

Uso de ecografía en trauma pediátrico en el servicio de urgencia

Use of ultrasound in pediatric trauma in the emergency department

Sofía Rivera¹, Catalina Vidal², María Vial², Felipe Riquelme¹, Carlos Basaure¹, Ida Concha³

Resumen

Introducción: La ecografía es una herramienta fundamental al momento de enfrentarse a un paciente grave en el servicio de urgencia. El protocolo "Focused Assessment with Sonography for Trauma" (FAST), es la utilización del ultrasonido en contexto de trauma, el cual está extensamente validado para medicina de urgencia de adultos. Sin embargo, en pediatría existen escasas publicaciones que resuman la evidencia relacionada. **Objetivo:** Dar a conocer la evidencia actualizada del uso de ecografía bajo el protocolo FAST en el trauma abdominal contuso pediátrico en el servicio de urgencia. De forma secundaria describir los pasos para realizar el examen e interpretación de sus hallazgos. **Metodología:** Revisión bibliográfica en las principales bases de datos, en idioma inglés o español, desde el año 2000 hasta la actualidad. Se seleccionaron estudios de rendimiento diagnóstico y revisiones narrativas relacionadas con el tratamiento y pronóstico del trauma general y abdominal en pediatría. **Resultados:** Se encontraron 998 artículos, de los cuales 22 fueron seleccionados y considerados para la revisión. La ecografía permite la identificación de líquido libre, que se relaciona con lesión intraabdominal en el contexto de trauma pediátrico. El protocolo FAST en el contexto de trauma contuso abdominal tiene una alta especificidad y una baja sensibilidad para su diagnóstico. El uso de ecografía en pediatría evita la exposición a los efectos dañinos de las radiaciones ionizantes. **Conclusión:** El uso de ecografía por parte de la medicina de urgencia se ha transformado en una herramienta esencial y segura al momento de evaluar pacientes. La presencia de un hallazgo positivo nos permite realizar diagnóstico de lesiones intraabdominales, pero un hallazgo negativo, no nos permite descartarlo, requiriendo exámenes complementarios.

Palabras claves: ultrasonido; medicina de urgencia; pediatría; trauma; FAST

Abstract

Introduction: Ultrasound is an essential tool in diagnosing trauma in critical patients in the emergency room. The "Focused Assessment with Sonography for Trauma" (FAST) is the ultrasound protocol in the trauma context. It has been extensively validated for adult patients. However, few reviews have exposed and summarized the related evidence in pediatric emergency medicine. **Objective:** To present the FAST ultrasound protocol updated evidence in pediatric blunt abdominal trauma in the emergency department. Secondly, to describe the steps to perform the examination and interpretation of their findings. **Methodology:** A bibliographical review was carried out in the main English or Spanish databases from 2000 to the present. Diagnostic studies and reviews of trauma treatment and prognosis in pediatrics were selected and summarized. **Results:** We found 998 articles, of which 22 were selected and screened for review. Ultrasound allows the identification of free fluid related to intra-abdominal injury in the context of pediatric trauma. Using ultrasound avoids children's exposure to the harmful effects of ionizing radiation. The FAST protocol in the context of blunt abdominal trauma has high specificity and low sensitivity for its diagnosis. **Conclusion:** The use of ultrasound in the field of emergency medicine has become an essential and safe tool. A positive finding allows us to diagnose intra-abdominal injuries, but a negative finding does not allow us to rule it out, requiring additional tests. The scientific evidence in the pediatric setting is more limited compared to adults.

Keywords: ultrasound; emergency medicine; pediatrics; trauma; FAST

Fecha de envío: 02-24-2022 - Fecha de aceptación: 12-15-2022

(1) Sección Medicina de Urgencia, Facultad de Medicina, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile

(2) Facultad de Medicina, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile

(3) Departamento de Pediatría, Facultad de Medicina, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile

Autor de correspondencia: srvivera1@uc.cl



Introducción

El uso de la ecografía fuera del área de radiología ha ido tomando cada vez más fuerza en la medicina actual. Hoy es común su uso por especialidades tales como anestesia, medicina de urgencia, medicina interna y pediatría intensiva (Finkel *et al.*, 2020).

En la medicina de urgencia, la ecografía puede llegar a ser una herramienta fundamental al momento de enfrentarse a un paciente, debido a sus múltiples aplicaciones: diagnosticar y descartar patologías, ayudar al manejo inicial de los pacientes y guiar procedimientos, entre otras. (ACEP, 2017) La cada vez mayor disponibilidad del ecógrafo y su facilidad de transporte, permite utilizarlo al lado del paciente en el mismo servicio de urgencia y repetir el examen las veces que sea necesario (Guttman & Nelson, 2019).

Los pacientes pediátricos son buenos candidatos para el uso de ecografía en primer lugar, porque sus cuerpos pequeños permiten que las ondas de ultrasonido atraviesen el tejido con mayor facilidad que los adultos, proporcionando una mejor resolución de la imagen (Finkel *et al.*, 2020). Por otro lado, se evita la exposición a los efectos dañinos de las radiaciones ionizantes, al disminuir el uso de tomografías axiales computarizadas (TAC) que se han reportado, aumentan el riesgo de cáncer (Pearce *et al.*, 2012).

El uso de la ecografía pediátrica se ha extendido en el contexto del trauma abdominal, bajo el protocolo FAST, sigla de su nombre en inglés "*Focused Assessment with Sonography for Trauma*" (FAST), que busca líquido libre intraperitoneal y/o pericárdico (Scalea *et al.*, 1999). Actualmente el traumatismo abdominal cerrado corresponde a la tercera causa más común de muerte pediátrica en contexto de trauma (Schachener *et al.*, 2020) donde hasta un 12% de los traumas contusos presentará alguna lesión intraabdominal que corresponde a la lesión fatal (Mikrogianakis & Grant, 2018). Posteriormente, se creó el protocolo FAST extendido (E-FAST) que suma la búsqueda de neumotórax. Las ventajas de estos protocolos es que se pueden realizar en 3-5 minutos, no son invasivos, no emiten radiaciones ionizantes, se puede repetir las veces que sea necesario y se realizan en paralelo a la reanimación del paciente (Le Coz *et al.*, 2018).

En la medicina de urgencia de adultos, estos protocolos son herramientas extensamente validadas y utilizadas (Scalea *et al.*, 1999, Nishijima *et al.*, 2012). Sin embargo, existen pocas revisiones en el contexto pediátrico en Chile que resuman y expongan la evidencia relacionada. Por lo tanto, el objetivo de esta revisión es dar a conocer la evidencia actualizada del uso de ecografía bajo el protocolo FAST en el trauma abdominal contuso pediátrico en el servicio de urgencia. De forma secundaria describir los pasos para realizar el examen e interpretación de sus hallazgos.

Material y Métodos

Se realizó una búsqueda bibliográfica en las bases de datos *PubMed*, *Cochrane Library*, *Epistemonikos* y *Google académico*. Se combinó términos de búsqueda libres y *MESH* para la búsqueda: *ultrasonography*, *pediatrics*, *emergency medicine* y *trauma*, con los adjetivos booleanos "Y" u "O" según correspondiera. Los artículos considerados para esta revisión se limitaron a sujetos menores de 18 años, publicaciones en idioma inglés o español, desde el año 2000 en adelante y con disponibilidad del texto completo. Se consideraron estudios de diseño observacional o experimental incluyendo reportes de casos, estudios de cohorte, ensayos clínicos y revisiones sistemáticas con o sin metaanálisis.

Resultados

Se encontraron 998 artículos. Se filtró para revisiones sistemáticas, metaanálisis y revisión narrativa y se realizó un *screening* a partir del título y resumen. Se excluyeron aquellos estudios sobre trauma cerebral, paro cardíaco traumático, trauma espinal, trauma abdominal sin uso de ecografía, fracturas, lesiones músculo esqueléticas, bloqueo neurológico y estudios sin resumen disponible. Se seleccionaron 22 artículos y dentro de ellos, se encontraron estudios de diagnóstico y revisiones narrativas relacionadas con el tratamiento y pronóstico del trauma general y abdominal en pediatría. Se incluyeron 3 metaanálisis que determinaron el rendimiento diagnóstico del uso de ecografía para lesión intraabdominal en el contexto de trauma contuso abdominal. La evidencia expuesta se relaciona a trauma contuso abdominal y utilización del protocolo FAST.

I. Evidencia del uso de ecografía bajo el protocolo FAST

¿Cuáles son los métodos diagnósticos que se utilizan para lesiones intraabdominales?

En 1965 se describió por primera vez el lavado peritoneal para el diagnóstico de lesiones intraabdominales. Este es un procedimiento preciso al momento de evaluar hemorragia intraabdominal, sin embargo, es invasivo (Whitehouse & Weigelt, 2009). Por esto, con la aparición de nueva tecnología como es la ecografía y el TAC, esta técnica se ha dejado de lado (Lynch *et al.*, 2018).

Otro método utilizado para el diagnóstico es la laparotomía, indicado cuando existe inestabilidad hemodinámica a pesar de los esfuerzos máximos de reanimación (transfusión de más del 50% de volumen total de sangre) (Lynch *et al.*, 2018). Permite identificar definitivamente si hay alguna lesión intrabdominal, donde se encuentra y de qué tipo es. Es un procedimiento invasivo y con riesgos asociados.

Actualmente el TAC es el método de imagen de elección en la evaluación de niños hemodinámicamente estables (Sivit, 2009). Es un examen no invasivo, rápido, logra una adecuada identificación del órgano lesionado, cuantifica el líquido libre e identifica sitios de sangrado.

Sin embargo, tiene algunas desventajas, en los pacientes pediátricos los efectos de las radiaciones ionizantes pueden ser mayores, ya que son más susceptibles debido a la división de sus células a un ritmo más rápido y porque reciben una mayor dosis de radiación en proporción al tamaño de sus órganos (Almohiy, 2014). Puede ser realizada en pacientes con hemodinamia alterada, pero deben ser estabilizados antes de realizar el TAC, lo cual puede retrasar el proceso de diagnóstico.

En los casos en que se requieren imágenes rápidas, los niños pueden ser examinados en el servicio de urgencia mediante la ecografía. Este examen permite la identificación de líquido libre, que se relaciona con lesión intraabdominal. Además, se puede realizar en pocos minutos, en paralelo a la reanimación del paciente (Williams, 2013).

¿En qué momento se utiliza la evaluación con ecografía bajo el protocolo FAST?

El protocolo FAST es indicado en el contexto de trauma abdominal o torácico, tanto contuso como penetrante. El objetivo de este examen es la detección de líquido libre, ya sea peritoneal, pericárdico o pleural (Guttman & Nelson, 2019).

En este contexto, la evaluación primaria es la aproximación inicial a nuestro paciente, para determinar el estado de la vía aérea, ventilación y circulación. Se puede incluir el uso de la ecografía bajo el protocolo FAST, como complemento a la evaluación primaria. Luego, se continúa con la evaluación secundaria que incluye la anamnesis y el examen físico, junto con la toma de exámenes de laboratorio según sea el caso y determinar la necesidad de realizar imágenes complementarias (Schacherer *et al.*, 2020).

¿Cuál es el rendimiento diagnóstico de la ecografía?

El primer metaanálisis que recopila información sobre el rendimiento diagnóstico del FAST se publicó en el año 2007. Contaba 25 estudios tantos prospectivos como retrospectivos, que incluyeron a pacientes menores de 18 años que sufrieron trauma abdominal contuso y se comparan con los *gold standard*: laparotomía, lavado peritoneal diagnóstico o TAC.

Quienes realizaban el protocolo eran radiólogos en su mayoría y en 5 estudios fueron hechos por médicos del área de cirugía o medicina de urgencia (Holmes *et al.*, 2007). El ultrasonido tuvo una sensibilidad de 80%, una especificidad del 96%, un *likelihood ratio* (LR) positivo de 22,9 (17,2 a 30,5) y LR negativo de 0,2 (0,16

a 0,25) para la identificación de hemoperitoneo. La sensibilidad y la especificidad permanecieron similares cuando el resultado fue cualquier lesión intraabdominal en lugar de hemoperitoneo. Cuando se realizó un subanálisis sólo de los estudios de mayor calidad metodológica, la sensibilidad disminuyó a 66%, pero la especificidad se mantuvo alta (95-98%).

Un siguiente estudio publicado en el 2019, que incluyó artículos de población adulta y pediátrica, realizó un análisis de subgrupos de pacientes pediátricos (7 estudios) con trauma abdominal contuso. Quienes realizaban el examen eran profesionales del área de cirugía, medicina de urgencia y trauma. Considera los mismos *gold standard* previamente señalados (Netherton *et al.*, 2019). Los autores concluyeron que el uso de ecografía para buscar el líquido libre abdominal posee una sensibilidad del 71% y una especificidad del 95%, con LR positivo del 14,13 y negativo del 0,32.

El estudio más reciente fue publicado en el año 2021 e incluyó 8 artículos en población pediátrica donde el *gold standard* podía ser TAC, laparotomía o registros clínicos en estudios retrospectivos. Quienes realizaban el examen eran tanto especialistas como residentes del área de cirugía y medicina de urgencia. Los resultados mostraron una sensibilidad 35% y especificidad del 96% con LR positivo de 10,84 y negativo de 0,64 (Liang *et al.*, 2021).

En los metaanálisis indicados anteriormente, se puede destacar que, en los estudios incluidos en Holmes *et al.*, eran retrospectivos en su mayoría y quienes realizaban el protocolo FAST eran de la especialidad de radiología. En cambio, en los otros dos metaanálisis, sí se incluyeron tanto médicos urgenciólogos como residentes de medicina de urgencia y los estudios incluidos fueron prospectivos. En los tres metaanálisis no se hace diferenciación con respecto a la estabilidad hemodinámica de los pacientes. (Tabla 1).

Un estudio individual incluido en los 3 metaanálisis evaluó el uso de ecografía utilizando el protocolo FAST, en el contexto de pacientes hipotensos. El protocolo FAST positivo identificó correctamente el líquido intraperitoneal con una sensibilidad del 100%, en paciente que efectivamente tenían lesión intraabdominal al momento de realizarse laparotomía. Y un examen negativo tuvo una especificidad del 100% para identificar aquellos que no tenían hemoperitoneo según el *gold standard* o que hayan requerido una terapia urgente (Holmes *et al.*, 2001).

¿Cómo se interpretan estos resultados?

La baja sensibilidad del uso del protocolo FAST para buscar líquido libre abdominal como signo de lesión intraabdominal, está dada porque hasta un tercio de los pacientes pediátricos con lesiones abdominales no tienen líquido libre asociado (Holmes *et al.*, 2007). Es por esto que el protocolo FAST no es útil para identificar lesiones de

órganos sólidos, ya que la mayoría se presenta sin hemoperitoneo. Dado lo anterior y sumado a su bajo valor predictivo negativo, se puede concluir que un resultado negativo, no debe ser utilizado como única herramienta para excluir lesiones intraabdominales al momento de la evaluación de trauma abdominal contuso en niños. En pacientes hemodinámicamente inestables con un examen FAST negativo, la conducta sugerida sería complementar con TAC, luego de realizar una reanimación adecuada, aunque la evidencia actual no es clara al respecto (Figura 1).

Sin embargo, debido a su alta especificidad y valor predictivo positivo, en especial en el contexto de pacientes hipotensos, un examen FAST positivo nos guía a priorizar el manejo quirúrgico y obviar la toma del TAC (Figura 1).

En los pacientes que están estables hemodinámicamente, un resultado positivo del examen FAST, nos indica que es muy probable que el paciente presente una lesión intraabdominal. Y si se realiza un TAC, se puede caracterizar mejor esta lesión (Figura 1).

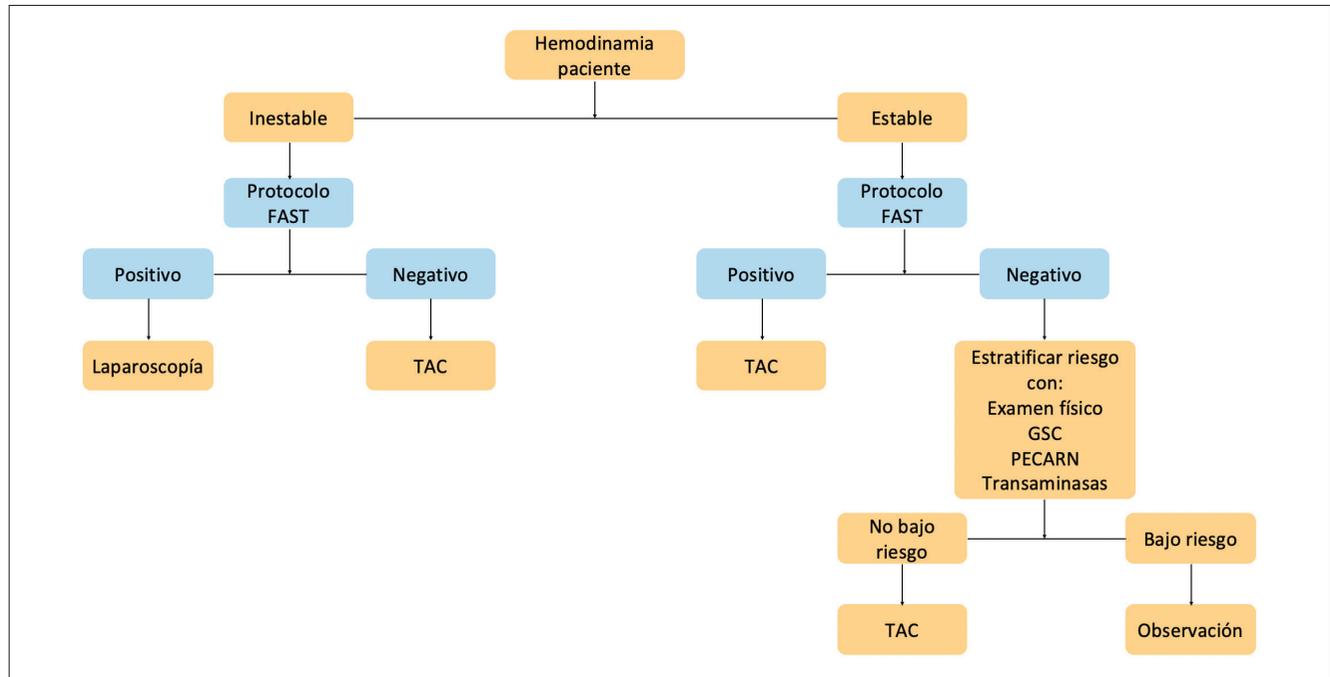


Figura 1: Algoritmo resumen de interpretación del protocolo FAST

A su vez, en pacientes hemodinámicamente estables con FAST negativo, hay que realizar una estratificación del riesgo de lesión intraabdominal. Esto se realiza a través de la anamnesis y examen físico, donde aquellos con escala de coma de Glasgow (GSC) de 14 a 15 y examen abdominal normal, son catalogados como bajo riesgo. En estos casos se podría obviar el TAC y realizar observación (Kornblith et al., 2020; Liang et al., 2021)

Una herramienta adicional para categorizar al paciente con trauma abdominal contuso como bajo riesgo es el score PECARN, sigla que proviene del nombre en inglés *Pediatric Emergency Care Applied Research Network* (Springer et al., 2018). Este score validado, que utiliza la historia y examen físico, al sumar criterios negativos permite categorizar al paciente en muy bajo riesgo, con un 0,1% de probabilidad de lesión intraabdominal. Esto asociado a un FAST negativo, podría permitir evitar el TAC (Holmes et al., 2013).

Junto con lo anterior, un estudio del año 2016 que incluyó 400 pacientes, concluyó que aquellos con un FAST negativo y transaminasas hepáticas <100 UI/L deben ser observados en lugar de someterse al TAC, pudiendo considerarse como otra alternativa adicional para categorizar como bajo riesgo a un paciente (Berona et al., 2016). Es importante mencionar que existe una alta heterogeneidad entre los estudios individuales incluidos en los metaanálisis. Se incluyen estudios de distintos diseños, operadores, y gold standard. Con respecto a esto, aún existe discusión en cuál sería el examen óptimo para lograr un diagnóstico exacto. Por otro lado, se podrían optimizar el uso de la información a través de subanálisis, por ejemplo, según el contexto hemodinámico del paciente, ya que existen artículos que muestran resultados distintos. Sumado a esto, en el estudio de Holmes et al. del 2001, en pacientes hipotensos, los resultados tienen un amplio intervalo de confianza y la muestra es muy pequeña; por lo que faltaría complementar con más estudios para confirmar estos resultados.

Hay que tener en cuenta que los metaanálisis encontrados estaban enfocados en el uso del protocolo FAST en contexto de trauma pediátrico abdominal contuso. Son escasos los que se refieren a trauma torácico y su rendimiento diagnóstico para la identificación de neumotórax en población pediátrica.

¿Quiénes realizan la ecografía?

Desde el año 1990 se ha utilizado la ecografía según registros del Colegio Americano de Médicos de Urgencia (Stein & Nobay, 2009). Desde esos años se han publicado y actualizado pautas para el uso de ecografía en servicios de urgencia y radiología, así como programas de formación para médicos y residentes de estas especialidades.

En el año 2015, la Academia Americana de Pediatría en asociación con otras sociedades de medicina de urgencia emitieron una declaración donde señalaron la importancia que los médicos de urgencia pediátrica reciban una formación adecuada y continua en ecografía. Las becas de medicina de urgencia pediátrica, deberían proporcionar una formación adecuada en ecografía en el servicio de urgencia pediátrica y tener programas de acreditación para ello (Marin & Lewiss, 2015).

II. Pasos para realizar el protocolo FAST

El uso de ecografía en trauma pediátrico y específicamente el protocolo FAST tiene la finalidad de responder 3 preguntas: ¿Hay líquido libre en el abdomen?, ¿Hay líquido libre en el pericardio?, ¿Hay líquido libre en el tórax?

Sus resultados son dicotómicos, es decir, un resultado positivo indica la presencia de líquido libre en cualquiera de sus ventanas y un examen negativo, la ausencia de líquido libre.

Se abordará la realización del examen partiendo por la posición y preparación del paciente, selección del transductor y adquisición de ventanas:

1. Posición y preparación del paciente

El paciente debe estar en posición decúbito supino. Para aumentar la posibilidad de pesquisar líquido libre en el espacio de Morrison se debe posicionar en *Trendelenburg* a 5-10 grados aproximadamente. Sin embargo, se debe tener en cuenta que, en niños más pequeños, el líquido libre se acumula preferentemente en la pelvis, por lo que habría que posicionarlo en *Trendelenburg* invertido.

2. Transductor

Para evaluar el abdomen necesitamos utilizar un transductor de baja frecuencia (3-9 Hz), curvilíneo, con una superficie de contacto

pequeña y adecuada para uso pediátrico. En caso de no contar con este tipo de transductor, se puede ocupar el transductor sectorial de adultos. También se puede utilizar el transductor lineal, para pacientes menores de 10 kilogramos.

3. Adquisición de ventanas

Se utilizan 3 ventanas abdominales y 1 cardiaca, lo que corresponde al protocolo FAST (Figura 2).

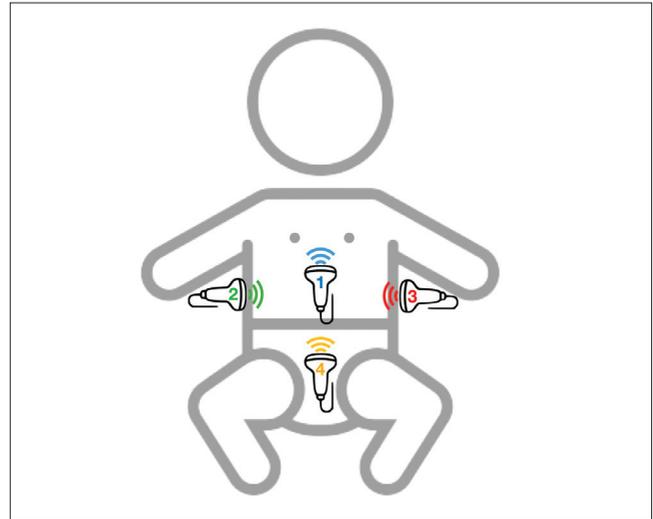


Figura 2: Ventana del protocolo FAST. 1: ventana subxifoidea, 2: ventana hepatorenal; 3: ventana espleno renal; 4: ventana suprapúbica.

Dentro de las ventanas abdominales, se parte con la hepatorenal (espacio de Morrison) (Figura 3). Se toma el transductor en orientación longitudinal con la marca hacia cefálico. Luego, se posiciona en línea media axilar y se busca la unión hepatorenal. Una vez encontrada, se debe trasladar el transductor hacia caudal y realizar un barrido para visualizar la punta del hígado y riñón en toda su extensión. Después trasladar el transductor hacia cefálico para visualizar el receso costofrénico.

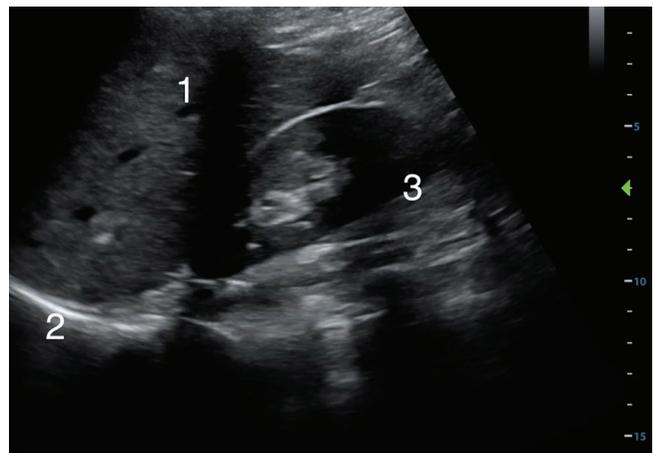


Figura 3: Ventana hepatorenal. 1: hígado, 2: diafragma, 3: riñón derecho

A continuación, pasamos a la siguiente ventana que es la esplenorenal (Figura 4). Se posiciona el transductor de la misma forma previamente señalada sobre la línea posterior axilar, ya que el riñón izquierdo está más hacia superior y posterior que el derecho. Al igual que en la ventana anterior, se debe ubicar la unión esplenorenal y luego trasladar el transductor hacia cefálico y caudal para identificar las mismas estructuras que en la ventana hepatorenal.



Figura 4: Ventana esplenorenal. 1: bazo, 2: diafragma, 3: riñón izquierdo

La última ventana a nivel abdominal es la suprapúbica (Figura 5A y 5B). El objetivo es visualizar el espacio rectovesical/rectouterino. En esta ventana es donde más fácilmente se logra encontrar líquido libre en niños pequeños. El transductor orienta transversal, con la marca hacia la derecha, justo arriba de la sínfisis púbica, inclinado levemente hacia caudal. Una vez encontrada la vejiga, se debe rotar 90 grados en sentido del reloj para vista sagital.

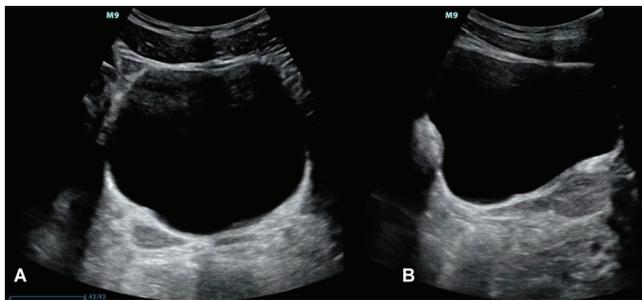
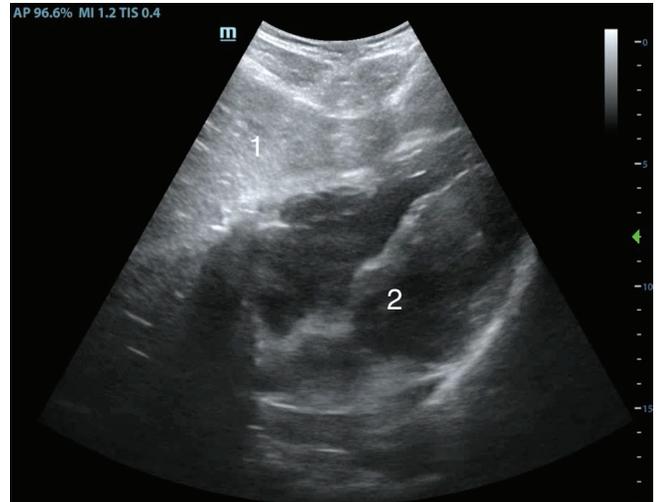


Figura 5A: Ventana suprapúbica corte transversal

Figura 5B: Ventana suprapúbica corte longitudinal

La ventana cardiaca es la subxifoidea (Figura 6). Se posiciona el transductor en el espacio subxifoideo con la marca hacia derecha. Las estructuras a identificar son desde lo más anterior, que corresponde al ventrículo derecho y lo más posterior son aurícula izquierda. El derrame se visualiza primero hacia posterior. Para lograr ver el pericardio posterior se debe ajustar la profundidad; si es

moderado se ve hasta ápice cardiaco y en caso de ser un derrame grande se ve en todo el pericardio. Un derrame pequeño se puede confundir con una almohadilla de grasa, sin embargo, esta última se ve más frecuentemente hacia anterior.



La presencia de líquido libre se verá como una imagen anecoica de bordes puntiagudos. Su presencia nos habla que existe una lesión intraabdominal, sin embargo, no nos indica exactamente el órgano afectado.

Conclusión

El uso de ecografía por parte de la medicina de urgencia se ha transformado en una herramienta esencial al momento de evaluar pacientes. La evidencia de su aplicabilidad en el contexto pediátrico está menos avanzada en comparación con adultos.

Dentro de los diversos usos de la ecografía, está su utilización en trauma bajo el protocolo FAST o E-FAST, donde se busca la presencia de líquido libre ya sea intraperitoneal, pericárdico, pleural y neumotórax. Según los metaanálisis encontrados luego de la búsqueda bibliográfica, se concluye que hay que usar la ecografía en trauma pediátrico contuso por su alta especificidad, pero no por su sensibilidad, debido que hasta un tercio de los pacientes no tendrá líquido libre en presencia de lesiones intraabdominales. De esta forma un hallazgo positivo, nos permite realizar diagnóstico de lesiones, pero un hallazgo negativo, no nos permite descartarlo, requiriendo exámenes complementarios como TAC.

Para los próximos años se deben desarrollar más estudios sobre la aplicabilidad de este protocolo en pediatría, para así poder integrarlo de forma definitiva dentro de los algoritmos de manejo trauma en pacientes pediátricos. El enfoque debe ser en el contexto de un paciente de bajo riesgo, en el que complementando con un score o pruebas de laboratorio, se pueda evitar la realización de un TAC con total seguridad.

Reconocimientos

Este trabajo no recibió financiamiento para su realización. No existen conflictos de interés asociados a este trabajo.

Referencias

- American College of Emergency Physicians. (2017). Ultrasound Guidelines: Emergency, Point-of-Care and Clinical Ultrasound Guidelines in Medicine. *Annals of Emergency Medicine* **69**, 27–54.
- Almohiy H. (2014). Paediatric computed tomography radiation dose: A review of the global dilemma. *World Journal of Radiology* **6**, 1–6.
- Berona K, Kang T & Rose E. (2016). Pelvic Free Fluid in Asymptomatic Pediatric Blunt Abdominal Trauma Patients: A Case Series and Review of the Literature. *The American Journal of Emergency Medicine* **50**, 753-758.
- Finkel L, Paladugu K, Sanyal S, Ghelani S & Colla JS. (2020). General pediatric clinical applications of POCUS: part 1. *Pediatric Annals* **49**, 147-152.
- Guttman J & Nelson BP. (2019). Diagnostic point-of-care ultrasound: assessment techniques for the pediatric trauma patient. *Pediatric Emergency Medicine Practice* **16**, 1-50.
- Holmes JF, Brant WE, Bond WF, Sokolove PE & Kuppermann N. (2001). Emergency department ultrasonography in the evaluation of hypotensive and normotensive children with blunt abdominal trauma. *Journal of Pediatric Surgery* **36**, 968-973
- Holmes JF, Gladman A & Chang CH. (2007). Performance of abdominal ultrasonography in pediatric blunt trauma patients: a meta-analysis. *Journal of Pediatric Surgery* **42**, 1588-94.
- Holmes JF, Lillis K, Monroe D, Borgialli D, Kerrey BT, Mahajan P, Adelgais K, Ellison AM, Yen K, Atabaki S, Menaker J, Bonsu B, Quayle KS, Garcia M, Rogers A, Blumberg S, Lee L, Tunik M, Kooistra J, Kwok M, Cook LJ, Dean JM, Sokolove PE, Wisner DH, Ehrlich P, Cooper A, Dayan PS, Wootton-Gorges S, Kuppermann N & Pediatric Emergency Care Applied Research Network (PECARN). (2013). Identifying children at very low risk of clinically important blunt abdominal injuries. *Annals of Emergency Medicine* **62**, 107–116
- Kornblith AE, Graf J, Addo N, Newton C, Callcut R, Grupp-Phelan J, & Jaffe DM. (2020). The Utility of Focused Assessment With Sonography for Trauma Enhanced Physical Examination in Children With Blunt Torso Trauma. *Academic Emergency Medicine* **27**, 866–875.
- Le Coz J, Orlandini S, Titomanlio L & Rinaldi VE. (2018). Point of care ultrasonography in the pediatric emergency department. *Italian Journal of Pediatrics* **44**, 1-8
- Liang T, Roseman E, Gao M & Sinert R. (2021). The Utility of the Focused Assessment With Sonography in Trauma Examination in Pediatric Blunt Abdominal Trauma: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Pediatric Emergency Care* **37**, 108-118.
- Lynch T, Kilgar J & Al Shibli A. (2018). Pediatric Abdominal Trauma. *Current Pediatric Reviews* **14**, 59–63.
- Marin JR & Lewiss RE. (2015). Point-of-care ultrasonography by pediatric emergency physicians. Policy statement. *Annals of Emergency Medicine* **65**, 472- 478.
- Mikrogianakis A & Grant V. (2018). The Kids Are Alright: Pediatric Trauma Pearls. *Emergency Medicine Clinics North America* **36**, 237-257.
- Netherton S, Milenkovic V, Taylor M & Davis PJ. (2019). Diagnostic accuracy of eFAST in the trauma patient: a systematic review and meta-analysis. *Canadian Journal of Emergency Medicine* **21**, 727-738.
- Nishijima DK, Simel DL, Wisner DH & Holmes JF. (2012). Does this adult patient have a blunt intra-abdominal injury? *JAMA* **307**, 1517-27
- Pearce MS, Salotti JA, Little MP, McHugh K, Lee C, Kim KP, Howe NL, Ronckers CM, Rajaraman P, Sir Craft AW, Parker L & Berrington de González A. (2012). Radiation exposure from CT scans in childhood and subsequent risk of leukaemia and brain tumours: a retrospective cohort study. *Lancet* **380**, 499–505.
- Scalea TM, Rodriguez A, Chiu WC, Brenneman FD, Fallon WF Jr, Kato K, McKenney MG, Nerlich ML, Ochsner MG & Yoshii H. (1999). Focused Assessment with Sonography for Trauma (FAST): results from an international consensus conference. *The Journal of Trauma* **46**, 466–72.
- Schacherer N, Miller J & Petronis K. (2020). Pediatric blunt abdominal trauma: recognition and management in the emergency department. *Pediatric Emergency Medicine Practice* **17**, 1-59.
- Sivit C. (2009). Imaging Children with Abdominal Trauma. *American Journal of Roentgenology* **192**, 1179–1189.
- Springer E, Frazier SB, Arnold DH & Vukovic AA. (2018). External validation of a clinical prediction rule for very low risk pediatric blunt abdominal trauma. *The American Journal of Emergency Medicine* **3**, 1643-1648.

Stein JC & Nobay F. (2009): Emergency Department Ultrasound Credentialing: a sample policy and procedure. *The American Journal of Emergency Medicine* **37**, 153-159.

Williams SR, Perera P, Gharahbaghian L. (2013): The FAST and E-FAST in 2013: trauma ultrasonography: overview, practical techniques, controversies, and new frontiers. *Critical Care Clinics* **30**, 119-50

Whitehouse, J.S & Weigelt, J.A. (2009). Diagnostic peritoneal lavage: a review of indications, technique, and interpretation. *Scandinavian Journal of Trauma Resuscitation and Emergency Medicine* **17**, 17-13.