

Canalización vascular ecoguiada en Pediatría

Jorge López González⁽¹⁾, José Luis López Prats⁽²⁾, M.^a Ángeles Murillo Pozo⁽³⁾, Olalla Moyano Leiva⁽³⁾, María Slöcker Barrio⁽¹⁾, José M.^a Gómez Luque⁽⁴⁾, Ignacio Oulego Erroz⁽⁵⁾, Marta Muñozerro Sesmero⁽⁶⁾

⁽¹⁾Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos. Hospital General Universitario Gregorio Marañón. Madrid

⁽²⁾Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos. Hospital Clínico Universitario de Valencia. Valencia

⁽³⁾Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos. Hospital Universitario Virgen del Rocío. Sevilla

⁽⁴⁾Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos. Hospital Universitario Virgen de las Nieves. Granada

⁽⁵⁾Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos. Complejo Asistencial Universitario de León. León

⁽⁶⁾Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos. Complejo Asistencial Universitario de Salamanca. Salamanca

López González J, López Prats JL, Murillo Pozo MA, Moyano Leiva O, Slöcker Barrio M, Gómez Luque JM, *et al.*
Canalización vascular ecoguiada en Pediatría. *Protoc diagn ter pediatr.* 2021;1:379-92.



RESUMEN

La canalización de vías centrales en Pediatría es una técnica que tiene importantes riesgos. La canalización vascular ecoguiada ha permitido una mejora importante, ya que aumenta el porcentaje de éxitos al primer intento y disminuye fallos, tales como la punción arterial accidental o la imposibilidad de canalización por variantes anatómicas de la normalidad. Todo ello supone un aumento importante para la seguridad del paciente.

Para realizar la canalización vascular ecoguiada, se precisa de un ecógrafo con una sonda de alta frecuencia y unas nociones básicas del manejo del ecógrafo. El aprendizaje teórico de la técnica y su práctica en modelos de los distintos abordajes posibles, antes de realizar intentos en pacientes pediátricos, es de vital importancia.

El uso de la ecografía permite identificar el vaso óptimo a canalizar, reconocer y corregir problemas surgidos durante la canalización, comprobar la adecuada localización del catéter y diagnosticar algunas de las posibles complicaciones que pueden aparecer durante la técnica. También es fundamental para tener éxito ante variaciones anatómicas de la normalidad que aumentan la probabilidad de fracaso en la canalización mediante la técnica clásica, basada en la localización anatómica normal de las estructuras vasculares.

Palabras clave: vías centrales; ecografía a pie de cama; niño crítico.

Ultrasound line placement protocol in pediatrics

ABSTRACT

Central lines placement in Pediatrics is a technique with significant risks. The ultrasound-guided line placement has allowed an important improvement because it increases the success rate at the first attempt and decreases failures as accidental arterial puncture or the impossibility of line placement due to anatomical variants of normality. This represents a significant increase in patient safety.

To perform the ultrasound-guided line placement, an ultrasound with a high frequency probe and some basic concepts of ultrasound management are required. The theoretical learning of the technique and its practice in models of the different possible approaches, before making attempts in pediatric patients, is of vital importance.

Ultrasound-guided line placement, allows to identify the optimal vessel to canalize, to recognize and correct problems during the canalization, to verify the proper location of the catheter and to diagnose some of the possible complications that may appear during the technique. It is also essential to succeed in case of anatomical variations of normality which would increase the probability of failure in the canalization by classic anatomical landmarks technique, based on the normal anatomical location of the vascular structures.

Key words: central lines; point of care ultrasound; critically ill children.

1. INTRODUCCIÓN E INDICACIONES

El uso de la ecografía en la canalización vascular ha demostrado aumentar la tasa de éxito al primer intento y disminuir los fallos de canalización, las punciones arteriales erróneas y las complicaciones. Además, permite detectar variantes anatómicas, vasos poco idóneos (por trombos, calibre del vaso o cercanía con la arteria) y optimizar la elección del tamaño del catéter¹⁻³. Por esta razón, si se dispone del ecógrafo y los conocimientos adecuados, la técnica ecoguiada es de elección respecto a la canalización clásica y todo intensivista debe formarse en su uso^{1,2}. Las indicaciones de la canalización vascular están expuestas en la **Tabla 1**.

2. MATERIAL NECESARIO Y MANEJO BÁSICO DEL ECÓGRAFO

- Ecógrafo: portátil y de encendido rápido. Imprescindible: imagen 2D. Opcional: Doppler-color.
- Sondas: de alta frecuencia (>7 Hz). Obtienen imágenes a poca profundidad con gran resolución. De elección aquellas con huella pequeña (tipo Hockey), que son más manejables (**Figuras 1a y 1b**).
- Botonología:
 - Profundidad: suele ser suficiente con 1-3 cm, ya que las estructuras vasculares

Tabla 1. Indicaciones de la canalización vascular

CVC	<ul style="list-style-type: none"> • Monitorización hemodinámica invasiva (PVC, SV mixta, GC) • Infusión de fármacos vasoactivos, grandes volúmenes de fluidos o hemoderivados, soluciones hiperosmolares (>800 mOsm), fármacos irritantes • Hemodiálisis, hemofiltración, exanguinotransfusión, MARS, ECMO, plasmaféresis • Imposibilidad de canalización venosa periférica • Necesidad de múltiples extracciones o tratamientos prolongados • Asegurar acceso venoso para el transporte del paciente crítico • Colocación de marcapasos endocavitario (infrecuente)
CA	<ul style="list-style-type: none"> • Monitorización invasiva continua de la presión arterial • Monitorización del GC • Procedimientos de cardiología intervencionista • Necesidad de control estrecho gasométrico (insuficiencia respiratoria aguda grave)

CA: catéter arterial; **CVC:** catéter venoso central; **ECMO:** extracorporeal membrane oxygenation; **GC:** gasto cardíaco³; **MARS:** Molecular Adsorbent Recirculating System; **PVC:** presión venosa central; **SV:** saturación venosa.

en el paciente pediátrico se encuentran a nivel superficial.

- **Ganancia:** entendida como el brillo de la imagen general. Seleccionaremos aquella que nos permita diferenciar de forma adecuada los vasos del tejido muscular.
- **Zoom:** acerca y agranda una parte de la imagen obtenida con la sonda. Útil solo en vasos muy pequeños, pero se pierde la relación con otras estructuras por lo que su uso no es muy recomendable.
- **Escala de Doppler-color:** debe entenderse como el límite mínimo necesario de flujo que debe tener un vaso para que el equipo le asigne un color. Por convenio, el

color rojo es para un flujo que se acerca al transductor y el azul se aleja. Se debe ajustar la escala de velocidades del flujo Doppler al vaso explorado para evitar artefactos (vena: 20-40 cm/s, arteria: 50-80 cm/s; las venas periféricas requieren disminuir esta escala hasta 6 cm/s).

- **Orientación de la sonda:** lo recomendable es tener transductor-paciente-pantalla en el mismo eje de visión. La posición debe ser anatómica, con el marcador de la pantalla a nuestra izquierda, igual que la muesca de la sonda en el plano transversal y girando esta a cefálica en plano longitudinal^{4,5}. Se puede variar en función del vaso a canalizar (**Figura 1c**).
- **Identificación del vaso:** en el modo 2D, el líquido intravascular es negro y anecoico, o gris si el flujo está enlentecido o hay trombos. El Doppler-color también puede ayudar a identificar estructuras vasculares. En la **Tabla 2** se plantean las principales diferencias entre arteria y vena.

Elección del catéter: el catéter debe tener una longitud que garantice la localización adecuada y su calibre no debe ocupar más de un tercio del diámetro interno del vaso, porque aumenta el riesgo trombótico⁶. Existen tablas orientativas en función de la edad y el peso del paciente (**Tabla 3**).

Tabla 3. Catéteres recomendados en Pediatría según peso y localización

Edad	Peso	Calibre	Femoral	Yugular/ subclavia
<1-2 años	<12 kg	4 Fr	13-30 cm	5-8 cm
2-6 años	12-25 kg	5-5,5 Fr	30 cm	8-13-15 cm
>7 años	>25 kg	7 Fr	30-50 cm	15-20 cm

Regla nemotécnica: 1 Fr = 0,33 mm. Calibre <1/3 diámetro del vaso : el nº de mm del diámetro medido = nº de Fr del catéter.

Figura 1. Distintos tipos de sondas de alta frecuencia y orientación.

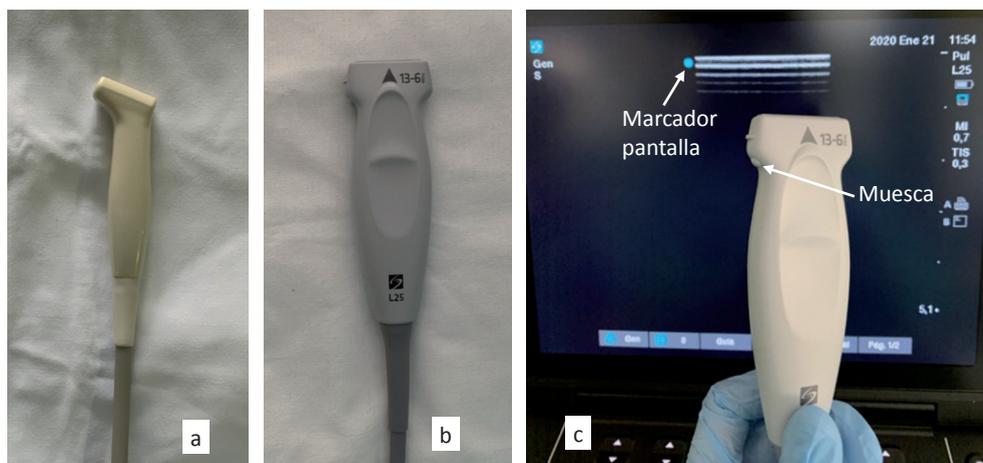
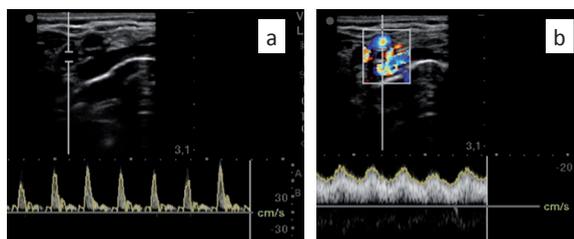


Tabla 2. Diferencias ecográficas entre arteria y vena

Arteria	Vena
Forma redondeada	Sin forma definida
No compresible	Compresible
Pulsátil	No pulsátil
Pared gruesa y contorno liso	Pared fina y contorno rugoso
No se ven válvulas	Válvulas presentes
Alto flujo, Doppler sistólico (a)	Bajo flujo, Doppler bifásico (b)



3. TÉCNICA DE LA CANALIZACIÓN VASCULAR ECOGUIADA

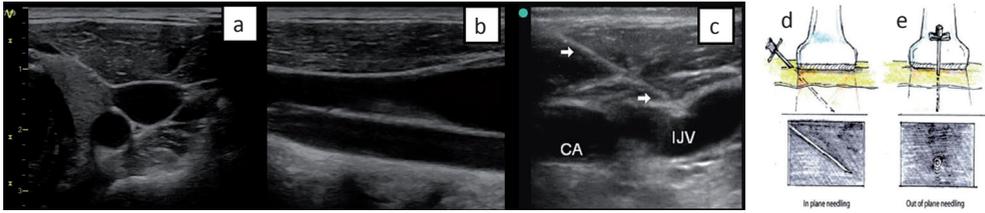
Los distintos abordajes para la canalización vascular ecoguiada se definen por la relación entre el plano ecográfico y la estructura vascular, y por el plano ecográfico y la posición de la aguja^{5,7-10}.

- Relación plano ecográfico-estructura vascular:
 - Transversal: es el plano ecográfico más sencillo de realizar. Permite localizar tan-

to el vaso a canalizar como otras estructuras adyacentes y facilita la orientación espacial del operador. Requiere menos coordinación oculomaneal y es el abordaje ideal para personal con poca experiencia (Figura 2a).

- Longitudinal: el plano ecográfico muestra la estructura vascular en toda su longitud. Permite observar el avance de la aguja en todo su trayecto, aunque no permite localizar otras estructuras adyacentes al

Figura 2. Relación entre el transductor, el plano ecográfico y la aguja.



Fuente: Documento del Grupo de Trabajo de *Ecografía* de la SECIP, Procedimientos ecoguiados.

vaso, solo aquellas en localización superior o inferior. Requiere mayor experiencia y coordinación oculomanual (**Figura 2b**).

– Oblicua: el haz de ultrasonidos se coloca con un ángulo de aproximadamente 45° respecto al eje mayor del vaso. Permite aprovechar las ventajas de los dos anteriores, ya que visualiza la estructura a canalizar y las adyacentes, y permite observar la aguja en toda su longitud durante la canalización (**Figura 2c**).

• Relación plano ecográfico-aguja:

– En plano: la aguja y el plano de ultrasonidos coinciden, lo que permite visualizar toda la trayectoria de la aguja a medida que avanza en el tejido, por lo que es la técnica de elección en canalización ecoguiada (**Figura 2d**).

– Fuera de plano: el plano de ultrasonidos “corta” la aguja, que aparece como un punto en la pantalla, por lo que no es posible saber qué punto de esta se está visualizando (**Figura 2e**).

Realizando una combinación de las relaciones anteriores, podemos definir los distintos abor-

dajes para realizar una canalización vascular guiada por ecografía:

- Transversal fuera de plano: se obtiene un corte transversal del vaso y la aguja se introduce fuera de plano. El punto de punción se localiza según el *principio de triangulación*: con un ángulo de entrada en la piel de 45°, la distancia al transductor será aproximadamente la misma que la profundidad a la que se encuentra el vaso. Es el abordaje más habitual en Pediatría por la falta de espacio y es el recomendado cuando el operador tiene poca experiencia. Se puede controlar el avance de la punta de la aguja mediante maniobras de deslizamiento o basculación del transductor, aunque estas requieren más experiencia y manejo de la técnica (**Figura 3a**).
- Longitudinal en plano: se obtiene un corte longitudinal del vaso y la aguja se introduce en plano con control directo de la punta en todo momento. La aguja se introduce pegada al borde lateral del transductor, intentando mantenerla lo más centrada y alineada posible con el transductor. Si durante la inserción se pierde la visión de la aguja, lo más probable es que se haya movido el transductor o el plano de inserción de esta, por lo que, antes de continuar, se debe reposicionar el plano y/o la

aguja. Este abordaje no permite el control simultáneo de la posición de otras estructuras, por lo que es de vital importancia mantener la dirección de la aguja siempre alineada con el plano del haz de ultrasonidos (**Figura 3b**).

- Transversal en plano: se obtiene una imagen transversal del vaso, pero la aguja se introduce desde un lateral del transductor en plano. Este abordaje es útil cuando existe una relación superoinferior de la arteria respecto a la vena o existe otra estructura superficial que se debe evitar. El problema de este abordaje es que la guía entra en el vaso dirigida hacia la pared, lo que puede dificultar su introducción (**Figura 3c**).
- Oblicuo en plano: se obtiene una imagen oblicua de la vena y la arteria. La aguja se introduce en plano, combinando las ventajas de las dos primeras. Su utilización en niños es escasa (**Figura 3d**).

recomendable tener preparado el equipo necesario de soporte vital (oxígeno, mascarilla, bolsa autoinflable, etc.), ya que el procedimiento requiere de sedoanalgesia.

Al ser una técnica estéril, se requieren bata, mascarilla, campo y guantes estériles, además de realizar una correcta asepsia previa a la canalización vascular. Es recomendable utilizar fundas estériles especialmente diseñadas para aislar por completo el transductor y el cable del ecógrafo. Se emplea gel estéril por dentro y por fuera de la funda para evitar que exista aire entre el transductor y la piel. El paciente debe estar situado entre el operador y el ecógrafo, de tal modo que el operador, el paciente y el ecógrafo estén en el mismo plano de visión.

- Exploración preprocedimiento: antes de preparar el sitio de punción, se realizará una exploración de las dos venas centrales (izquierda y derecha) que se pretenden canalizar con el fin de identificar la óptima. Se deben identificar la vena, la arteria y las estructuras anatómicas adyacentes, así como las variaciones anatómicas, utilizando los ejes transversal y longitudinal. Es recomendable hacer los ajustes ecográficos que se emplearán luego.

4. REALIZACIÓN PRÁCTICA DEL PROCEDIMIENTO^{2,5,11}

El paciente debe estar monitorizado (electrocardiografía, tensión arterial, frecuencia respiratoria, pulsioximetría y capnografía) y es

Figura 3. Distintos abordajes posibles para la canalización vascular ecoguiada.

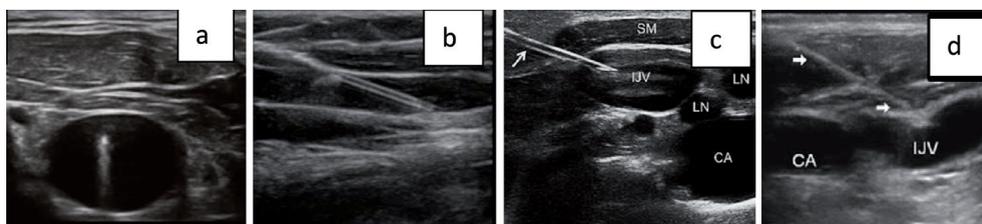


Tabla 4. Diferentes posibilidades de localizar las puntas de catéteres

Tipo de CVC	Óptima	Aceptable	No recomendada
Territorio VCS	Tercio inferior de VCS cerca de UCA	Tercio medio de VCS Tercio superior de AD	Tercio superior de VCS TBC/SC homolateral Bifurcaciones
Territorio VCI	UCA por encima del diafragma	Ligeramente en AD VCI por debajo del diafragma	VCI por debajo de venas renales

AD: aurícula derecha; **CVC:** catéter venoso central; **SC:** subclavia; **TBC:** tronco braquiocéfálico; **UCA:** unión cavoatrial; **VCI:** vena cava inferior; **VCS:** vena cava superior.

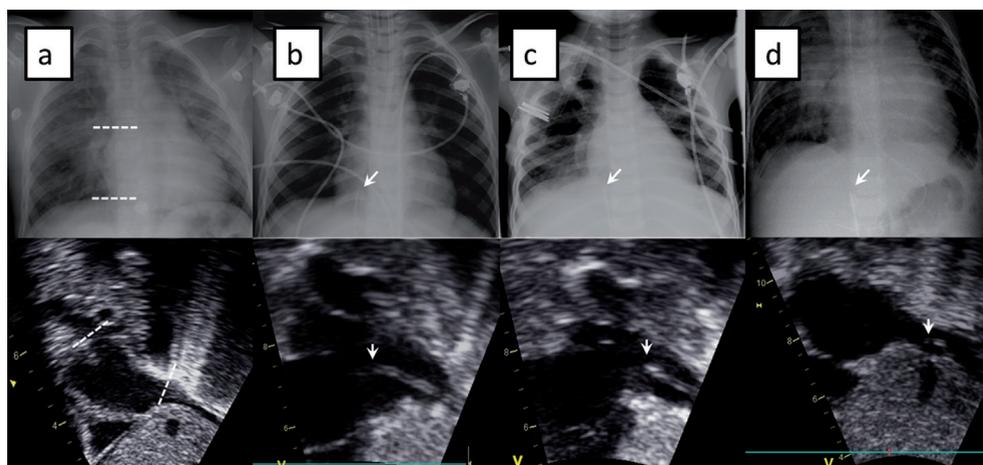
- Confirmar permeabilidad de la vena: se puede constatar aplicando presión sobre la piel con el transductor ecográfico para descartar trombosis.
- Canalizar el vaso mediante técnica ecoguiada: bajo rigurosa asepsia, la mano no dominante sostendrá el transductor sobre la piel del paciente; la mano dominante sostendrá la aguja rígida y jeringa con suero (técnica basada en un operador). Se identificará el vaso en el eje transversal o el longitudinal intentando centrar la imagen del vaso en la pantalla. Una vez que se atraviese la piel, el operador mirará a la pantalla del ecógrafo para no perder la aguja y avanzará mientras aplica aspiración mantenida y suave hasta que se visualice la aguja dentro del vaso y la sangre refluya a la jeringa.
- Técnica de Seldinger: tras canalizar el vaso, se retirará la jeringa y se introducirá la guía. Es recomendable visualizar el paso de la guía (plano longitudinal). A continuación, se retirará la aguja y se introducirá el catéter a su través, previa dilatación. Finalmente, se comprobará la colocación de la punta del catéter (Tabla 4).

5. COMPROBACIÓN DE LA LOCALIZACIÓN DE LA PUNTA DEL CATÉTER^{12,13}

Hay que diferenciar entre los catéteres del territorio inferior y el superior:

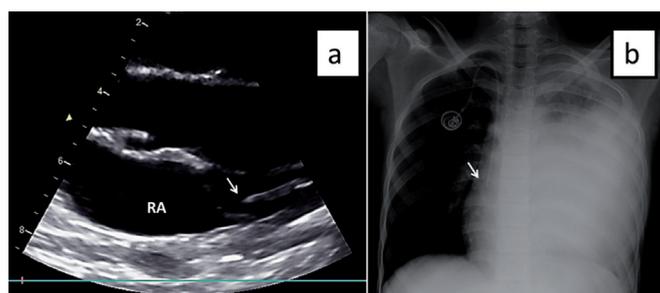
- Catéteres en vena cava inferior (VCI): la localización de los catéteres venosos centrales (CVC) en territorio de VCI es sencilla y rápida. Precisa realizar un plano subcostal (eje de cavas). Ya hay algunos artículos que recomiendan eliminar la utilización rutinaria de radiografía para la comprobación de los CVC femorales (Figura 4).
- Catéteres en vena cava superior (VCS): es bastante más complejo que la localización en el territorio de VCI. Existen dos aproximaciones diferentes. La primera es intentar visualizar la punta directamente en la VCS. Fuera del periodo neonatal, el plano más útil es el paraesternal izquierdo longitudinal modificado seguido del subcostal eje de cavas (Figura 5). La segunda opción es detectar la posición “por exclusión” con el protocolo CVC-SONO¹² o, incluso, realizar una mezcla de ambos (Figura 6):

Figura 4. Comprobación de catéteres femorales desde plano subcostal (eje de cavas) y correspondencia con la imagen radiográfica.



a: Localización de la unión cavoatrial. b: Catéter intraatrial. c: Catéter en localización correcta en la unión cavoatrial. d: Catéter en localización demasiado baja.

Figura 5. Localización de CVC en la VCS mediante plano paraesternal izquierdo longitudinal modificado.



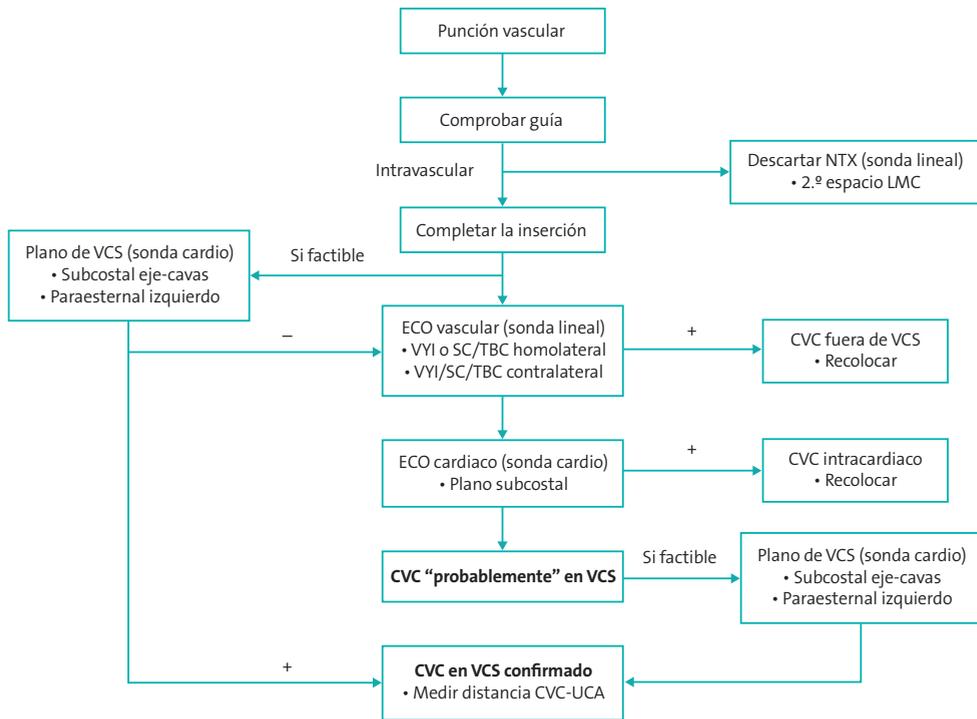
a: Catéter totalmente implantado en el tercio inferior de la VCS cercano a la unión cavoatrial. b: Correspondencia con la radiografía.

- C (*Complications*, complicaciones): comprobación de la posición intravascular de la guía (sonda lineal, eje largo) y descartar neumotórax.
- V (*intraVenous*, intraVenoso): visualización de los posibles sitios de migración del catéter según el vaso canalizado

(vena yugular interna [VVI] o vena subclavia [SC] homolateral y VVI/SC/tronco braquiocefálico [TBC] contralateral). Si se visualiza el CVC en alguna de estas estructuras, debe recolocarse.

- C (*Cardiac*, cardiaco): plano subcostal de la aurícula derecha (AD). Si se visualiza el

Figura 6. Protocolo para visualización de CVC en territorio de VCS.



CVC: catéter venoso central; **LMC:** línea media claviclar; **NTX:** neumotórax; **SC:** subclavia; **TBC:** tronco braquiocéfálico; **UCA:** unión cavoatrial; **VCS:** vena cava superior; **VVI:** vena yugular interna.

CVC, se retirará hasta su posición correcta. Si no se visualiza se considera que, por exclusión, tiene que estar en la VCS.

redireccionar el ángulo de la aguja y/o rotar el bisel; otra opción es que no se encuentre intravascular.

6. COMPLICACIONES DE LA TÉCNICA

Las tasas de complicaciones asociadas a los CVC oscilan entre el 1-26% (Tabla 5)¹⁵. Durante la inserción es posible comprobar con la ecografía los problemas con la guía: no pasa, existe resistencia o se acoda. La causa más frecuente es que la guía esté chocando contra la pared posterior del vaso, en cuyo caso se debe

Una de las complicaciones más importantes es la punción pleural con posterior desarrollo de neumo/hemotórax. La incidencia estimada es de alrededor del 1-2% en el caso de la vena SC, la de mayor riesgo¹⁶. La posibilidad de punción pleural aumenta en los pacientes sometidos a ventilación mecánica¹⁷. Se debe comprobar, como una rutina, la presencia de deslizamiento pleural bilateral en todas las canalizaciones de VVI, SC o TBC.

Tabla 5. Complicaciones asociadas a la canalización venosa central

Complicaciones inmediatas	Complicaciones durante el mantenimiento
<ul style="list-style-type: none"> • Problemas al pasar la guía • Punción de estructuras o vasos: <ul style="list-style-type: none"> – Punción/canulación arterial accidental – Punción pericárdico – Punción pleural. Neumotórax y hemotórax – Punción traqueal – Lesión nerviosa – Hematoma perivasculare • Arritmias cardíacas • Embolismo aéreo, de la guía o del catéter • Malposición del catéter • Sangrado inmediato 	<ul style="list-style-type: none"> • Infección: <ul style="list-style-type: none"> – Localizada (punto de punción o tunelitis) – Sistémica • Derrame y taponamiento pericárdico • Trombosis: <ul style="list-style-type: none"> – Sintomática – Asintomática • Rotura del catéter • Obstrucción del catéter • Extravasación de la infusión • Migración del catéter • Sangrado diferido

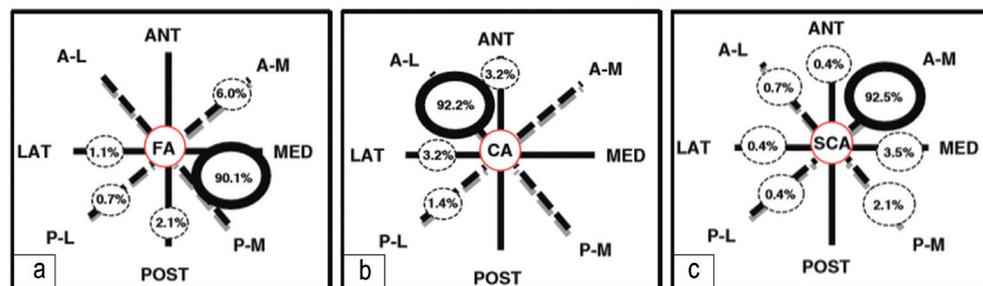
7. PECULIARIDADES ANATÓMICAS DE LAS DISTINTAS LOCALIZACIONES

Las variaciones anatómicas están presentes en casi un 18% de pacientes, lo que explicaría los fracasos de canalización o las complicaciones

derivadas de la técnica no ecoguiada. La utilización de ultrasonidos nos posibilita comprobar y evaluar las diferentes variantes anatómicas de los vasos en la población pediátrica. La localización que se asume como habitual de las venas está definida por la posición relativa que ocupan con respecto a su arteria satélite¹⁸:

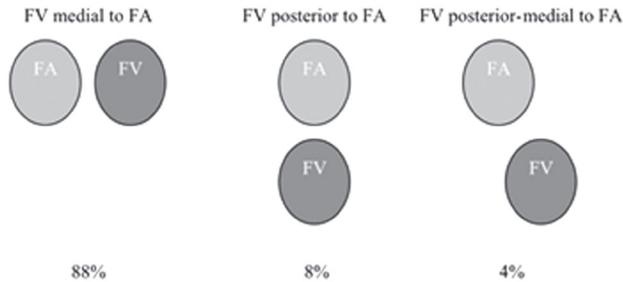
- Vena femoral (VF): la VF se sitúa posteromedial o medial a la arteria femoral (AF), con el transductor justo por debajo del ligamento inguinal (Figura 7a). Durante su trayecto, la AF presenta varios grados de solapamiento con la VF con una incidencia que varía entre el 8-85% (Figura 8). Este porcentaje es tanto mayor cuanto más se aleja el punto de punción del ligamento inguinal y cuanto menor es el niño¹⁸⁻²². La angulación de la extremidad inferior, e incluso la rotación externa de la cadera, no suponen una disminución en el grado de superposición de la AF sobre la VF en la población neonatal, pero sí en niños mayores^{22,23}. Respecto al diámetro de la VF, este aumenta cuanto más se acerca al ligamento inguinal, con la posición en anti-Trendelenburg y con la mayor edad/peso del niño²²⁻²⁵.

Figura 7. Diferencias anatómicas de distintos vasos en población pediátrica.



A/ANT: anterior; CA: carotid artery, arteria carótida; FA: femoral artery, arteria femoral; L/LAT: lateral; M/MED: medial; P/POST: posterior; SCA: subclavian artery, arteria subclavia.

Figura 8. Grados de solapamiento de la AF sobre la VF distal al ligamento inguinal.



FA: femoral artery, arteria femoral; **FV:** femoral vein, vena femoral.

En esta localización, lo más habitual es el abordaje transversal fuera de plano (también es posible el transversal en plano), ya que no suele existir espacio para el abordaje longitudinal, salvo en niños mayores.

- VVI: se sitúa anterolateral o anterior a la arteria carótida interna (ACI), con el transductor a la altura del cartílago cricoides (**Figura 7b**)^{26,27}. En niños mayores, así como en la población adulta, la VVI derecha presenta mayor longitud que la contralateral¹⁵. Se recomienda para la canalización, posición neutra de la cabeza o con una rotación contralateral inferior a 40°, dado que la superposición de la ACI sobre la VVI aumenta cuando la cabeza rota contralateralmente más de esos 40°¹⁶.

Para la canalización de la VVI, el abordaje longitudinal en plano es ideal en niños mayores, pero altamente complicado por falta de espacio en niños pequeños (tienen cuellos cortos y con muchos pliegues), lo que haría necesario el abordaje transversal fuera de plano (en alguna ocasión si hay superpo-

sición de AC y VVI, se requiere un abordaje transversal en plano).

- Vena SC: se sitúa anteromedial a la arteria subclavia (AS), con transductor en posición infraclavicular (**Figura 7c**). Las variaciones anatómicas de la vena SC ocurren con mayor frecuencia en niños menores de 2 años; la más común de estas variaciones anatómicas es la disposición medial de la vena SC con la AS homolateral²⁸. Respecto a la vena SC, hay mucha discusión entre si es preferible un abordaje supra- o infraclavicular, aunque hay buenas experiencias en la canalización supraclavicular del colector yugulosubclavio (unión de la VVI y la vena SC)²⁹.

El porcentaje de éxito en la canalización de grandes vasos tanto arteriales como venosos dependerá, no solo del conocimiento de su anatomía normal, sino también de las posibles variantes que presente el paciente. Por ello se recomienda el uso de la ecografía para valorar la disposición de los vasos y guiar la canalización segura de los mismos.

8. GUÍA RÁPIDA PARA LA CANALIZACIÓN VASCULAR ECOGUIADA

- Enchufar y encender el ecógrafo.
- Identificar al paciente y al operador.
- Elegir transductor: sonda de alta frecuencia (lineal).
- Poner gel de ecografía.
- Elegir profundidad según la zona anatómica. Ajustar profundidad y ganancia según imagen.
- Identificar la vena y diferenciarla de la arteria.
- Exploración ecográfica vascular en eje transverso: comprobar los dos lados de la localización elegida para canalizar y decidir cuál es el óptimo (mayor diámetro, mayor diferencia arteria-vena, etc.).
- Optimizar la posición del paciente para maximizar la exposición vascular venosa.
- Limpiar transductor y paciente. Kit estéril para transductor, paciente y operador(es).
- Centrar el vaso a canalizar en la pantalla.
- Canalización en eje transverso (fuera de plano).
- Rotar el transductor para obtener visualización longitudinal (en plano) para su canalización.
- Tras pinchar la piel, levantar la vista y seguir la canalización mirando la pantalla del ecógrafo.
- Tras canalizar el vaso, comprobar el paso y la colocación de la guía antes de usar el dilatador.
- Comprobar el paso del catéter sobre la guía.
- Comprobar la localización de la punta del catéter.
- Excluir/diagnosticar complicaciones.

BIBLIOGRAFÍA

1. Leibowitz A, Oren-Grinberg A, Matyal R. Ultrasound Guidance for Central Venous Access: Current Evidence and Clinical Recommendations. *J Intensive Care Med.* 2020;35:303-21.
2. Saugel B, Scheeren TWL, Teboul JL. Ultrasound-guided central venous catheter placement: a structured review and recommendations for clinical practice. *Crit Care.* 2017;28:225.
3. López-Herce Cid J, Calvo Rey C, Rey Galán C, *et al.* Manual de cuidados intensivos pediátricos. Madrid: Publimed; 2019.
4. Society of Echocardiography and the Society of Cardiovascular Anesthesiologists. *J Am Soc Echocardiogr.* 2011;24:1291-318.
5. Lamperti M, Bodenham AR, Pittirutti M, *et al.* International evidence-based recommendations on ultrasound-guided vascular access. *Intensive Care Med.* 2012;38:1105-17.
6. Menéndez JJ, Verdú C, Calderón B, *et al.* Incidence and risk factors of superficial and deep vein thrombosis associated with peripherally inserted central catheters in children. *J Thromb Haemost.* 2016;14:2158-68.

7. Pittiruti M. Ultrasound guided central vascular access in neonates, infants and children. *Curr Drug Targets*. 2012;13:961-9.
8. Oulego-Erroz I, Ferrer-Barba A, Gil-Antón J, *et al*. Documento de consenso del Grupo de Trabajo de Ecografía de la Sociedad Española de Cuidados Intensivos Pediátricos. *Procedimientos ecoguiados*. 2018;1:6-12.
9. Brass P, Hellmich M, Kolodziej L, *et al*. Ultrasound guidance versus anatomical landmarks for internal jugular vein catheterization. *Cochrane Database Syst Rev*. 2015;1:CD006962. doi: 10.1002/14651858.CD006962.pub2.
10. Brass P, Hellmich M, Kolodziej L, *et al*. Ultrasound guidance versus anatomical landmarks for subclavian or femoral vein catheterization. *Cochrane Database Syst Rev*. 2015;1:CD011447. doi: 10.1002/14651858.CD011447.
11. Bodenham A, Babu S, Bennet J, *et al*. Guidelines. Safe vascular access 2016. *Anaesthesia*. 2016;71:573-85.
12. Alonso-Quintela P, Oulego-Erroz I, Rodríguez-Blanco S, *et al*. Location of the central venous catheter tip with bedside ultrasound in young children: can we eliminate the need for chest radiography?. *Pediatr Crit Care Med*. 2015;16:e340-5.
13. Oulego-Erroz I, Pradillos-Serna JM, Fuentes Carretero S, *et al*. Insertion of a central venous reservoir using an exclusively ultrasound guided technique: Preliminary experience. *An Pediatr (Barc)*. 2018;89:117-8.
14. Matsushima K, Frankel HL. Detection of central venous catheter insertion-related complication using bedside ultrasound: the CVC sono. *J Trauma*. 2011;70(6):1561-3.
15. Smith RN, Nolan JP. Central venous catheters. *BMJ*. 2013;347:f6570.
16. Reeson M, Forster A, van Walraven C. Incidence and trends of central line associated pneumothorax using radiograph report text search versus administrative database codes. *BMJ Qual Saf*. 2018;27(12):982-8.
17. Church JT, Jarboe MD. Vascular Access in the Pediatric Population. *Surg Clin North Am*. 2017;97(1):113-28.
18. Souza EP, Grousseau S, Duflo F, *et al*. Ultrasonographic anatomic variations of the major veins in paediatric patients. *Br J Anaesth*. 2014;112(5):879-84.
19. Bhatia N, Sivaprakasam J, *et al*. The relative position of femoral artery and vein in children under general anesthesia — an ultrasound-guided observational study. *Paediatr Anaesth*. 2014;24:1164-8.
20. Aouad MT, Kanazi GE, Abdallah FW, *et al*. Femoral vein cannulation performed by residents: a comparison between ultrasound-guided and landmark technique in infants and children undergoing cardiac surgery. *Anesth Analg*. 2010;111:724-8.
21. Warkentine FH, Clyde Pierce M, Lorenz D, *et al*. The anatomic relationship of femoral vein to femoral artery in euvolemic pediatric patients by ultrasonography: implications for pediatric femoral central venous access. *Acad Emerg Med*. 2008;15:426-30.
22. Tailounie, M; Mcadams LA, Frost KC, *et al*. Dimension and overlap of femoral and neck blood vessels in neonates. *Pediatr Crit Care Med*. 2012;13(3):312-7.
23. Hopkins JW, Warkentine F, Gracely E, *et al*. The anatomic relationship between the common femoral artery and common femoral vein in frog leg position versus straight

- leg position in pediatric patients. *Acad Emerg Med.* 2009;16:579-84.
24. Suk EH, Lee KY, Kweon TD, *et al.* Ultrasonographic evaluation of the femoral vein in anaesthetised infants and young children. *Anaesthesia.* 2010;65:895-8.
25. Akingbola OA, Nielsen J, Hopkins RL, *et al.* Femoral vein size in newborns and infants: preliminary investigation. *Crit Care.* 2000;4:120-3.
26. Alderson PJ, Burrows FA, Stemp LI, *et al.* Use of ultrasound to evaluate internal jugular vein anatomy and to facilitate central venous cannulation in paediatric patients. *Brit J Anaesth.* 1993;70:145-8.
27. Mallinson C, Bennett J, Hodgson P, *et al.* Position of the internal jugular vein in children: a study of the anatomy using ultrasonography. *Paediatr Anaesth.* 1999;9:111-4.
28. Ahn JH, Park J, Saong IS, *et al.* The angle range of leg abduction with external hip rotation which can minimize femoral artery and vein overlap in pediatric patients. *Paediatr Anaesth.* 2019;29:361-7.
29. Oulego-Eroz I, Muñoz-Lozón A, Alonso-Quintela P, *et al.* Comparison of ultrasound guided brachiocephalic and internal jugular vein cannulation in critically ill children. *J Crit Care.* 2016;35:133-7.