

Procedimientos guiados por ultrasonido en el punto de atención (POCUS): desde la óptica pediátrica

POCUS-guided (point of care ultrasound) procedures: a pediatric perspective.

Alfredo Gutiérrez Hernández,¹ Graciela Guadalupe Arellano Maldonado,² Ricardo Palma Pérez³

Resumen

La utilización del modelo de ecografía en el punto de atención a veces mencionada como POCUS por sus siglas en inglés (*Point of Care Ultrasound*) para guiar los procedimientos invasivos en pediatría, ha generado un cambio de paradigma en la atención médica, permitiendo una visualización e interpretación inmediata de imágenes a la cabecera del paciente. Esta técnica, que inicialmente se utilizó en adultos, se ha posicionado con buena aceptación entre los pediatras, mejorando la precisión y seguridad en la ejecución de diferentes procedimientos. El uso del POCUS ha sido respaldado por la Academia Americana de Pediatría y diferentes asociaciones de medicina crítica y de urgencias pediátricas, lo que ha permitido su expansión significativamente. En México se está adoptando rápidamente, a pesar de los desafíos que se enfrentan en su utilización. El objetivo de esta revisión narrativa es describir la evidencia sobre la efectividad y seguridad del POCUS, resaltando su impacto en la mejora de los resultados clínicos y la reducción de complicaciones en procedimientos invasivos.

PALABRAS CLAVE: Ultrasonido en el punto de atención, procedimientos, seguridad del paciente.

Abstract

The use of the Point-of-Care Ultrasound model, often referred to as POCUS, to guide invasive procedures in pediatrics, has led to a paradigm shift in healthcare by allowing immediate visualization and interpretation of images at the patient's bedside. Initially utilized in adults, this technique has gained significant acceptance among pediatricians, improving the precision and safety of various procedures. The use of POCUS has been endorsed by the American Academy of Pediatrics and various critical care and pediatric emergency associations, which has significantly contributed to its expansion. In Mexico, its adoption is rapidly progressing despite the challenges faced in its utilization. The aim of this narrative review is to describe the evidence on the effectiveness and safety of POCUS, highlighting its impact on improving clinical outcomes and reducing complications in invasive procedures.

KEYWORDS: "Point-of-Care Ultrasound", procedures, patient safety.

¹ Intensivista Pediatra adscrito al departamento de Terapia Intensiva del Instituto Nacional de Pediatría.

² Intensivista Pediatra adscrita a la Terapia Intensiva Pediátrica del Hospital Infantil Universitario de Torreón Coahuila.

³ Intensivista Pediatra adscrito a la Terapia Intensiva Pediátrica del ISSSTE, Hospital General Dr. Daniel Gurría Urgell, Villahermosa Tabasco.

Recibido: 30 de julio de 2024

Aceptado: 11 de octubre 2024

Correspondencia

Alfredo Gutiérrez Hernández
dr_alfredo_gutierrez@live.com

Este artículo debe citarse como: Gutiérrez Hernández A, Arellano Maldonado GG, Ricardo Palma Pérez R. Procedimientos guiados por ultrasonido en el punto de atención (POCUS): desde la óptica pediátrica. Acta Pediatr Méx 2025; 46 (1): 40-50

INTRODUCCIÓN

La incorporación del ultrasonido en el punto de atención (*Point of Care Ultrasound, POCUS*) ha marcado un cambio de paradigma en diversos ámbitos de la pediatría. Aunque el uso del POCUS, al igual que muchas otras tecnologías nuevas en medicina, comenzó en adultos, posteriormente se extendió a los escenarios pediátricos.

Actualmente POCUS se define como una modalidad de imagen, multiorgánica, que pueden realizar diferentes especialistas y ofrece una visualización e interpretación de imágenes de forma inmediata a la cabecera del paciente.¹ Estas características hacen del POCUS una técnica que promueve la atención centrada en el cuidado del paciente, ya que impacta en la toma de decisiones clínicas.

Los antecedentes del uso del ultrasonido en el punto de atención ocurren en 1990, cuando el Colegio Estadounidense de Médicos de Urgencias (ACEP, por sus siglas en inglés) publicó recomendaciones sobre las competencias en POCUS que deberían poseer los urgenciólogos de adultos.² En 2001, el Consejo de Acreditación para la Educación Médica de Posgrado (ACGME, por sus siglas en inglés) consideró pertinente que los urgenciólogos estadounidenses adquiriesen competencias en POCUS y se publicaron las primeras guías de ultrasonido en urgencias por la ACEP.³⁻⁵ Sin embargo, el concepto de la ultrasonografía en el punto de atención es relativamente nuevo en el campo de la pediatría.⁶

No fue hasta el año 2015 que la Academia Americana de Pediatría respaldó la práctica de la ecografía en el punto de atención por parte de los urgenciólogos pediatras, quienes llevaban más tiempo desarrollando esta competencia.⁷ Recientemente, la Sociedad Europea de Cuidados Intensivos Pediátricos y Neonatales (ESPNIC) publicó guías basadas en evidencia sobre PO-

CUS, donde se documentan las aplicaciones del ultrasonido en el punto de atención en las terapias intensivas pediátricas y neonatales.

En México, el uso del POCUS en niños está ganando terreno, pero uno de sus principales retos es la falta de docentes capacitado.⁸⁻¹⁰ Esta revisión tiene como objetivo evaluar y sintetizar la evidencia existente, determinando la efectividad, la seguridad, y la eficiencia del POCUS en la mejora de los resultados clínicos y la reducción de complicaciones al realizar procedimientos invasivos guiados por ultrasonido en niños.

Procedimientos guiados por ultrasonido:

Los usos potenciales del ultrasonido en escenarios pediátricos se pueden agrupar en tres categorías: 1) Aplicaciones en reanimación, 2) Aplicaciones para diagnóstico y 3) Aplicaciones para procedimientos. **Cuadro 1**¹¹⁻¹³

Accesos vasculares

Los accesos vasculares son indispensables en el tratamiento de pacientes que cursan con una condición crítica. Tradicionalmente se han utilizado las referencias anatómicas para su colocación, a pesar de que existen desde hace más de diez años recomendaciones basadas en evidencia acerca de la guía por ultrasonido de los accesos vasculares.¹⁴ Algunos autores han considerado que en los niños la tasa de éxito es menor y las complicaciones mayores al usar el ultrasonido por los retos que implica tener la competencia de la colocación de un catéter ecoguiado.^{10,15}

Sin embargo, la evidencia muestra que, en los niños, al igual que los adultos, se debe preferir la colocación de Catéter Venoso Central (CVC) guiados por ultrasonido, ya que disminuye la cantidad de intentos de canulación del vaso y mejora la tasa de éxito.¹⁶⁻²⁰ La tasa de éxito de la colocación de un acceso vascular central

Cuadro 1. Usos potenciales del ultrasonido en el punto de atención para pediatría

Reanimación	Diagnóstico	Procedimientos
eFAST	Tejidos blandos • Identificar líquido libre en abdomen • Identificar derrame pericárdico • Identificar neumotórax	Accesos vasculares Venosos • Centrales • Periféricos
FoCUS	Tórax • Identificar derrame pleural, neumonía o neumotórax	Arteriales
	Abdomen • Identificar apendicitis, estenosis pilórica o intususcepción. (invaginación intestinal)	Punción lumbar
	Renal • Identificar hidronefrosis	Confirmación de la posición del TET
	Trombosis venosa	Pericardiocentesis
	Ocular • Identificar desprendimiento de retina y vaina del nervio óptico	Toracocentesis
		Paracentesis
		Drenaje de abscesos
		Bloqueos nerviosos
		Artrocentesis

eFAST: evaluación enfocada en el trauma por ultrasonido, FoCUS: ecocardiografía enfocada, TET: tubo endotraqueal.

guiado por ultrasonido, en comparación con las referencias anatómicas en los niños, es significativamente mejor (RR = 1.32, IC 95% = 1.1 - 1.58, $p = 0.003$), y disminuye también el número de punciones (IC 95% -1.71 a -0.8, $p = 0.001$).¹⁶

En una encuesta realizada entre cirujanos pediatras de España, los encuestados contestaron que la mayoría de las veces prefieren utilizar la técnica ecoguiada y el 91% considera que la ecografía disminuye el número de complicaciones asociadas.²¹

En un estudio realizado en un hospital pediátrico se analizaron los casos de pacientes con colocación de CVC tanto en el quirófano como en terapia intensiva, los autores encontraron inconsistencias entre las prácticas recomendadas acerca del uso del Ultrasonido (US) y la colocación de CVC, lo cual tiene repercusiones en el paciente y en el sistema de salud.²²

Centrales (CVC). En un reciente estudio experimental en adultos se indagó si la experiencia del clínico (determinada por el número de CVC colocados previamente al estudio, inexperto < 50 catéteres o experto > 50 catéteres colocados guiados por ultrasonido) determina el número de punciones o complicaciones.²³ En esta investigación se encontró que la experiencia del clínico en la colocación de CVC guiados por ultrasonido no influye significativamente (expertos vs inexpertos $p = 0.3$) en el número de punciones ni en las complicaciones. Brass y colaboradores previamente habían documentado que utilizar el ultrasonido en modo bidimensional contribuye en la seguridad de los pacientes al colocar un CVC en comparación con solo utilizar referencias anatómicas.¹⁹

La mayoría de los artículos incluidos en el metaanálisis de Lau y colaboradores evidencian que el acceso vascular preferido en los niños es

la vena yugular interna incluso en menores de un año y en algunos reportes consideran el lado derecho principalmente.^{16,24}

El acceso femoral es preferido por los operadores con menor experiencia o en situaciones de urgencia, la colocación ecoguiada tiene menos probabilidades de complicaciones como las punciones arteriales en comparación con el uso de referencias anatómicas, por lo que también es recomendable la utilización del US al colocar accesos vasculares femorales.²⁵⁻²⁷

El acceso por la vía subclavia se ha descrito tanto en su abordaje infra y supraclavicular, sobre todo cuando los otros accesos no son posibles o en pacientes con cuello corto.

El uso del US en esta región es más difícil debido a que la clavícula interfiere con el haz del ultrasonido, por lo que no siempre es la primera opción anatómica.^{10,15,24} Sin embargo, este abordaje también ha demostrado ser seguro incluso cuando se utiliza en neonatos.²⁸

Técnica. Las sondas (transductores) más adecuadas para la colocación de CVC son las lineales con altas frecuencias (5-15 MHz), las cuales tienen alta resolución al insonar estructuras superficiales. Cuando se realiza un procedimiento guiado por ultrasonido es importante recordar que el sitio a realizar el procedimiento y la pantalla del equipo estén alineados, esto se consigue poniendo el indicador del transductor a la derecha del paciente cuando se realice una vista transversal y hacia la cabeza del paciente cuando la vista sea longitudinal, ya que cualquier región u órgano se pueden observar en un eje corto o eje largo (transversal o longitudinal) fuera de plano o en plano respectivamente.^{24,29}

En el eje corto (fuera de plano) se visualizan las relaciones de profundidad con el vaso de interés, pero no se observa el trayecto de la aguja dentro del vaso, mientras que en el eje largo se puede

observar el sitio de inserción a lo largo del vaso donde entra la aguja (en plano). (**Figura 1**)^{15,29}

Al utilizar el US en la colocación de un CVC se puede utilizar una técnica que permita hacer

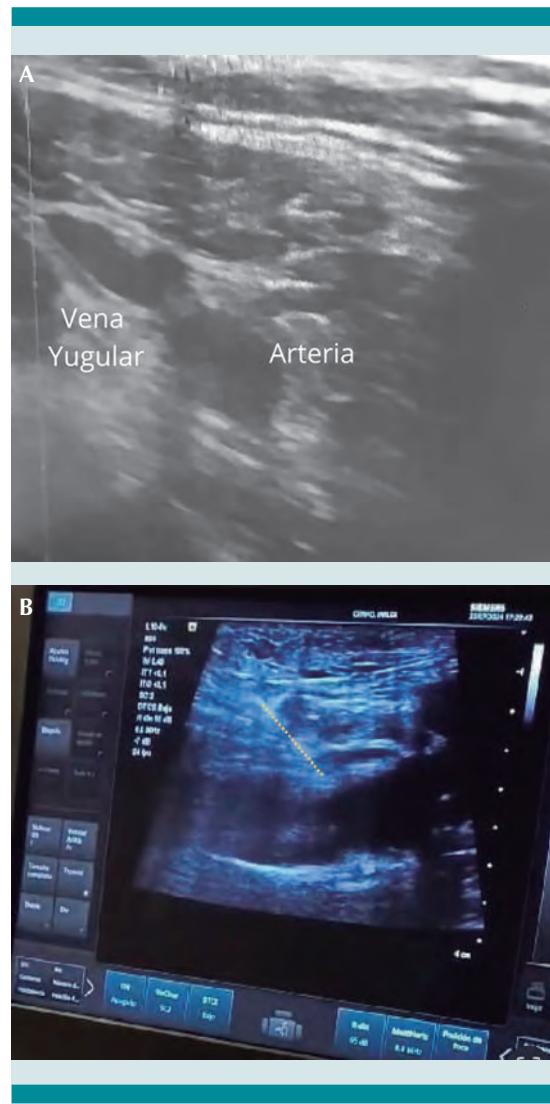


Figura 1. Vista longitudinal y transversal para la colocación de catéteres. **A)** Vista transversal de vena yugular previo a la entrada de la aguja al vaso lo cual genera una deformidad por compresión de la pared anterior de la yugular. **B)** Vista longitudinal de vena femoral, la linea punteada representada el sitio de entrada de la aguja que genera una protuberancia en la pared vascular anterior antes de entrar al vaso.

exclusivamente una evaluación previa del sitio de inserción para identificar la anatomía de las estructuras adyacentes y la vena objetivo (permeabilidad y profundidad), este proceso se denomina colocación asistida por US, a diferencia de la técnica de colocación guiada por US donde se puede observar en todo momento el avance de la aguja y el vaso se visualiza permanentemente.²⁹

Existen ensayos clínicos con ambas técnicas de introducción de la aguja, tanto la punción bajo visión en eje corto como en eje longitudinal han mostrado buenos resultados.^{30,31} Schindler y colaboradores recomiendan que al hacer la punción la aguja este lo más cerca posible del transductor con la finalidad de observarla en todo momento dentro del campo de la imagen del ultrasonido y así evitar un procedimiento a ciegas incluso siendo guiado, como cuando no se observa la aguja dentro del haz del ultrasonido. Cuando la aguja se pone en contacto con la pared del vaso, este cederá a la presión y se observará la forma de un corazón.¹⁵

En el acceso yugular interno la complicación más frecuente es la punción de la arteria carótida, por lo que en la valoración pre-procedimiento se deben confirmar las relaciones anatómicas entre arteria vena a lo largo de donde se realizará la punción. Para identificar el mejor sitio a puncionar en la vena yugular interna se debe colocar la sonda del lado seleccionado y hacer un barrido sobre la vena con movimientos de deslizamiento que permitan identificar obstáculos a lo largo del vaso y al entrar la punta de la aguja al vaso, el movimiento de inclinación permitirá seguir la punta de la aguja. Posteriormente, al introducir la guía puede ser necesario inclinar la sonda a 60° sobre la piel para permitir su entrada y hay que hacer un barrido sobre la vena yugular para confirmar la presencia de la guía.¹⁵

El acceso subclavio es el más difícil, debido a la obstrucción del haz del ultrasonido por la claví-

cula, por lo que el acceso de la vena axilar puede ser una opción, mientras que la vena femoral es de fácil acceso y tiene una baja incidencia de complicaciones, sin embargo, se deben tener las mismas consideraciones de la valoración pre-procedimiento y durante el procedimiento.¹⁵

El acceso subclavio supraclavicular es otra opción, aunque con mayor riesgo de neumotórax por lo que el procedimiento debe ser guiado y la punta de la aguja seguida en tiempo real, por lo tanto, el abordaje en el eje largo es mejor que en eje corto.¹⁵

Periféricos (CVP). El uso del ultrasonido es cada vez más frecuente y los equipos más portables. Aunque el uso del ultrasonido para la colocación de CVP no se recomienda de manera rutinaria puede ser útil en los casos donde la vena no se palpe o se observe.^{24,32}

Muchos niños que se ingresan al hospital requieren un acceso venoso periférico, los cuales representan un reto para los profesionales de la salud debido al tamaño de los pacientes, las venas son poco visibles y la poca cooperación de los pacientes, esto genera una tasa de éxito al primer intento de 50% en la colocación de un CVP,³³ esto sin considerar el dolor que se produce por las múltiples punciones que se requieren.

En una revisión sistemática, Kleidon evaluó el efecto de guiar con ultrasonido la inserción de un CVP para lograrlo al primer intento comparado con referencias anatómicas. En esta revisión no se encontraron diferencias estadísticamente significativas al comparar ambas técnicas.³³

Arteriales (CA): La colocación de un catéter arterial en los niños graves es un procedimiento frecuente dirigido al monitoreo hemodinámico continuo. La evidencia es suficientemente clara acerca del uso del US para guiar la colocación de un CA.³⁴⁻³⁶ Aumenta la tasa de éxito, hace el procedimiento más rápido y con menor riesgo

de complicaciones como hematomas en comparación con la técnica de palpación.^{34,35} Se puede realizar un abordaje en eje corto, pero también se ha realizado el procedimiento en eje longitudinal.

Punción Lumbar (PL)

Es un procedimiento utilizado en pediatría con fines diagnóstico y terapéuticos.^{24,32,37} La incapacidad para obtener líquido de una PL puede ser de hasta 50%. (24)

Los resultados en las investigaciones son controversiales.³⁸⁻⁴² Si bien en algunos estudios guiar una PL con US reduce el número de intentos realizado para obtener el LCR y también es menos probable que la obtención del líquido sea traumática⁴¹ además de que el profesional de la salud considera que es útil para realizar el procedimiento³⁷ en diferentes ensayos clínicos no se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre utilizar la guía con ultrasonido comparado con la técnica de referencias anatómicas, sobre todo cuando se trata de lactantes menores de 6 meses.^{38,40}

Se puede realizar un abordaje con un marcado sobre la piel previo a la PL, con un transductor lineal a nivel de la columna lumbar, se identifica el cono medular que se observa como una estructura hipoeocoica y se deben identificar la terminación del cono medular y el nivel donde el canal espinal se estrecha, en esa región es la localización óptima para puncionar (técnica asistida).

Si se prefiere utilizar la técnica guiada, en tiempo real la aguja es guiada entrando por el espacio intervertebral.²⁴

Confirmación de la posición del tubo endotraqueal

La vía aérea con tubo traqueal (TT) es frecuente en áreas críticas. El estándar para confirmar la

adecuada colocación del TT es la identificación de CO₂e por medio de capnografía, aunque algunas condiciones pueden generar falsos negativos (bajo gasto cardíaco, distensibilidad pulmonar disminuida, broncoespasmo, etc.).²⁴

La verificación con ultrasonido en el punto de atención se puede realizar con un transductor lineal o microconvexo orientado de manera transversal en el cuello por arriba de la horquilla esternal para visualizar la tráquea y el esófago.

La observación durante la intubación permite ver el esófago vacío y el espacio subglótico amplio con el paso del TT que ocasiona la disminución súbita de la columna de aire (sensibilidad 98% y especificidad de 98%).⁴³ En caso de intubación inadvertida del esófago se observará el signo de “la doble tráquea”, que corresponde al paso de una columna de aire por el esófago a la izquierda y ligeramente posterior a la tráquea, el cual según reportes tiene una sensibilidad de 75% y una especificidad del 100%. Ver imagen 2.^{24,44}

El US no permite distinguir el nivel del TT dentro de la tráquea, sin embargo, esto se puede inferir si se observa adecuado deslizamiento (*sliding*) pleural bilateral desde la línea media axilar con una sensibilidad de 93%-100% y especificidad de 96%-100%.

Otra forma indirecta de comprobación de ventilación bilateral es utilizar una sonda convexa o lineal para observar el movimiento de cada hemidiafragma por separado. En caso de que alguno de los hemidiafragmas no se mueva se retirará el TT hasta conseguir movimiento bilateral.^{44,45} **Figuras 2 y 3**

Drenajes

En los niños, al ser de menor tamaño, ubicar las estructuras anatómicas con la finalidad de evitar complicaciones, guiar cualquier procedimiento

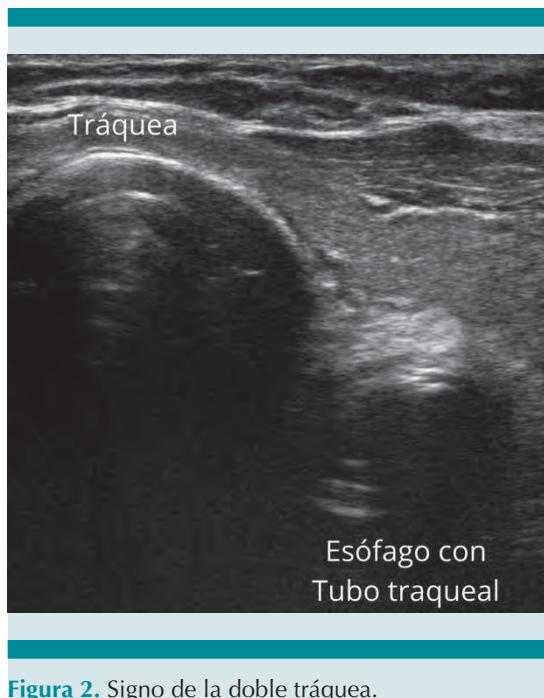


Figura 2. Signo de la doble tráquea.

con ultrasonido siempre representará un mejor costo beneficio en favor del paciente.^{24,46}

La elección de la sonda a utilizar dependerá del sitio a analizar, pero las sondas convexas, microconvexas y la sectorial son las que se utilizarán predominantemente.²⁴

La **pericardiocentesis** es el procedimiento como tratamiento del tamponade, aunque también se puede utilizar con fines diagnósticos en derrames pericárdicos sin bajo gasto crónicos o con fines diagnósticos en diferentes enfermedades.⁴⁷

Realizar una pericardiocentesis guiada por ecocardiografía debe ser el estándar en la práctica contemporánea, lo cual mejora la seguridad del procedimiento permitiendo identificar y evitar estructuras adyacentes al sitio óptimo de punción.⁴⁷

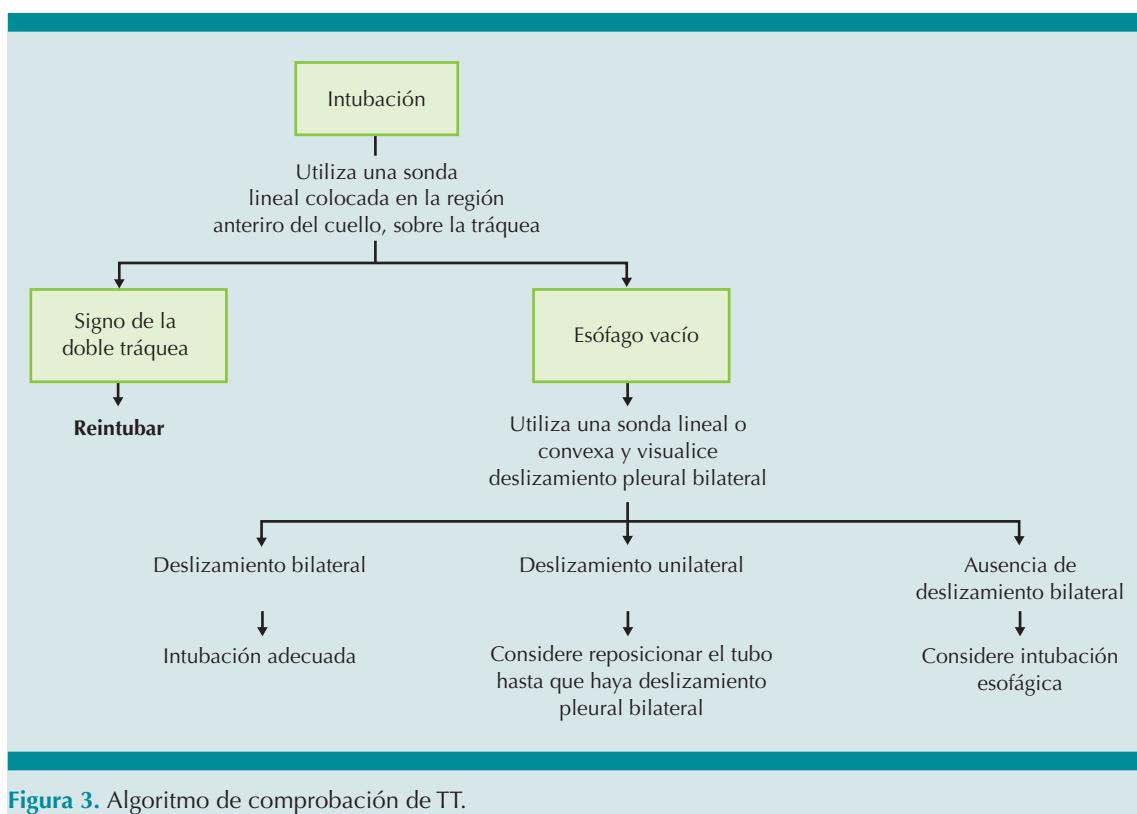


Figura 3. Algoritmo de comprobación de TT.

Tradicionalmente se ha utilizado el abordaje subxifoideo para hacer el drenaje del derrame pericárdico, sin embargo, condiciones como la hepatomegalia, derrames tabicados o no circunferenciales limitan el abordaje tradicional.⁴⁸

Myers y colaboradores, en una revisión de los casos en los que se realizó una pericardiocentesis a menores de 18 años, reportó que el sitio seleccionado para hacer la punción fue decidido con base en la localización de la mayor cantidad de líquido que fuera más accesible, la distancia más corta de la piel al derrame y la presencia de cualquier otra estructura anatómica que interfiriera con la punción. En la mayoría (58%) de los casos el abordaje no fue subxifoideo, para esternal línea media clavicular 23%, línea media axilar izquierda 21%, abordaje apical 13% y un caso con abordaje para esternal derecho. Las complicaciones fueron leves en cinco casos.⁴⁸

La sonda sectorial es la recomendada para insinar al paciente y localizar el derrame ubicándolo mediante la obtención de diferentes ventanas cardíacas, la arteria mamaria interna debe localizarse para evitarla, una vez que se prepara una zona estéril para puncionar según el sitio elegido, se inserta la aguja en un ángulo de 45° hasta entrar al saco pericárdico, posteriormente se introduce la guía siempre visualizando todo en tiempo real para posteriormente drenar el líquido del pericardio.³²

Toracocentesis. La ultrasonografía transtorácica es ideal para la detección y cuantificación de derrames pleurales, y es más sensible que las radiografías espiratorias en decúbito para identificar derrames mínimos o loculados.⁴⁹ Además, puede utilizarse para guiar una punción evacuadora tanto de un derrame pleural o de un neumotórax.²⁴

Existen tres métodos clínicos para elegir un punto de punción para tratar el derrame pleural: punción ciega, localización ultrasónica de la

punción y punción guiada por ecografía. El cateterismo guiado por ecografía no sólo evita los factores anteriores, sino que también puede guiar y corregir la colocación del tubo de drenaje. En comparación con la toracocentesis tradicional, tiene una menor incidencia de neumotórax y reacción pleural.⁵⁰

En los niños, sobre todo en los lactantes por la delgada pared torácica, se puede utilizar una sonda de alta frecuencia y en los mayores se recomienda utilizar una sonda convexa o sectorial, para identificar parénquima pulmonar, diafragma y órganos subdiafragmáticos, así como determinar la profundidad de la piel a la pleura, tomando en cuenta la zona donde desaparece el deslizamiento pleural (punto pulmonar). El sitio previsto debe tener una profundidad suficiente de líquido pleural de al menos 10 mm. Una vez que se cuente con un campo estéril se localiza la región a puncionar con una vista longitudinal entre dos costillas, se introduce la aguja en plano en la parte superior de la costilla inferior.^{32,51}

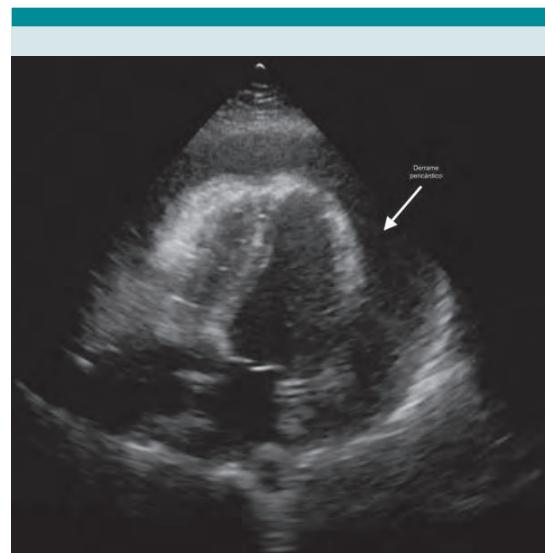


Figura 4. Derrame pericárdico en vista apical de 4 cámaras.

Paracentesis. Aunque este procedimiento es poco frecuente realizarlo como parte de los procedimientos de áreas críticas en pediatría, estudios comparativos han demostrado un mejor perfil de seguridad, reducción duración de la estancia hospitalaria y menores costos de hospitalización cuando se utiliza ultrasonido ya que reduce los intentos fallidos e identifica el sitio más seguro para la inserción de la aguja.⁵²

Previo al procedimiento se identificará la mayor acumulación de ascitis (3 cm es el mínimo espacio seguro) y dónde la pared abdominal está libre de vasos o exceso de tejido adiposo.³²

Con el paciente en decúbito supino, se utiliza un transductor curvilíneo o en fase de baja frecuencia para evaluar el volumen y la ubicación de la ascitis, la proximidad de los órganos abdominales y la profundidad a través de la pared abdominal para seleccionar y marcar un sitio de inserción seguro inmediatamente antes de el procedimiento.

Técnica estática. El sitio de entrada ideal está marcado con dos líneas perpendiculares que indican la ubicación de la bolsa de líquido objetivo. El catéter sobre aguja se inserta de manera perpendicular en la unión de las marcas.

Técnica dinámica. Se puede utilizar visualización de eje corto o eje largo. Este último permite la visualización de la aguja durante todo el procedimiento.

El primero se basa en la visualización intermitente de la punta de la aguja.

Cualquiera de estos enfoques requiere un ángulo de entrada de 45 grados, ya sea en el punto medio de la huella de la sonda (eje corto) y avanzando la aguja fuera del plano, o ligeramente lateral a la huella de la sonda (eje largo), avanzando en el plano.

Los cuadrantes inferiores derecho e izquierdo los sitios donde más frecuentemente se prefiere hacer la punción.³²

CONCLUSIONES

Desde la incorporación del POCUS en pediatría la precisión en la realización de procedimientos invasivos ha mejorado, ofreciendo beneficios tangibles como la mejora en la seguridad y una mayor exactitud diagnóstica en tiempo real. El ultrasonido utilizado en el punto de atención es una herramienta valiosa en la guía de procedimientos, reduciendo las tasas de complicaciones y mejorando los resultados clínicos. Cada institución será la encargada de desarrollar sus propias directrices y/o adaptarlas a las peculiaridades de los niños con la finalidad de que siempre que sea factible los procedimientos invasivos sean guiados por ultrasonido por personal adecuadamente entrenado.

INVESTIGACIONES FUTURAS

Uno de los principales retos para el uso rutinario del POCUS en niños es la falta de docentes capacitados, por lo que las investigaciones futuras deberían centrarse en establecer protocolos estandarizados de entrenamiento para pediatras, adaptados específicamente a las necesidades y condiciones de los niños. Esto se ve reflejado en el número de investigaciones de POCUS pediátrico, las cuales son mucho menos que las que se enfocan en los adultos.

REFERENCIAS

1. Park Y, Han J, Leikin S, Díaz-Gómez JL. Essential Point-of-Care Ultrasound Insights for 2024. *Semin Ultrasound CT MR* [Internet]. 2024 Feb 1 [cited 2024 Jul 24];45(1):22-8. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38081554/>
2. American College of Emergency Physicians. Council resolution on ultrasound. *ACEP News*. 1990;9(11).
3. Reardon R, Heegaard B, Plummer D, Clinton J, Cook T, Tayal V. Ultrasound is a necessary skill for emergency physicians. *Academic Emergency Medicine*. 2006 Mar;13(3):334-6.

4. Hockberger RS, Binder LS, Gruber MA, Hoffman GL, Perina DG, Schneider SM, et al. The model of the clinical practice of emergency medicine. *Ann Emerg Med.* 2001;37(6):745-70.
5. American College of Emergency Physicians. ACEP emergency ultrasound guidelines. *Ann Emerg Med.* 2001;38(4):470-81.
6. Hopkins A, Doniger SJ. Point-of-Care Ultrasound for the Pediatric Hospitalist's Practice. *Hosp Pediatr.* 2019 Sep 1;9(9):707-18.
7. Marin JR, Lewiss RE. Point-of-care ultrasonography by pediatric emergency physicians. Policy statement. *Ann Emerg Med* [Internet]. 2015 Apr 1 [cited 2024 Jul 24];65(4):472-8. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25805037/>
8. Good RJ, O'Hara KL, Ziniel SI, Orsborn J, Cheetham A, Rosenberg A. Point-of-Care Ultrasound Training in Pediatric Residency: A National Needs Assessment. *Hosp Pediatr.* 2021;11(11):1246-52.
9. Jamil SF, Rajendram R. Training pediatric residents in point-of-care ultrasound: An assessment of the needs and barriers to acquire the skill. *Int J Pediatr Adolesc Med.* 2022;9(1):49-55.
10. Sánchez Sánchez Á, Girón Vallejo O, Ruiz-Pruneda R, Fernández Ibáñez M, Reyes Ríos PY, Villamil V, et al. Uso de la ecografía en la colocación de catéteres venosos centrales en pediatría: resultados de una encuesta nacional. *Cir Pediatr.* 2017;30(1):9-16.
11. Constantine E, Levine M, Abo A, Arroyo A, Ng L, Kwan C, et al. Core Content for Pediatric Emergency Medicine Ultrasound Fellowship Training: A Modified Delphi Consensus Study. *AEM Educ Train.* 2020;4(2):130-8.
12. Shefrin AE, Warkentine F, Constantine E, Toney A, Uya A, Doniger SJ, et al. Consensus Core Point-of-care Ultrasound Applications for Pediatric Emergency Medicine Training. *AEM Educ Train.* 2019;3(3):251-8.
13. Vieira RL, Hsu D, Nagler J, Chen L, Gallagher R, Levy JA. Pediatric Emergency Medicine Fellow Training in Ultrasound: Consensus Educational Guidelines. *Academic Emergency Medicine.* 2013;20(3):300-6.
14. Lamperti M, Bodenham AR, Pittiruti M, Blaivas M, Augoustides JG, Elbarbary M, et al. International evidence-based recommendations on ultrasound-guided vascular access. *Intensive Care Med.* 2012;38(7):1105-17.
15. Schindler E, Schears GJ, Hall SR, Yamamoto T. Ultrasound for vascular access in pediatric patients. *Paediatr Anaesth.* 2012;22(10):1002-7.
16. Lau CSM, Chamberlain RS. Ultrasound-guided central venous catheter placement increases success rates in pediatric patients: a meta-analysis. *Pediatr Res.* 2016;80(2):178-84.
17. Wu SY, Ling Q, Cao LH, Wang J, Xu MX, Zeng WA. Real-time two-dimensional ultrasound guidance for central venous cannulation: a meta-analysis. *Anesthesiology.* 2013;118(2):361-75.
18. De Souza TH, Brandão MB, Nadal JAH, Nogueira RJA. Ultrasound Guidance for Pediatric Central Venous Catheterization: A Meta-analysis. *Pediatrics.* 2018;142(5).
19. Brass P, Hellmich M, Kolodziej L, Schick G, Smith AF. Ultrasound guidance versus anatomical landmarks for subclavian or femoral vein catheterization. *Cochrane Database Syst Rev.* 2015;1(1).
20. Bruzoni M, Slater BJ, Wall J, St Peter SD, Dutta S. A prospective randomized trial of ultrasound- vs landmark-guided central venous access in the pediatric population. *J Am Coll Surg.* 2013;216(5):939-43.
21. Sánchez Sánchez Á, Girón Vallejo O, Ruiz-Pruneda R, Fernández Ibáñez M, Reyes Ríos PY, Villamil V, et al. Uso de la ecografía en la colocación de catéteres venosos centrales en pediatría: resultados de una encuesta nacional. *Cir pediatr.* 2017;9-16.
22. Ullman AJ, Gibson V, Takashima MD, Kleidon TM, Schults J, Saiyed M, et al. Pediatric central venous access devices: practice, performance, and costs. *Pediatr Res.* 2022;92(5):1381-90.
23. Yoon HK, Hur M, Cho H, Jeong YH, Lee HJ, Yang SM, et al. Effects of practitioner's experience on the clinical performance of ultrasound-guided central venous catheterization: a randomized trial. *Sci Rep.* 2021;11(1).
24. Fraga M V, Stoller JZ, Glau CL, De Luca D, Rempell RG, Wenger JL, et al. Seeing Is Believing: Ultrasound in Pediatric Procedural Performance. *Pediatrics.* 2019;144(5).
25. Pietroboni PF, Carvajal CM, Zuleta YI, Ortiz PL, Lucero YC, Drago M, et al. Landmark versus ultrasound-guided insertion of femoral venous catheters in the pediatric intensive care unit: An efficacy and safety comparison study. *Med Intensiva.* 2020;44(2):96-100.
26. Law MA, Borasino S, McMahon WS, Alten JA. Ultrasound- versus landmark-guided femoral catheterization in the pediatric catheterization laboratory: a randomized-controlled trial. *Pediatr Cardiol.* 2014;35(7):1246-52.
27. Iwashima S, Ishikawa T, Ohzeki T. Ultrasound-guided versus landmark-guided femoral vein access in pediatric cardiac catheterization. *Pediatr Cardiol.* 2008;29(2):339-42.
28. Nardi N, Wodey E, Laviolle B, de La Brière F, Delahaye S, Engrand C, et al. Effectiveness and complications of ultrasound-guided subclavian vein cannulation in children and neonates. *Anaesth Crit Care Pain Med* [Internet]. 2016 Jun 1 [cited 2023 Feb 8];35(3):209-13. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26924612/>
29. Saugel B, Scheeren TWL, Teboul JL. Ultrasound-guided central venous catheter placement: a structured review and recommendations for clinical practice. *Crit Care.* 2017;21(1).
30. Vogel JA, Haukoos JS, Erickson CL, Liao MM, Theoret J, Sanz GE, et al. Is long-axis view superior to short-axis view in ultrasound-guided central venous catheterization? *Crit Care Med.* 2015;43(4):832-9.
31. Chittoodan S, Breen D, O'Donnell B, Iohom G. Long versus Short Axis ultrasound guided approach for internal jugular

- vein cannulation: a prospective randomised controlled trial. *Medical Ultrasonography*. 2011;3(1).
- 32. Shaahinfar A, Ghazi-Askar ZM. Procedural Applications of Point-of-Care Ultrasound in Pediatric Emergency Medicine. *Emerg Med Clin North Am*. 2021;39(3):529-54.
 - 33. Kleidon TM, Cattanach P, Mihala G, Ullman AJ. Implementation of a paediatric peripheral intravenous catheter care bundle: A quality improvement initiative. *J Paediatr Child Health*. 2019;55(10):1214-23.
 - 34. Anantasis N, Cheeptinnakornshaw P, Khositseth A, Lertbunrion R, Chantra M. Ultrasound Versus Traditional Palpation to Guide Radial Artery Cannulation in Critically Ill Children: A Randomized Trial. *J Ultrasound Med*. 2017;36(12):2495-501.
 - 35. Huang H ping, Zhao W jun, Wen F, Li X yu. Application of ultrasound-guided radial artery cannulation in paediatric patients: A systematic review and meta-analysis. *Aust Crit Care*. 2021;34(4):388-94.
 - 36. Ishii S, Shime N, Shibasaki M, Sawa T. Ultrasound-guided radial artery catheterization in infants and small children. *Pediatr Crit Care Med*. 2013;14(5):471-3.
 - 37. Shaikh F, Arzola C, Alexander S, Carvalho JCA, Everett T, Shroff M, et al. Feasibility of ultrasound-assisted lumbar punctures performed by pediatric oncologists at the point of care. *Pediatr Blood Cancer*. 2021;68(7).
 - 38. Kessler D, Pahalyants V, Kriger J, Behr G, Dayan P. Preprocedural Ultrasound for Infant Lumbar Puncture: A Randomized Clinical Trial. *Acad Emerg Med*. 2018;25(9):1027-34.
 - 39. Dalrymple RA. Bedside ultrasound improves the success rate of lumbar puncture in infants. *Arch Dis Child Educ Pract Ed*. 2018;103(2):111.
 - 40. Zummer J, Desjardins MP, Séguin J, Roy M, Gravel J. Emergency physician performed ultrasound-assisted lumbar puncture in children: A randomized controlled trial. *Am J Emerg Med*. 2021;43:158-63.
 - 41. Özdamar E, Özkaya AK, Güler E, Cantay B, Karabel N, Göksügür Y, et al. Ultrasound-Assisted Lumbar Puncture in Pediatric Emergency Department. *Pediatr Emerg Care*. 2017;33(8):e21-3.
 - 42. Pierce DB, Shivaram G, Koo KSH, Shaw DWW, Meyer KF, Monroe EJ. Ultrasound-guided lumbar puncture in pediatric patients: technical success and safety. *Pediatr Radiol*. 2018;48(6):875-81.
 - 43. Das SK, Choupoo NS, Haldar R, Lahkar A. Transtracheal ultrasound for verification of endotracheal tube placement: a systematic review and meta-analysis. *Can J Anaesth*. 2015;62(4):413-23.
 - 44. Su E, Dalesio N, Pustavotau A. Point-of-care ultrasound in pediatric anesthesiology and critical care medicine. *Can J Anaesth*. 2018;65(4):485-98.
 - 45. Lin MJ, Gurley K, Hoffmann B. Bedside Ultrasound for Tracheal Tube Verification in Pediatric Emergency Department and ICU Patients: A Systematic Review. *Pediatr Crit Care Med*. 2016;17(10):e469-76.
 - 46. Patel PA, Ernst FR, Gunnarsson CL. Evaluation of hospital complications and costs associated with using ultrasound guidance during abdominal paracentesis procedures. *J Med Econ*. 2012;15(1):1-7.
 - 47. Luis SA, Kane GC, Luis CR, Oh JK, Sinak LJ. Overview of Optimal Techniques for Pericardiocentesis in Contemporary Practice. *Curr Cardiol Rep*. 2020;22(8).
 - 48. Myers F, Aggarwal V, Bass JL, Berry JM, Knutson S, Narasimhan S, et al. Anatomic Approach and Outcomes in Children Undergoing Percutaneous Pericardiocentesis. *Pediatr Cardiol*. 2021;42(4):918-25.
 - 49. von Groote-Bidlingmaier F, Koegelenberg CFN. A practical guide to transthoracic ultrasound. *Breathe* [Internet]. 2012 Dec 1 [cited 2024 Jul 24];9(2):132-42. Available from: <https://breathe.ersjournals.com/content/9/2/132>
 - 50. Cao W, Wang Y, Zhou N, Xu B. Efficacy of ultrasound-guided thoracentesis catheter drainage for pleural effusion. *Oncol Lett* [Internet]. 2016 Dec 1 [cited 2024 Jul 24];12(6):4445. Available from: [/pmc/articles/PMC5228424/](https://pmc/articles/PMC5228424/)
 - 51. Liu J, Kurepa D, Feletti F, Alonso-Ojembarrena A, Lovrenski J, Copetti R, et al. International Expert Consensus and Recommendations for Neonatal Pneumothorax Ultrasound Diagnosis and Ultrasound guided Thoracentesis Procedure. *Journal of visualized experiments*. 2020;157:1-10.
 - 52. Droste JC, Riggott C, Maxfield T, Zoltowski A. Bedside ultrasonography prior to abdominal paracentesis is associated with low complication and high success rate: Experience in a National Health Service District General Hospital in the United Kingdom from 2013 to 2019. *Ultrasound* [Internet]. 2023 Feb 1 [cited 2024 Jul 24];31(1):34-46. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36794111/>