

DOI: 10.25237/revchilanestv5203111606

Consejos prácticos para la instalación de catéteres venosos centrales en niños pequeños

Practical tips for central venous catheter placement in small children

Gonzalo A. Rivera L. MD, MPhil. 1,*

¹ Anestesiólogo Clínica Las Condes. Santiago, Chile.

Sin conflictos de interés.

Fecha de recepción: 05 de agosto de 2022 / Fecha de aceptación: 10 de septiembre de 2022

ABSTRACT

The correct choice of intra vascular access constitutes a key element in pediatric patients. Recently, the use of ultrasound as a technical support has made a big difference in controlling associated complications. This article has the objective to show some general recommendations related with central venous catheters placement in small children.

Key words: Central venous catheters, ultrasound, neonates, children.

RESUMEN

La correcta indicación y uso de un acceso vascular es un elemento crítico en los cuidados hospitalarios de pacientes pediátricos. Recientemente, el uso del ultrasonido como apoyo de la técnica ha hecho una gran diferencia en el control de las complicaciones asociadas. Este artículo tiene por objetivo mostrar algunas recomendaciones generales relacionadas a uso de catéteres venosos centrales en niños pequeños.

Palabras clave: Catéteres venosos centrales, ultrasonido, neonatos, niños.

Introducción

En diversas situaciones clínicas en las que la evidencia sólida es escasa, las decisiones son guiadas por una combinación de experiencia, intuición y disponibilidad de recursos. En el caso de niños pequeños con enfermedades serias la decisión de la instalación de un acceso venoso central ocurre frecuentemente sin demasiada evidencia. Sin embargo, se han hecho esfuerzos por tratar de homogeneizar la práctica desde experiencias ya implementadas en pacientes adultos con el objetivo primordial de disminuir la variabilidad de indicaciones y las complicaciones asociadas a los dispositivos[1]. Se debe recalcar la importancia de situar adecuadamente nuestra práctica para extrapolar de manera útil las recomendaciones obtenidas de la literatura disponible.

En este artículo se hará referencia a algunas recomendaciones prácticas para la instalación de dispositivos de acceso venoso central en neonatos y niños pequeños con el objetivo primario de incrementar la seguridad del proceso y disminuir las complicaciones asociadas.

Nomenclatura general

En la Tabla 1 se destacan los conceptos más frecuentemente asociados al tema de accesos vasculares, algunas de las siglas son derivadas del concepto en inglés y por habituación práctica se utilizarán de tal forma en este texto.

Indicaciones

Las indicaciones de accesos venosos centrales están im-

gon.rivera@gmail.com

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9450-6445>

Tabla 1. Abreviaciones de conceptos relacionados a accesos vasculares

Concepto	Abreviación
Catéter venoso central	CVC
Vena yugular interna	VYI
Vena subclavia	VS
Tronco braquio-cefálico	TBC
Vena cava superior	VCS
Vena cava inferior	VCI
Aurícula derecha	AD
Catéter central de inserción periférica (Peripheral inserted central catheter)	PICC
Ultrasonido	US
Vena axilar	VAX
Vena cefálica	VC
Vena femoral	VF
Fr	French (Medida francesa de calibres exteriores, 1 Fr = 0,3 mm)
G	Gauge (Medida inglesa de calibres interiores, 20 G = 0,006 mm)

Tabla 2. Situaciones generales que pueden influir en la indicación de un acceso vascular

Situación clínica	Recomendación general
Condiciones del paciente	
¿El paciente es un neonato o de pretérmino?	Considerar calibres pequeños (3 Fr o menor)
¿El paciente tiene patología cardiovascular, oncológica o inmunitaria?	Considerar accesos y técnica con menor riesgo infeccioso, ej: CVCs implantados, PICC
¿El paciente ha sido invadido en sus venas centrales previamente?	Considerar una adecuada evaluación ultrasonográfica con diagnóstico de eventuales secuelas
¿El paciente se encuentra inestable o en condición crítica?	Puede requerir calibres grandes o monitoreo hemodinámico, Ej: CVC transitorio, PICC
Condiciones de la terapia	
¿Se indicarán medicamentos o fluidos compatibles con acceso venoso periférico?	Siempre preferir acceso periférico simple en primer lugar
¿Se requerirán múltiples tomas de muestras de sangre (diaria o más frecuente)?	Se debe elegir un dispositivo que lo permita, Ej: CVC transitorio o tunelizado
¿Por cuánto tiempo se estima que el paciente necesitará el dispositivo?	Si se estima necesidades prolongadas (> 1 mes) se debe preferir dispositivos de larga permanencia, ej: Catéteres tunelizados o implantados
¿El paciente requerirá exámenes de imágenes contrastados?	Se debe optar por dispositivos que resistan la presión y velocidad de administración del contraste, ej: Catéteres de poliuretano

portantemente influenciadas por el tipo de paciente que está acostumbrado a tratar el centro, en ese sentido en ciertos centros la decisión de cual acceso venoso (central o no central) es el indicado corresponde a una política institucional y no a la decisión de tratantes individuales. Básicamente se deben considerar algunas situaciones particulares que influirán en la toma de decisión de la indicación de un acceso venoso (Tabla 2), así como el tipo de dispositivo que se disponga en cada centro y el entrenamiento de los posibles operadores.

En cuanto al número de lúmenes, existe cierto acuerdo de que se debe preferir rutinariamente dispositivos de un solo lumen, a menos que existan razones específicas para un dispositivo multi-lumen (ej. infusiones incompatibles

que además no pueden ser separadas en el tiempo). No se ha demostrado utilidad (salvo la comodidad) de dejar lúmenes exclusivos para administración de transfusiones de hemoderivados o extracción de muestras de sangre ni tampoco el dejar exclusividad de lumen a nutriciones parenterales o lipídicas[2].

Técnica de instalación

Posicionamiento del paciente

Luego de decidido el dispositivo a instalar debemos analizar otras situaciones generales que pueden determi-

nar también el éxito de nuestra técnica. Recordemos que siempre un paciente pequeño requerirá algún tipo de soporte de confort, que frecuentemente incluirá algún grado de sedación o anestesia (local y/o general). Mientras exista riesgo de que el paciente reaccione ante la punción, más dificultoso y potencialmente peligroso será el procedimiento. La sedación contribuirá además a posicionar correctamente al paciente y la maniobra comúnmente más usada en ese sentido es la de posicionar algún elemento que levante los hombros para alcanzar el nivel de alineación de los grandes vasos en el cuello con respecto a la cabeza y con ello dejar más espacio para maniobrar en la zona. En pacientes lábiles al uso de sedación o anestesia el apoyo de un segundo operador que ayude a mantener la posición puede ser de gran ayuda.

Varias otras maniobras simples han sido descritas como para optimizar las punciones como la de traccionar las partes blandas del paciente con telas adhesivas con la finalidad de dar un mejor campo de acción (Figura 1 A y B), así como la compresión hepática externa (subcostal) y la posición en Trendelenburg que generan un aumento signi-

ficativo, aunque transitorio en el diámetro de las grandes venas[3] (Figura 1 C y D).

Evaluación pre-procedimiento: Evaluación rápida de venas centrales (Rapid Central Vein Assessment (RaCeVa))

Muchos factores han contribuido a la seguridad de esta práctica clínica, el más importante ha sido la amplia incorporación del uso del ultrasonido (US) a diferentes fases de la técnica de inserción de un dispositivo venoso. El US puede ser usado antes, durante y después de la punción y hoy en día su uso constituye una recomendación muy aceptada inclusive en pacientes pediátricos[4].

La apropiada evaluación previo al procedimiento con US nos orientará hacia la mejor y más segura elección de la vena y de la zona de emergencia del dispositivo. La preferencia o experiencia personal del operador no debería ser considerado como un criterio adecuado único de elección, dado que no garantiza la máxima seguridad para el paciente[5].



Figura 1. Maniobras de optimización para la punción venosa. A: aumento de altura de hombros; B: tracción de partes blandas con telas adhesivas; C: compresión hepática subcostal; D: aumento de diámetro de venas centrales con maniobras de llene venoso.

En adultos se ha implementado la evaluación rápida de venas centrales (Rapid Central Vein Assessment (RaCeVa)) como aproximación sistemática a la evaluación de vasos del cuello con US previo a la inserción de dispositivos de acceso venoso central[6]. Esta aproximación ya ha sido utilizada en niños pequeños (Figura 2) y constituye actualmente una recomendación útil de seguir dada la variación anatómica observada sobre todo en la VVI en menores de 2 años[7]. El protocolo fue diseñado para una fácil, rápida y sistemática evaluación de venas centrales que teóricamente pueden ser abordadas mediante el uso de US: VVI, VYE, TBC, VS en el área supraclavicular y la VA, VAX, VC y VS desde la aproximación infraclavicular. Durante el proceso el operador puede diagnosticar o descartar anomalías vasculares (trombosis, estenosis, compresión extrínseca), variaciones anatómicas en tamaño y forma, evaluar la relación apropiada de calibres de catéter versus vena. Adicionalmente, se pueden evaluar prácticamente todas estructuras circundantes (Figura 3) (pleura, costillas, plexo nervioso, canal

medular, timo, cartílagos traqueobronquiales, etc.) y realizar una mejor estimación de la zona de exteriorización del dispositivo (que no es necesariamente la misma que la de punción).

Elección de vena a puncionar

La elección de la vena a puncionar se realizará en consideración a los pasos anteriores de evaluación venosa. Asimismo, dentro de una estrategia destinada a la disminución de complicaciones, un elemento crucial es la estimación del calibre venoso o, más precisamente la relación entre calibres entre el vaso elegido y el catéter disponible. Mientras mayor es el calibre del catéter más riesgo de trombosis y mientras más pequeño el mismo más riesgo de oclusión. La recomendación general en el caso de pacientes adultos es que el calibre del catéter no sea mayor al tercio del calibre de la vena para no aumentar los riesgos de complicaciones mecánicas, la llamada regla del 33%. Sin embargo, en

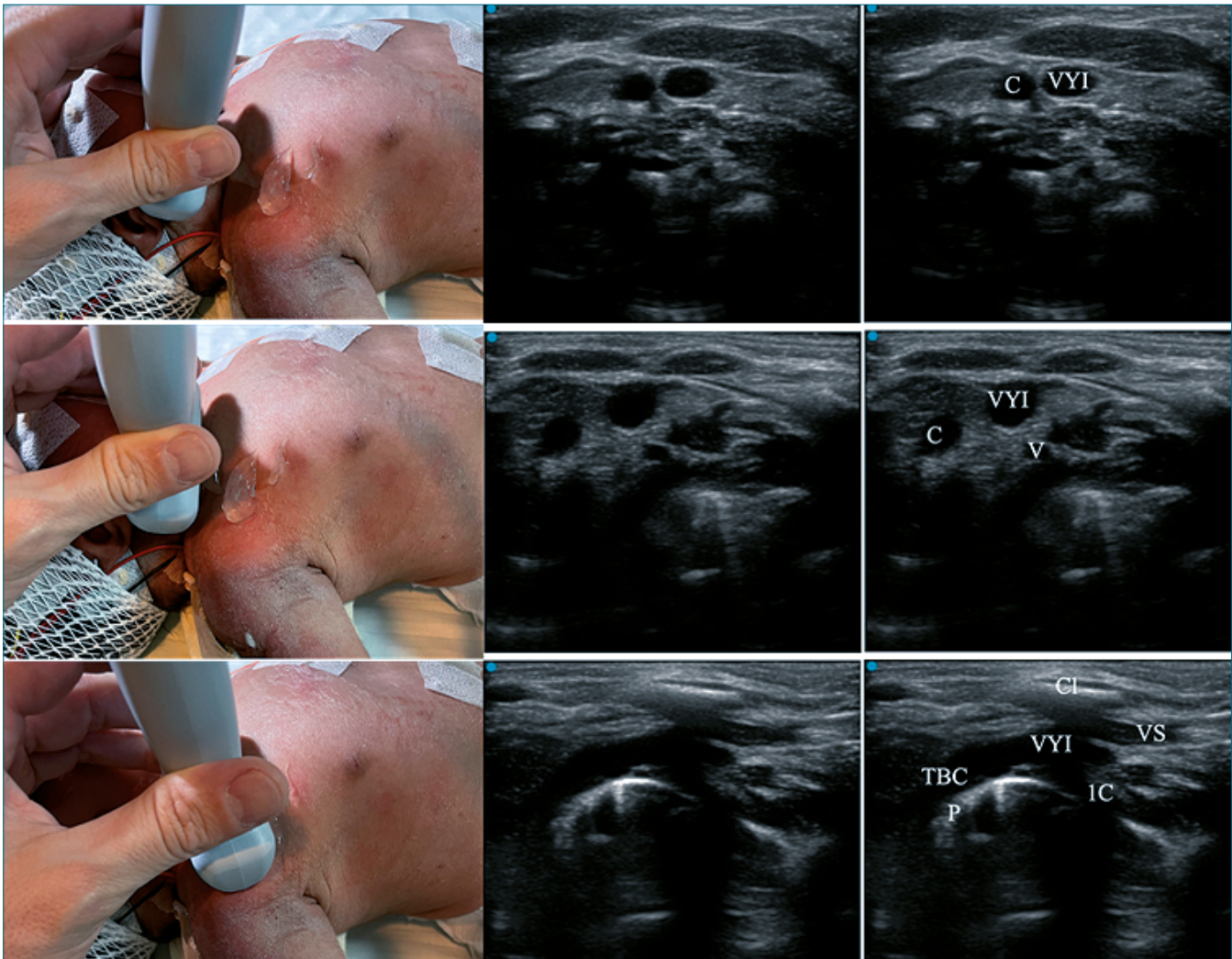


Figura 2. Imágenes de exploración con US y su correlación con la posición del transductor externamente durante la evaluación rápida de venas centrales. VVI: vena yugular interna; VS: vena subclavia; TBC: tronco braquio-cefálico; P: pleura. 1c: primer arco costal (sombra acústica); Ci: clavícula; C: carótida; V: arteria vertebral.

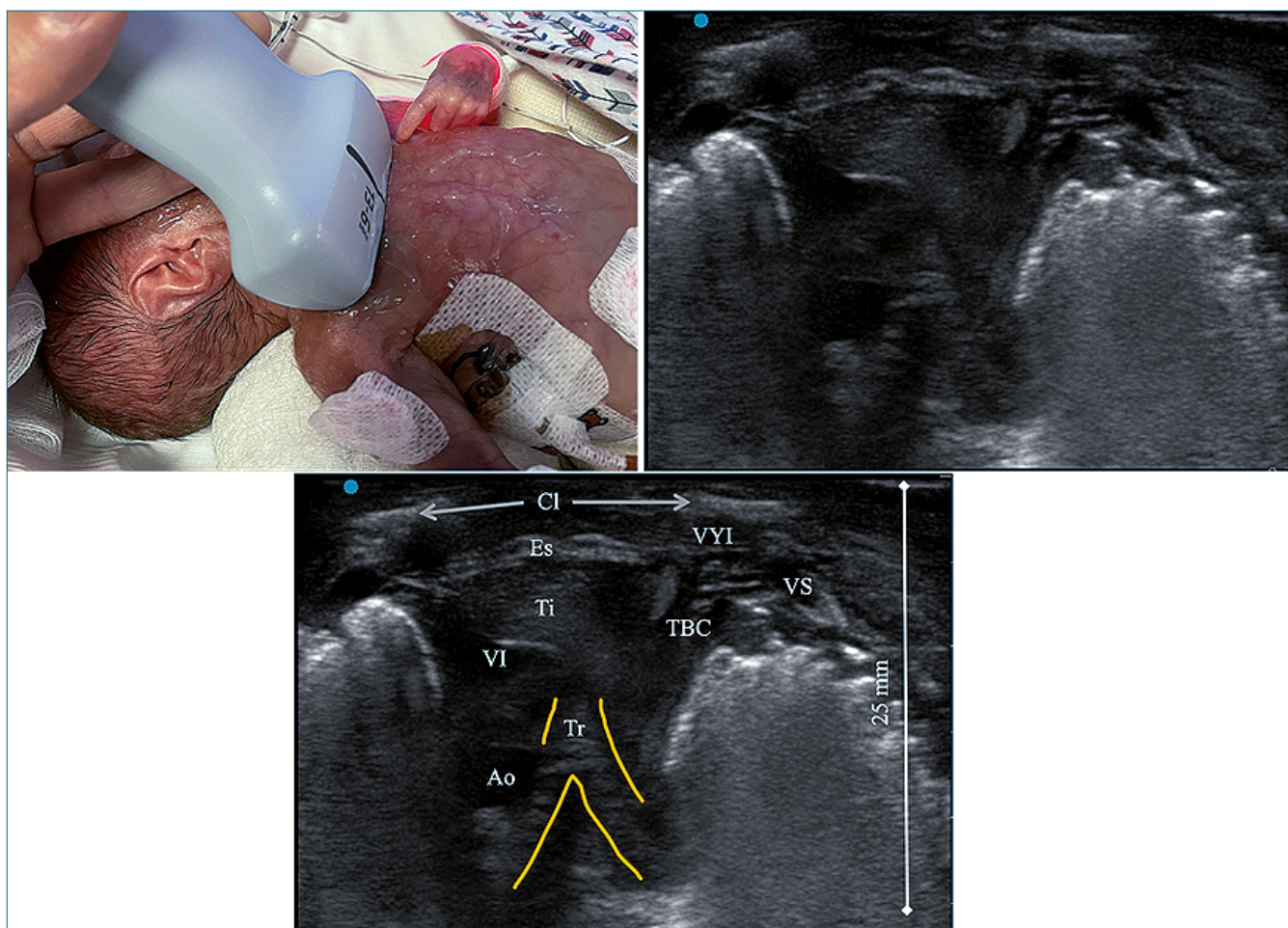


Figura 3. Imagen de exploración de cuello con US en paciente prematuro de 700 g. A: posición supraclavicular oblicua de transductor lineal dirigido a mediastino; B: imagen de US. VYI: vena yugular interna; VS: vena subclavia; TBC: tronco braquio-cefálico; P: pleura; Cl: clavículas; Es: esternón; Ti: timo; VI: vena innominada; Ao: aorta; Tr: traquea.

neonatos o niños pequeños no se ha demostrado claramente que ser tan estricto tenga un beneficio medible y la recomendación de panel de expertos en caso de CVC tradicionales es que la relación inferior o igual a 40% es considerada apropiada, entre 45% y 50% incierta y, mayores o iguales a 60% como derechamente inapropiadas[1]. Más simplificada, se puede recomendar mantener el 33% en caso de neonatos y una relación inferior al 50% en niños mayores parecen ser lo adecuado[8].

Aproximación a la técnica de US para la punción

Con las consideraciones anteriores ya tenemos el marco general teórico de la optimización de las condiciones y la elección de la vena a puncionar. Sin embargo, existen algunas otras variaciones de los accesos mediante US que es necesario conocer. La técnica con US puede ser usada para la punción misma, el avance de la guía, la dilatación del trayecto, el avance del CVC y además en algunos casos para la posición definitiva de la punta.

La VYI ha sido clásicamente la primera elección de acceso venoso en adultos y pacientes pediátricos y la apro-

ximación con US para la punción ha demostrado ventajas por sobre la punción basada en puntos de reparo anatómico externos[9]. Sin embargo, tradicionalmente, la posición inicial del transductor de US para la punción de la VYI usualmente es perpendicular al eje del vaso lo que significa la obtención de la visualización en eje corto, con lo que se obtiene una buena orientación espacial del cuello en general pero comúnmente sólo deja espacio para una punción fuera del plano lo que para muchos operadores no ofrece un total control de la visualización de la punta del trocar en tiempo real. Este fenómeno es aún más evidente en niños más pequeños por el simple hecho de que incluso los transductores más pequeños no pueden posicionarse longitudinalmente bien por un conflicto de espacio. La anterior razón, junto con el hecho de que otros vasos (TBC, VS) generalmente son de calibre mayor y pueden ser visualizados adecuadamente en su eje largo, la VYI ha empezado a ser desplazada como primera elección en la mayoría de las indicaciones pediátricas encontradas en la literatura de la última década[10].

El abordaje supraclavicular de la confluencia de la VYI con la VS formando el TBC se ha constituido como una

atractiva alternativa a puncionar en niños pequeños[11]. La exploración con US en la fosa supraclavicular permite la visualización de tal confluencia venosa en el eje largo de la vena y permitirá más cómodamente la punción en el plano de esta, como ventaja adicional se puede observar muy bien el avance de la guía y su correcta dirección hacia VCS (Figura 4A). Existe numerosa evidencia que demuestra el uso de esta técnica de punción en niños y neonatos (inclusive de muy bajo peso) con un éxito superior al 95%, una tasa de complicaciones baja y una curva de aprendizaje rápida[12]. Además, ha demostrado mejores resultados al primer intento que la punción de la VYI[13].

Brevemente, la técnica se basa en la misma posición como para visualizar la VYI, pero luego se desplaza el transductor caudalmente hasta ver la confluencia de la VYI con la VS, siendo posible a ese nivel también apreciar la pleura, la arteria subclavia y los primeros arcos costales. En tal posición se avanza gentilmente el trocar o cánula venosa en el mismo plano del transductor y la vena hasta obtener reflujo de sangre.

La VS también puede abordarse desde aproximaciones infraclaviculares[14]. En este caso la visualización de la VS se realiza por encima de la clavícula (apoyándose en ella), y la confluencia yúgulo subclavia se apreciará en el extremo medial de la imagen y por el extremo lateral se debe alinear longitudinalmente la VS (frecuentemente se aprecia la llegada de la vena cefálica), el apoyo por encima de la clavícula generará una sombra acústica característica entre estos dos extremos (Figura 4B). Esta técnica ha demostrado ser exitosa en incluso en pacientes de menos de 10 kg y la

emergencia del CVC en las cercanías del surco delto-pectoral contribuyen a la comodidad del paciente y a mejores cuidados de enfermería. Sin embargo, la técnica usualmente es considerada como más compleja y por algunos operadores, requiere mayor entrenamiento y número mayor de intentos que su contraparte supraclavicular y una relativamente frecuente necesidad de redirigir la guía dentro de la vena (por desvío inicial de la guía hacia VYI ipsi-lateral). No obstante, lo anterior, esta aproximación es particularmente útil en caso de CVCs de mayor duración, además permitiendo una tunelización hacia en el tórax mismo o hacia el brazo, además no se ha demostrado que tenga más complicaciones que el acceso por sobre la clavícula[15].

En el caso del acceso de VF, actualmente está en franco desuso salvo para situaciones de emergencia, por cortos períodos de tiempo o cuando hay evidencia de obstrucción de VCS. La tasa de complicaciones mecánicas e infecciosas, junto con la optimización de la técnica en otras ubicaciones ha disminuido la frecuencia de su indicación[5].

Particularidades de pacientes neonatales

Este tipo de pacientes deben ser abordados por operadores con experiencia, más aún si presentan condiciones adicionales como ventilación espontánea, ventilación de alta frecuencia, prematuridad extrema, etc. Un punto importante, más aún en niños muy pequeños es que en la visión de US uno podría estar claramente dentro de la vena al ver la pantalla, pero aún no obtener reflujo de sangre, ese fenómeno es común y probablemente se debe a que aun

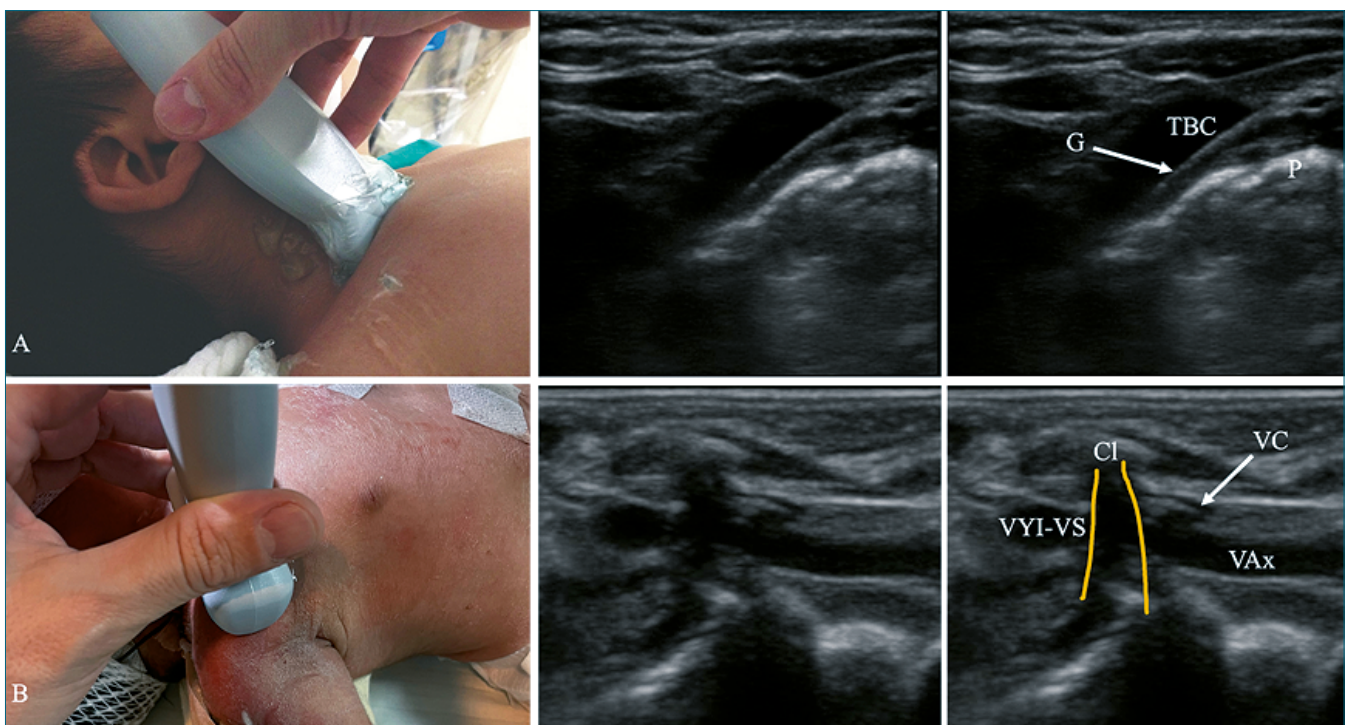


Figura 4. Imágenes referenciales de exploración con US a nivel supraclavicular A, y de vena axilar-subclavia por encima de la clavícula; B: VYI: vena yugular interna; VS: vena subclavia; TBC: tronco braquio-cefálico; G: guía metálica dentro del TBC; P: pleura; Cl: clavícula; VC: vena cefálica; Vax: vena axilar. Líneas amarillas corresponden a sombra acústica de clavícula.

podría faltar atravesar alguna muy fina capa de tejido para entrar al lumen venoso, en ese punto se debe avanzar levemente en la misma dirección de la vena para finalmente obtener reflujo de sangre. Otro elemento adicional es que la mayoría de los CVC tradicionales poseen una guía metálica con el extremo en forma de J cuya curvatura es muchas veces de igual o mayor diámetro que el vaso, lo que podría causar problemas o lesiones a su paso. Por la anterior razón es que algunas instituciones prefieren tener la disponibilidad de guías super flexibles rectas como las de nitinol (níquel-titanio) y con ello forzar teóricamente menos la vena con la guía. Por último, muchos operadores prefieren no usar el trocar o aguja metálica para puncionar y en su lugar usar cánulas venosas tradicionales 24 o 22G y canular la vena misma previo al paso de cualquier guía.

Estrategias de verificación de posición de la punta

Dejando de lado posiciones evidentemente indeseadas y extra-venosas como la pleura, arterias, peritoneo, pericardio, tráquea, etc., la posición ideal de la punta de un CVC ha sido materia de debate por años. Sin embargo, es aceptado que la punta debe quedar en la vena más grande posible, idealmente fuera de la proyección del saco pericárdico, paralelo al eje de la vena y que la punta no impacte la pared del vaso o endocardio[16]. La adecuada posición dependerá de cierta forma de la indicación original pudiendo haber cierta tolerancia a una posición no ideal si la condición lo permite (ej. punta en vena innominada de un CVC para administración de antibióticos por pocos días). Existen potenciales complicaciones en cualquier posición, siendo de manera general la trombosis y disfunción por oclusión lo más común si la punta del CVC queda más alejada de la VCS en su unión con la aurícula derecha, lo que es considerado ampliamente como la posición ideal para la inmensa mayoría de indicaciones.

En la práctica clínica se han propuesto varias formas de evaluar la adecuada posición de la punta del CVC. Estas han incluido fórmulas matemáticas de estimación según talla y/o peso, fluoroscopia, electrocardiografía intracavitaria y el uso de US[17],[18]. Todas las alternativas tienen ventajas y desventajas o requieren más o menos entrenamiento, lo importante es adoptar alguna según los protocolos institucionales y aplicarla con criterio. En Chile, lo más comúnmente difundido es el uso de una imagen radiográfica ya sea en el momento o a posterior al procedimiento. La ventaja es que es una técnica conocida y que puede dejar el documento disponible, pero para algunos operadores constituiría una radiación innecesaria teniendo la disponibilidad de otras técnicas.

En los últimos años han sido publicados una serie de artículos donde se describen aproximaciones con US para la estimación de la posición definitiva de la punta con exploraciones supraesternales, paraesternales o subcostales[19]-[21]. Comúnmente en la estimación de la posición de la punta con US son utilizados los transductores sectoriales o microconvexos que amplían la visión de las estructuras profundas, en menor medida y casi exclusivamente en pacientes muy pequeños el mismo transductor lineal de alta frecuencia usado para la punción puede ser de utili-

dad. La determinación de la posición de la punta mediante el uso de US requiere entrenamiento y equipamiento que podría no estar disponible ampliamente, sin embargo, es recomendable la preparación de los operadores en este sentido.

En neonatos y más aun en niños de muy bajo peso la visión supraesternal es muy simple de realizar con simples movimientos de angulación del transductor lineal en dirección hacia el centro del mediastino y la mayoría de las veces es posible seguir el trayecto del TBC y apreciar la confluencia de la vena innominada con la VCS (Figura 5). Asimismo, con el mismo transductor lineal, se puede obtener la imagen subcostal bicava con la que se puede alinear en un mismo eje la VCI, AD y VCS.

Complicaciones

Las complicaciones asociadas a los CVCs se pueden dividir en tempranas y tardías. Las primeras se asocian al momento de la instalación, son bien conocidas e incluyen hematomas, neumotórax, hemotórax, arritmias, etc. Su incidencia ha disminuido dramáticamente con la introducción del uso de US en la técnica. Dentro de las complicaciones tardías se destacan fundamentalmente las infecciones asociadas al dispositivo y las trombosis venosas.

Las infecciones asociadas a la presencia de un CVC son la principal infección asociada a la atención de salud (IAAS) en niños[22],[23]. Varios factores de riesgo inciden en su aparición dentro de los que se incluyen CVCs multilumen, uso para transfusiones de productos sanguíneos, trasplante de médula ósea, uso en neonatos[24]. Su incidencia es aún mayor en pacientes de pre-término debido a su vulnerabilidad inmunológica, prolongada necesidad de permanencia de los dispositivos y la alta intensidad de su uso en el ámbito de cuidados críticos[25]. Diversas estrategias se han establecido para disminuir el riesgo de IAAS asociadas a CVCs y varias de ellas deben ser implementadas por los operadores. El estricto apego a las normativas vigentes de preparación del campo para la punción en forma estéril, la minimización del número de punciones son recomendaciones conocidas. Sin embargo, recientemente se ha demostrado que la elección de la punción del TCB en la técnica supraclavicular guiada por US puede reducir el riesgo de colonización e infección asociada a CVC, siendo preferible en este sentido a otras localizaciones (VYI, VS y VF) e incluso superando a catéteres epicutáneos (comúnmente llamados percutáneos) en pacientes de pretérmino[26]. Lo actualmente recomendado es que se adopten medidas agrupadas institucionalmente, más allá que simples medidas aisladas, las cuales pueden incluir, entre otros, entrenamiento de grupos de operadores especializados, evitar su indicación, minimización de la manipulación, cambio de bajadas de infusiones protocolizadas, uso de tapas antireflujos, retiro oportuno del dispositivo, etc[23],[27].

En cuanto al riesgo de trombosis, se conoce que su causa inicial es provocada por recubrimiento externo e interno del CVC con capas de fibrina[4]. La correcta posición de la punta es el principal factor protector de esta complicación y el menor tamaño del paciente (menores de 2 años), enfermedades crónicas (neoplasias, infecciones, cardiopatías),

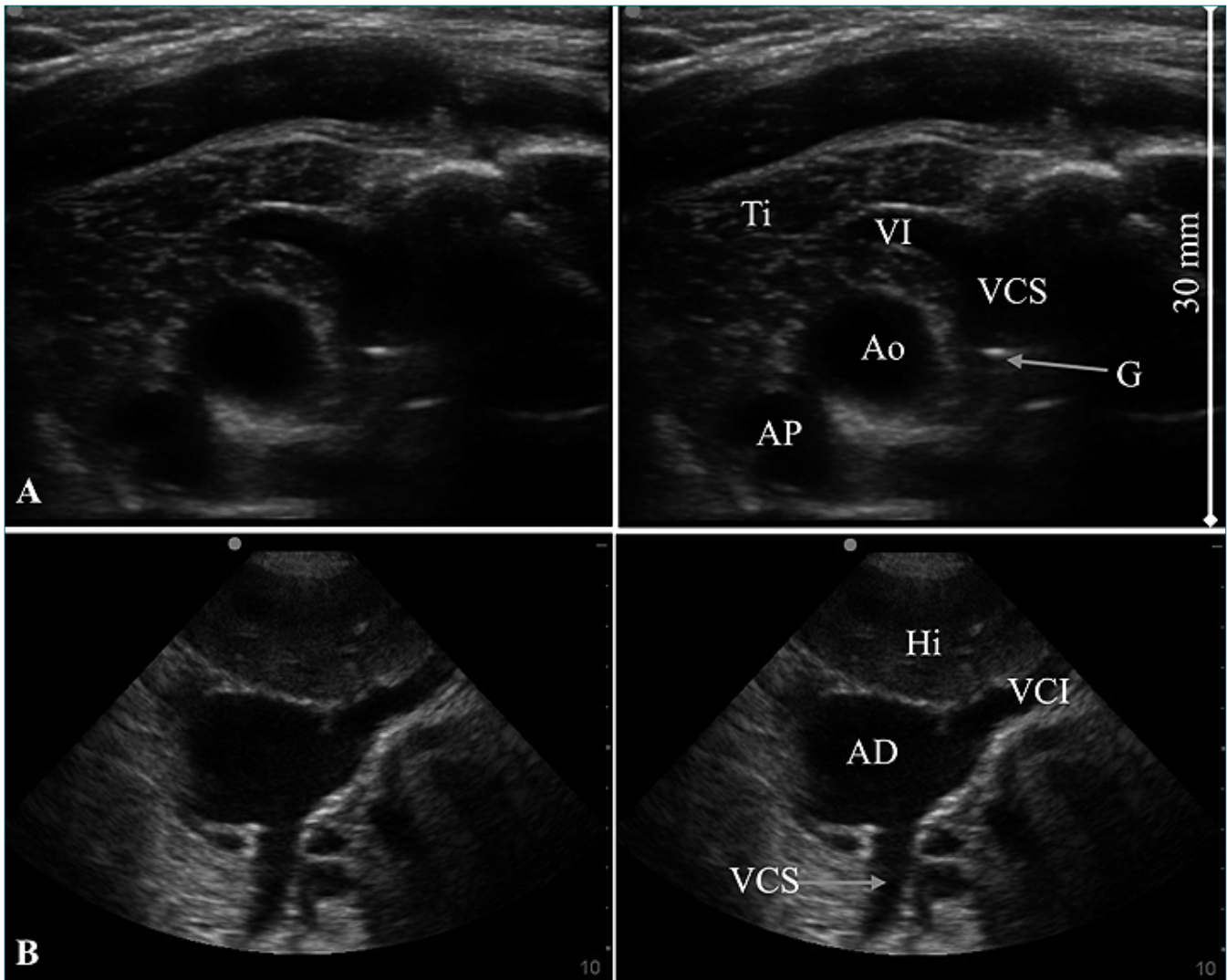


Figura 5. Imagen de US con; A: transductor lineal en posición supraclavicular derecha en neonato de 800 g; B: transductor sectorial subcostal en niño de 3 años. VCS; vena cava superior; VI: vena innominada; Ao: aorta; AP: arteria pulmonar; Ti: timo; G: guía metálica; VCI: vena cava inferior; AD; aurícula derecha; Hi: hígado.

nutrición parenteral constituyen los principales factores de riesgo[28]. No se ha determinado que exista una prevalencia mayor de trombofilias en estos grupos de pacientes[29]. Los eventos trombóticos asociados a CVC pueden tener sintomatología sugerente en cerca del 80% de los casos (principalmente oclusión del CVC) o ser asintomáticos y constituir sólo un hallazgo[30] (Figura 6). Los trombos sintomáticos suelen evidenciarse dentro de los primeros 10 días luego de la instalación y la zona más frecuentemente afectada son las extremidades inferiores en el acceso femoral (50% de los casos). Aunque puede estar asociado a morbilidad y mortalidad, no se conoce a cabalidad la conducta más apropiada de manejo preventivo o terapéutico de las trombosis asociadas a CVC en niños y la mayoría de las guías a este respecto son extrapoladas desde estudios realizados en adultos[28], aun así, las secuelas posibles son de rara ocurrencia. La literatura es escasa en cuanto a recomendaciones de profilaxis preventiva en niños[31] y las

terapias anticoagulantes, de preferencia con heparinas de bajo peso molecular son usualmente indicadas por menos de 3 meses (promedio 30 días) o hasta tener evidencia de resolución del trombo[32].

Conclusiones

La instalación de CVC es un evento frecuente en pacientes pediátricos y puede constituir una fuente de considerable morbilidad. En niños pequeños la presencia de CVC es la principal causa de IAAS y de trombosis, y varios elementos deben ser considerados por los operadores con el objetivo de minimización de los riesgos. Dentro de lo anterior, es relevante conocer algunas estrategias de optimización de la técnica y el entrenamiento en el uso del US pareciera ser el elemento más importante. El abordaje del TBC mediante el uso de US hoy en día pareciera ser la op-

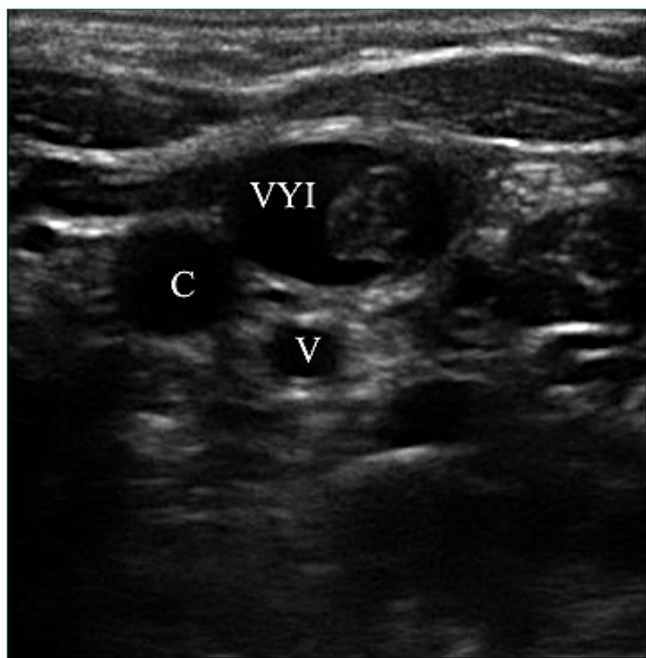


Figura 6. Imagen de US de trombo en lumen de VYI derecha; T: trombo; VYI vena yugular interna; C: Carótida; V: arteria vertebral.

ción más razonable por su versatilidad, simplicidad y baja tasa de complicaciones.

Referencias

- Ullman A, Bernstein SJ, Brown E y cols. The Michigan Appropriateness Guide for Intravenous Catheters in Pediatrics: miniMAGIC. *Pediatrics*. 2020; 145: number s3, June 2020:e20193474I
- Bozaan D, Skicki D, Brancaccio A, Snyder A, Friebe S, Tupps M, et al. Brancaccio A y cols. Less lumens-less risk: a pilot intervention to increase the use of single-lumen peripherally inserted central catheters. *J Hosp Med*. 2019 Jan;14(1):42–6. <https://doi.org/10.12788/jhm.3097> PMID:30379146
- Kim JT, Park CS, Kim HJ, Lee JM, Kim HS, Kim CS, et al. The effect of inguinal compression, Valsalva maneuver, and reverse Trendelenburg position on the cross-sectional area of the femoral vein in children. *Anesth Analg*. 2009 May;108(5):1493–6. <https://doi.org/10.1213/ane.0b013e31819bccc7> PMID:19372327
- Ares G, Hunter CJ. Central venous access in children: indications, devices, and risks. *Curr Opin Pediatr*. 2017 Jun;29(3):340–6. <https://doi.org/10.1097/MOP.0000000000000485> PMID:28323667
- Brescia F, Pittiruti M, Ostroff M, Spencer TR, Dawson RB. The SIC protocol: A seven-step strategy to minimize complications potentially related to the insertion of centrally inserted central catheters. *J Vasc Access*. 2021 Jul;11297298211036002:11297298211036002. <https://doi.org/10.1177/11297298211036002> PMID:34320856
- Spencer TR, Pittiruti M. Rapid Central Vein Assessment (RaCeVA): A systematic, standardized approach for ultrasound assessment before central venous catheterization. *J Vasc Access*. 2019 May;20(3):239–49. <https://doi.org/10.1177/1129729818804718> PMID:30286688
- Uzumcugil F, Ekinci S. Ultrasound-guided anatomical evaluation of right internal jugular vein in children aged 0-2 years: A prospective observational study. *Paediatr Anaesth*. 2020 Aug;30(8):934–40. <https://doi.org/10.1111/pan.13961> PMID:32618403
- Paterson RS, Chopra V, Brown E y cols. Selection and Insertion of Vascular Access Devices in Pediatrics: A Systematic. *Rev Pediatr*. 2020 Jun;145 Suppl 3:S243–68. <https://doi.org/10.1542/peds.2019-3474H> PMID:32482738
- Sigaut S, Skhiri A, Stany I, Golmar J, Nivoche Y, Constant I, et al. Ultrasound guided internal jugular vein access in children and infant: a meta-analysis of published studies. *Paediatr Anaesth*. 2009 Dec;19(12):1199–206. <https://doi.org/10.1111/j.1460-9592.2009.03171.x> PMID:19863734
- Rhondali O, Attof R, Combet S, Chassard D, de Queiroz Siqueira M. Ultrasound-guided subclavian vein cannulation in infants: supraclavicular approach. *Paediatr Anaesth*. 2011 Nov;21(11):1136–41. <https://doi.org/10.1111/j.1460-9592.2011.03614.x> PMID:21627714
- Breschan C, Platzer M, Jost R, Stettner H, Feigl G, Likar R. Ultrasound-guided supraclavicular cannulation of the brachiocephalic vein in infants: a retrospective analysis of a case series. *Paediatr Anaesth*. 2012 Nov;22(11):1062–7. <https://doi.org/10.1111/j.1460-9592.2012.03923.x> PMID:22862549
- Merchaoui Z, Lausten-Thomsen U, Pierre F, Ben Laiba M, Le Saché N, Tissieres P. Supraclavicular Approach to Ultrasound-Guided Brachiocephalic Vein Cannulation in Children and Neonates. *Front Pediatr*. 2017 Oct;5:211. <https://doi.org/10.3389/fped.2017.00211> PMID:29051889
- Oulego-Erroz I, Muñoz-Lozón A, Alonso-Quintela P, Rodríguez-Nuñez A. Comparison of ultrasound guided brachiocephalic and internal jugular vein cannulation in critically ill children. *J Crit Care*. 2016 Oct;35:133–7. <https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2016.05.010> PMID:27481748
- Pirotte T, Veyckemans F. Ultrasound-guided subclavian vein cannulation in infants and children: a novel approach. *Br J Anaesth*. 2007 Apr;98(4):509–14. <https://doi.org/10.1093/bja/aem041> PMID:17332002
- Kim YJ, Ma S, Yoon HK, Lee HC, Park HP, Oh H. Supraclavicular versus infraclavicular approach for ultrasound-guided right subclavian venous catheterisation: a randomised controlled non-inferiority trial. *Anaesthesia*. 2022 Jan;77(1):59–65. <https://doi.org/10.1111/anae.15525> PMID:34231204
- Gibson F, Bodenham A. Misplaced central venous catheters: applied anatomy and practical management. *Br J Anaesth*. 2013 Mar;110(3):333–46. <https://doi.org/10.1093/bja/aes497> PMID:23384735
- Na HS, Kim JT, Kim HS, Bahk JH, Kim CS, Kim SD. Practical anatomic landmarks for determining the insertion depth of central venous catheter in paediatric patients. *Br J Anaesth*. 2009 Jun;102(6):820–3. <https://doi.org/10.1093/bja/aep078> PMID:19380312
- Zito G, Guerino D, Barone G y cols. ECHOTIP-Ped: A structured protocol for ultrasound-based tip navigation and tip location during placement of central venous access devices in pediatric patients. *J Vasc Access*. 2021 Jul;•••: <https://doi.org/10.1177/11297298211031391>.
- Park YH, Lee JH, Byon HJ, Kim HS, Kim JT. Transthoracic echocardiographic guidance for obtaining an optimal insertion length

- of internal jugular venous catheters in infants. *Paediatr Anaesth*. 2014 Sep;24(9):927–32. <https://doi.org/10.1111/pan.12443> PMID:24853395
20. Kosaka M, Oyama Y, Uchino T, Ogihara Y, Koga H, Shingu C, et al. Ultrasound-guided central venous tip confirmation via right external jugular vein using a right supraclavicular fossa view. *J Vasc Access*. 2019 Jan;20(1):19–23. <https://doi.org/10.1177/1129729818771886> PMID:29722288
 21. Adrian M, Kander T, Lundén R, Borgquist O. The right supraclavicular fossa ultrasound view for correct catheter tip positioning in right subclavian vein catheterisation: a prospective observational study. *Anaesthesia*. 2022 Jan;77(1):66–72. <https://doi.org/10.1111/anae.15534> PMID:34260061
 22. Venturini E, Montagnani C, Benni A, Becciani S, Biermann KP, De Masi S, et al.; CLABSI (central-line associated bloodstream infections) study group. Central-line associated bloodstream infections in a tertiary care children's University hospital: a prospective study. *BMC Infect Dis*. 2016 Dec;16(1):725. <https://doi.org/10.1186/s12879-016-2061-6> PMID:27903240
 23. Hamza WS, Hamed EA, Alfadhli MA, Ramadan MA. A multidisciplinary intervention to reduce central line-associated bloodstream infection in pediatrics and neonatal intensive care units. *Pediatr Neonatol*. 2022 Jan;63(1):71–7. <https://doi.org/10.1016/j.pedneo.2021.08.010> PMID:34620576
 24. Cheshyre E, Goff Z, Bowen A, Carapetis J. The prevention, diagnosis and management of central venous line infections in children. *J Infect*. 2015 Jun;71 Suppl 1:S59–75. <https://doi.org/10.1016/j.jinf.2015.04.029> PMID:25934326
 25. Schulman J, Stricof R, Stevens TP, Horgan M, Gase K, Holzman IR, et al.; New York State Regional Perinatal Care Centers. Statewide NICU central-line-associated bloodstream infection rates decline after bundles and checklists. *Pediatrics*. 2011 Mar;127(3):436–44. <https://doi.org/10.1542/peds.2010-2873> PMID:21339265
 26. Oulego-Erroz I, Fernández-García B, Alvarez J, Terroba-Seara S, Alonso Quintela P, Rodriguez A. Ultrasound-guided supraclavicular cannulation of the brachiocephalic vein may reduce central line-associated bloodstream infection in preterm infants. *Eur J Pediatr*. 2020. Nov;179(11):1655-1663. <https://doi.org/10.1007/s00431-020-03663-y>.
 27. Duesing LA, Fawley JA, Wagner AJ, Duesing LA, Fawley JA, Wagner AJ. Central Venous Access in the Pediatric Population With Emphasis on Complications and Prevention Strategies. *Nutr Clin Pract*. 2016 Aug;31(4):490–501. <https://doi.org/10.1177/0884533616640454> PMID:27032770
 28. Lasagni D, Nosadini M, Molinari AC, Saracco P, Pelizza MF, Pier-sigilli F, et al.; Systemic Thromboses Working Group of the Italian Registry of Pediatric Thrombosis (RITI Registro Italiano Trombosi Infantili). Systemic Catheter-Related Venous Thromboembolism in Children: Data From the Italian Registry of Pediatric Thrombosis. *Front Pediatr*. 2022 Mar;10:843643. <https://doi.org/10.3389/fped.2022.843643> PMID:35402350
 29. Revel-Vilk S, Yacobovich J, Tamary H, Goldstein G, Nemet S, Weintraub M, et al. Risk factors for central venous catheter thrombotic complications in children and adolescents with cancer. *Cancer*. 2010 Sep;116(17):4197–205. <https://doi.org/10.1002/cncr.25199> PMID:20533566
 30. Mahajerin A, Branchford BR, Amankwah EK, Raffini L, Chalmers E, van Ommen CH, et al. Hospital-associated venous thromboembolism in pediatrics: a systematic review and meta-analysis of risk factors and risk-assessment models. *Haematologica*. 2015 Aug;100(8):1045–50. <https://doi.org/10.3324/haematol.2015.123455> PMID:26001789
 31. Cortejo L, Manrique-Rodríguez S, Fernández-Llamazares CM, Sanjurjo-Sáez M. Treatment and prophylaxis of catheter-related thromboembolic events in children. *J Pharm Pharm Sci*. 2012;15(5):632–41. <https://doi.org/10.18433/J34P4M> PMID:23331902
 32. Monagle P, Cuello CA, Augustine C, Bonduel M, Brandão LR, Capman T, et al. American Society of Hematology 2018 Guidelines for management of venous thromboembolism: treatment of pediatric venous thromboembolism. *Blood Adv*. 2018 Nov;2(22):3292–316. <https://doi.org/10.1182/bloodadvances.2018024786> PMID:30482766