rango)	35.11; 19.55; (10-89)
N (%)	
Categorías de edad	
10-24 años	16 (37.21)
25-39 años	11 (25.58)
40-54 años	9 (20.93)
≥ 55 años	7 (16.28)
Sexo	
mujer	15 (34.88)
hombre	28 (65.12)
Localización de la fractura	
miembro inferior	23 (46.51)
miembro superior	20 (53.49)
Sublocalización inferior	
Tobillo	14 (60.87)
pie/tarso	9 (39.13)
Sublocalización superior	
carpo	13 (65)
mano	7 (35)
Tiempo de evolución de Fractura	
<24 hs	35 (83.33)
24-48 hs	6 (14.29)
>48 hs	1 (2.38)
Deformidad en miembro inferior	
ausente	21 (91.30)
presente	2 (8.70)
Deformidad en miembro superior	
ausente	15 (78.95)
presente	4 (21.05)
Limitación de miembro inferior	
ausente	10 (43.48)
presente	13 (56.52)
Limitación de miembro superior	
ausente	7 (36.84)
presente	12 (63.16)

DIAGNÓSTICO DE LA FRACTURA POR MEDIO DE ECO Y RX.

El diagnóstico de fractura en miembro superior e inferior fue más frecuentemente realizado por la exploración ecográfica que la exploración de Rx, según el criterio tanto de imagen como del especialista traumatólogo explicado en la sección de métodos.

Existieron 10 diagnósticos de fractura hechos por ECO que fueron negativos (falsos negativos) para el RX (una diferencia de 26% de diagnósticos de fractura más realizados por el ECO en relación con la RX), pero no existieron diagnósticos con resultados negativos para fractura por Eco y que resultaran positivos por medio de RX (Tabla 2).

Tabla 2. Diagnóstico de fracturas según Ecografía o Rayos X

Diagnóstico de fractura por ECO			
Diagnóstico de fractura por RX	presente	ausente	Valor P
presente	14 (36.8%)	0	
ausente	10 (26.4%)	14 (36.8%)	0.002

Concordancia entre el diagnóstico de fractura de huesos pequeños por ECO y por RX.

Existe una moderada concordancia entre el diagnostico de fractura de huesos pequeños entre el uso de ECO y el de la radiografía simple, tanto para diagnóstico de fracturas de huesos pequeños en miembro superior como inferior, siendo dicha concordancia algo mejor para la fractura de huesos pequeños en miembro superior (Kappa de miembro superior> kappa de miembro inferior). Lo que se traduce en que el uso del ECO representó un incremento estadísticamente importante de 20% y 33% de diagnósticos de fracturas de huesos pequeños en miembro superior y miembro inferior respectivamente (Tabla 3).

Concordancia entre el diagnóstico de fractura de huesos pequeños por ECO y por RX, según edad.

La capacidad del ECO para diagnóstico de fracturas de huesos pequeños en miembro superior e inferior fue estadísticamente significativa para detectar un 15% y un 13% más de diagnósticos de fracturas en individuos de 10-24 y mayores de 39 años, respectivamente. El incremento del porcentaje de diagnóstico de fractura en edades intermedias de 25-39 años no fue estadísticamente importante (Tabla 4).

Concordancia entre el diagnóstico de fractura de huesos pequeños por ECO y por RX, según tiempo de evolución de la fractura.

Existe una mejor concordancia del diagnóstico de fractura de huesos pequeños entre ECO y RX en los pacientes que acuden antes de las 24 hs. de evolución. El diagnóstico de ECO fue estadísticamente asociado con un incremento de un 22% de diagnósticos de fractura de huesos pequeños en los pacientes con menos de 24 hs. de evolución (Tabla 5).

Tabla 3. Análisis de concordancia entre el dg de fractura por RX versus Ecografía.

	Miembro Superior		Miembro inferior		Total	
	Dg Eco		Dg Eco		Dg Eco	
Dg RX	presente	ausente	presente	ausente	presente	ausente
presente	8 (40%)	0	6 (33.3%)	0	14	0
ausente	4 (20%)	8 (40%)	6 (33.3%)	6 (33.3%)	10	14
Concordancia simple	80%		66,67%		73,68%	
Concordancia esperada	48%		44.4%		46.5%	
índice Kappa	0.61		0.4		0.51	
Valor P	0.0001		0.02		0.0002	

Tabla 4. Análisis de concordancia del dg de fractura según categorías de edad

	10-24 años		25-39 años		>39 años	
	Dg Eco					
Dg RX	presente	ausente	presente	ausente	presente	ausente
presente	5 (38.5%)	0	2 (20%)	0	7 (46.6%)	0
ausente	2 (15.4%)	6 (45.1%)	6 (60%)	2 (20%)	2 (13.3%)	6 (40%)
Concordancia simple	84.62%		40%		86.67%	
Concordancia esperada	49.11%		32%		49.33%	
índice Kappa	0.7		0.12		0.74	
Valor P	0.004		0.21		0.0015	

Tabla 5. Análisis de concordancia del dg de fractura según tiempo de evolución

	<24 horas		>24 horas	
	ECO		RX	
	presente	ausente	presente	ausente
presente	13 (40.62)	0	1 (20%)	0
ausente	7 (21.8%)	12 (37.5%)	2 (40%)	2 (40%)
Concordancia simple	78.13%		60%	
Concordancia esperada	47.66%		44%	
Índice Kappa	0.58		0.29	
Valor P	0.0001		0.18	

DISCUSIÓN

El ultrasonido es un medio diagnóstico sencillo, no invasivo e inocuo, que se puede realizar a la cabecera del paciente y es especialmente útil en sitios en donde no hay acceso a estudios radiológicos (20)

En este estudio el objetivo fue comparar la utilidad diagnóstica del ultrasonido en comparación con la Rx para el diagnóstico de fracturas de huesos pequeños en extremidades superiores e inferiores(20–22)CT scan or MRI . De acuerdo a la literatura el uso de ultrasonido para detectar fracturas en extremidades superiores tiene una sensibilidad del 93% y una especificidad del 92%, sin embargo, en extremidades inferiores es menos eficaz, 82% y 93% respectivamente (22) . Partiendo de una evaluación clínica sugestiva de fractura y teniendo en cuenta el antecedente de traumatismo, nuestros resultados orientan a que las fracturas de huesos pequeños son diagnósticadas con alta validez diagnóstica cuando se

utiliza el ultrasonido especialmente dentro de las primeras 24h luego del traumatismo.

En nuestro estudio se establecieron más diagnósticos de fracturas por medio ecográfico que usando el estandar internacional que en este caso es la radiografía convencional, lo cual constituye un fenómeno inusual en relación a lo publicado (15-19-22), sin embargo, puede haber varios factores influyentes tales como las interpretaciones de los profesionales que analizan las imágenes como también el criterio clínico de los diferentes traumatólogos que realizaron las respectivas evaluaciones.

Los índices de concordancia que pensamos encontrar son menores a los esperados, los datos expuestos establecen una mayor validez diagnostica para fracturas de huesos pequeños de las extremidades con el uso de ultrasonido lo que distorsiona el resultado de concordancia pero a su vez establece la necesidad de cuestionarse las razones de

este hallazgo. Este estudio abre la necesidad de realizar un nuevo proyecto en el cual la discrepancia entre los hallazgos ultrasónicos y de imagen sea resuelta por una tomografía estableciendo este método como estándar de oro.

Es probable que el ultrasonido desplace a la Rx como prueba de uso común cuando hay sospecha de fractura de huesos pequeños de las extremidades.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los hallazgos de este estudio, el uso de ultrasonido permite diagnosticar con mayor frecuencia las fracturas de huesos pequeños especialmente en jóvenes (menores de 25 y mayores de 39 años) no así en edades intermedias, y también incrementa estadísticamente el diagnóstico de fractura de huesos pequeños cuando la evolución del cuadro no supera las 24 horas.

Esperabamos que la concordancia entre los dos métodos de diagnóstico sea alta pero siempre a favor de la RX que es la prueba inicial más utilizada. Sorpresivamente evidenciamos una mayor eficacia diagnóstica del ultrasonido. Los hallazgos de este estudio nos conducen a cuestionarnos si se pudieron haber introducido sesgos en la interpretación de las imágenes ya que esta es operador dependiente o si requerimos un gold standard diferente.

En esta investigación se utilizó un operador de ultrasonido entrenado en diagnóstico de fracturas óseas y para la interpretación de las imágenes radiológicas se utilizó el informe final del médico especialista en radiología y el diagnóstico definitivo lo realizó el traumatólogo.

Se requieren nuevos estudios para establecer la verdadera validez del ultrasonido para diagnóstico de fracturas de huesos pequeños y poder definir de mejor manera la prueba inicial de mayor utilidad para el diagnóstico de este tipo de fracturas.

Limitaciones de este análisis:

Un gran limitante es el limitado número de pacientes incluidos en el estudio, es probable que la significancia estadística de los hallazgos se encuentre limitada por el tamaño de la muestra. Se recomienda realizar estudios en los que participen varios centros de salud y así lograr un adecuado número de pacientes.

Otra variable que se debe tener en cuenta es la experiencia de los operadores que interpretan las imágenes, tanto de ecosonografía como de Rx y también la resolución de los equipos lo que podría influir en los resultados de este tipo de estudios.

Finalmente, se debe resaltar la importancia que tendría la comparación con la tomografía como estandar de oro la misma que no fue considerada como parte de nuestro estudio por razones éticas y económicas sin embargo, es indispensable que en el futuro se piense en la necesidad de estudios en los que se incluya la TAC como deliberante como prueba inicial, entre ultrasonido y radiología convencional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. *Historia del Ultrasonido: El caso chileno.* **Ortega, Dulia y Seguel, Solangel.** 2, 2004, Revista Chilena de Radiología, Vol. 10, págs. 89-92.
2. *Rol de la ecografía en la evaluación de la cortical ósea.* **Mariano, J, y otros.** 2, J.MarianoL.Juanal.IturbideP.MasseM.R.PaszkiewiczJ.Ross de abril-junio de 2016, Revista Argentina de Radiología, Vol. 80, págs. 127-135.
3. *Aplicaciones del ultrasonido diagnóstico en el Sistema Musculoesquelético.* **Muñoz, Sara.** 1, Enero de 2000, Revista Clínica Las Condes, Vol. 11.
4. *Indicaciones del Ultrasonido Musculoesquelético diagnóstico.* **Astudillo, Claudia.** 1, 2013, Revista Médica Clínica Las Condes, Vol. 24, págs. 88-97.
5. *Imagenología en Trauma.* **Enríquez, Omar.** 1, 2013, Revista Médica Clínica Las Condes , Vol. 24, págs. 68-77.
6. *Riesgos de la Radiacion imagenológica en los niños.* **Frush, Donald y Faap, Facr.** 1, 2013, Revista Médica Clínica Las Condes, Vol. 24, págs. 21-26.
7. **Bianchi, Stefano y Martinoli, Carlo.** *Ultrasound of the Musculoskeletal System.* Berlin : Springer, 2007.
8. *Utilización de la ecografía en el diagnóstico de una fractura ósea.* **Bañuelos, Pedro, y otros.** 1, marzo de 2011, Euro Eco. Revista Digital de Ecografía Clínica, Vol. 2, págs. 47-49.
9. **Mendez, Roberto.** Las ventajas y beneficios del diagnóstico por imagen. [En línea] 2014. <https://omicrono.elespanol.com/2014/03/las-ventajas-y-beneficios-del-diagnostico-por-imagen/>.
10. *Ultrasound imaging of forearm fractures in children: a viable alternative?* **Williamson, Dominic, Watura, Roland y Cobby, Mark.** 1, 2000, Emergence Medicine Journal, Vol. 17, págs. 22-24.
11. *Ultrasound in diagnosis of fractures in children: unnecessary harassment or useful addition to X-ray?* **Moritz, J, y otros.** 3, jun de 2008, Ultraschall Med, Vol. 29, págs. 267-274.
12. *Goal-Directed Ultrasound in the Detection of Long-Bone Fractures.* **Marshburn, Thomas, y otros.** 2, August de 2004, The Journal of Trauma and Acute Care Surgery, Vol. 57, págs. 329-332.
13. *International recommendations and guidelines for the safe use of diagnostic ultrasound in medicine.* **Barnett, Stanley, y otros.** 3, mar de 2000, Ultrasound Med Biol, Vol. 26, págs. 355-366.
14. **Rummak, Wilson y Charboneau, Johnson.** *Diagnostico por Ecografía.* Madrid : Elsevier, 2006.
15. *Ultrasound Diagnosis of Either an Occult or Missed Fracture of an Extremity in Pediatric-Aged Children.* **Kil-Ho, Cho, y otros.** 1, jan-feb de 2010, Korean J Radiol, Vol. 11, págs. 84-94.
16. *Ultrasound of fracture and bone healing* **Craig, Joseph, Jacobson, Jon y Moed, Berton.** 4, Craig JG1, Jacobson JA, Moed BR. de julio de 1999, Radiol Clín North Am, Vol. 37, págs. 737-751.
17. *Procedimientos Intervencionales Musculoesqueléticos.* **Muñoz-Chiamil, Sara.** 1, 2013, Revista Médica Clínica Las Condes, Vol. 24, págs. 99-107.
18. *Intervenciones para la mejoría del uso apropiado de la imagenología en las personas con enfermedades musculoesqueleticas.* **French, Simon, y otros.** 1, january de 2013, Revista Médica Clínica Las Condes, Vol. 24, págs. 176-177.
19. *Ultrasound in the diagnosis of fractures in children.* **Hübner, Uwe, y otros.** 8, noviembre de 2000, The Bone & Joint Journal, Vols. 82-B.1. Champagne N, Eadie L, Regan L, Wilson P. The effectiveness of ultrasound in the detection of fractures in adults with suspected upper or lower limb injury: A systematic review and subgroup meta-analysis. BMC Emerg Med. 2019;19(1):1–15.
20. Canagasabey MD, Callaghan MJ, Carley S. The Sonographic Ottawa Foot and Ankle Rules Study (the SOFAR Study). Emerg Med J. 2011;28(10):838–40.
21. Hedelin H, Goksör LÅ, Karlsson J, Stjernström S. Ultrasound-assisted triage of ankle trauma can decrease the need for radiographic imaging. Am J Emerg Med [Internet]. 2013;31(12):1686–9. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajem.2013.09.005>
22. Champagne N, Eadie L, Regan L, Wilson P. The effectiveness of ultrasound in the detection of fractures in adults with suspected upper or lower limb injury: A systematic review and subgroup meta-analysis. BMC Emerg Med. 2019;19(1):1–15.