

Experiencia en el uso de ultrasonido en cateterismo venoso central (yugular-femoral) en pacientes pediátricos en una unidad de cuidados intensivos

Experience with ultrasound use in central venous catheterization (jugular-femoral) in pediatric patients in an intensive care unit

Solana Pellegrini^a, Ricardo Rodríguez^b, Miriam Lenz^b, Florencia Berros^a, Ignacio Pirolí^a, Martín Truszkowski^a, Silvia Filippini^a, Eugenia Kenny^a, Mauro García^a, Luis M. Landry^c

RESUMEN

Objetivos. Describir el uso de la guía ecográfica en el cateterismo venoso central, comparando el número de intentos (1 versus 2 o más intentos), en relación con los catéteres insertados en vena yugular interna (VYI) versus vena femoral (VF).

Material y métodos. Estudio descriptivo, prospectivo de catéteres venosos centrales (CVC) colocados mediante punción ecoguiada en pacientes de 1 mes a 18 años. Se realizó un modelo de regresión multivariado considerando el punto final primario, éxito a la primera punción en relación con el sitio de inserción (VYI versus VF) y variables predictoras de éxito.

Resultados. Se colocaron 257 CVC, VYI 118 (45,9%), VF 139 (54,1%); 161 (62,7%) insertados en la primera punción y 96 (37,3%) requirieron más de una punción. Las inserciones en VYI fueron exitosas en la primera punción en 86 pacientes (53,5%) y en VF fueron 75 (46,5%) (p 0,0018; OR: 0,43 [IC95%: 0,24-0,76]). Hubo 21 (8,1%) complicaciones inmediatas, 3 (1,86%) se relacionaron con la primera punción, 18 (18,75%) lo hicieron con más de una punción (p 0,0001 [IC95%: 3,36-45,68]). Las complicaciones graves, como neumotórax, fueron 4.

Conclusiones. El cateterismo venoso guiado por ultrasonido demostró ser significativamente exitoso en el primer intento cuando el vaso de elección fue la VYI comparado con VF, especialmente en menores de 6 meses. Las complicaciones inmediatas fueron más frecuentes en los pacientes que requirieron más de una punción.

Palabras clave: ultrasonografía, dispositivos de acceso vascular, efectos adversos, Unidades de Cuidado Intensivo Pediátrico, pediatría.

<http://dx.doi.org/10.5546/aap.2022.167>

Texto completo en inglés:

<http://dx.doi.org/10.5546/aap.2022.eng.167>

a. Servicio de Terapia Intensiva UCI 45.

b. Servicio de Terapia Intensiva UCI 35

c. Servicio de Terapia Intensiva.

Hospital de Pediatría S.A.M.I.C. "Prof. Dr. Juan P. Garrahan", Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

Correspondencia:
Solana Pellegrini:
solanapellegrini@gmail.com

Financiamiento:
Ninguno.

Conflicto de intereses:
Ninguno que declarar.

Recibido: 10-5-2021
Aceptado: 28-10-2021

INTRODUCCIÓN

El cateterismo vascular es una técnica esencial para el cuidado del paciente crítico. Establecer un acceso venoso es de gran importancia, y puede ser técnicamente un desafío por el tamaño de los vasos en la edad pediátrica.

Desde 1977 existen reportes sobre la colocación de estos accesos vasculares bajo guía ecográfica. En las guías de la Sociedad Americana de Ecocardiografía y Anestesiología y en las guías clínicas NICE, Toianos y cols., recomiendan el cateterismo vascular guiado por ecografía siempre que esté disponible, tanto en niños como en adultos.^{1,2}

El uso de la ecografía reduce la cantidad de intentos y la duración del procedimiento, aumenta la posibilidad de éxito de inserción y reduce las complicaciones en relación con la técnica guiada por puntos de referencia en la superficie cutánea. Esto resulta factible debido a la posibilidad de localizar en forma directa la posición de las estructuras anatómicas en tiempo real, destacando las anomalías patológicas (trombos) o fisiológicas, como los desplazamientos o anatomía aberrante de los vasos.¹

De Souza y col.,³ encontraron una alta tasa de éxito en el primer intento, del 95% de las punciones venosas realizadas bajo guía ecográfica respecto al 34% del grupo control. Las complicaciones fueron significativamente menores en el

Cómo citar: Pellegrini S, Rodríguez R, Lenz M, Berros F, et al. Experiencia en el uso de ultrasonido en cateterismo venoso central (yugular-femoral) en pacientes pediátricos en una unidad de cuidados intensivos. *Arch Argent Pediatr* 2022;120(3):167-173.

grupo guiado por ecografía. Iguales resultados fueron publicados por Pietroboni⁴ y Rivera-Tocancipá.⁵ En la actualidad, la ecografía es considerada el estándar de oro de la práctica clínica en adultos.¹

En lactantes y niños, hay ensayos que evaluaron el cateterismo venoso central de las VYI, con escasa evidencia sobre el uso en bebés más pequeños.¹ Timsit y col.,⁶ publicaron una guía basada en consenso de expertos, en adultos y niños (metodología GRADE), en la que afirman que la guía por ultrasonido debe usarse para reducir las complicaciones mecánicas en caso de VYI (grado 1, alto nivel de evidencia y fuerte recomendación). No hemos encontrado ningún estudio que compare dos sitios anatómicos, VYI versus VF.

El objetivo de este trabajo fue mostrar nuestra experiencia en el uso del cateterismo venoso central guiado por ecografía en una unidad polivalente de cuidados intensivos pediátricos y comparar dos sitios anatómicos, VYI versus VF, y si ésta mejora el éxito en la primera punción.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio descriptivo, prospectivo y observacional, cuyo punto final primario fue comparar el uso de la guía ecográfica en la colocación de CVC, relacionando número de intentos (1 versus 2 o más intentos) con el sitio de punción (VYI-VF), edad y peso de los pacientes.

Secundariamente, se evaluó si existía alguna relación entre el sitio y el número de punciones realizadas en pacientes mayores y menores de 10 kg. Se evaluaron las complicaciones inmediatas asociadas a la técnica.

La población accesible fueron pacientes de 1 mes a 18 años internados en unidades de cuidados intensivos (UCI), de mayo de 2018 a diciembre de 2019. Se incluyeron pacientes con requerimiento de colocación de CVC bajo guía ecográfica. El vaso al cual se accedió no tenía cateterismo previo.

Se definió éxito a la colocación del acceso vascular en 1 solo intento de punción y fracaso cuando se necesitó más de 1. Si el operador realizaba una nueva punción, aún sin retirar completamente la aguja de la piel, fue considerado como un nuevo intento. Los vasos cateterizados fueron elegidos a criterio del operador.

La edad fue dividida en menores de 6 meses y mayores o iguales a 6 meses según distribución. Se asignaron al primer grupo pacientes incluidos en el 1.º y 2.º cuartil y en el segundo grupo a los incluidos en el 3.º y 4.º cuartil. En cuanto al peso, fueron divididos en menores de 10 kg y mayores o iguales a 10 kg.

Se consideraron complicaciones los eventos no deseados, causados en relación directa con el procedimiento, las punciones arteriales, los hematomas, el neumotórax, la trombosis y las infecciones asociadas al catéter. La pesquisa se realizó mediante clínica, radiografía de tórax, ecografía y cultivos microbiológicos. Se definió que el método de inserción sería seguro si las complicaciones graves no excedían el 5 %. Se consideraron complicaciones graves aquellas que requirieron de un tubo de avenamiento pleural, administración de hemoderivados o el fallecimiento atribuible al procedimiento.

Se obtuvo consentimiento escrito, firmado por padres o tutores, al ingreso a la unidad, autorizando las prácticas necesarias para el cuidado de sus hijos en la UCI.

Los procedimientos fueron realizados por dos operadores, uno encargado de guiar el procedimiento y otro, de realizar la punción.

Peltan y col.,⁷ y el Comité de Seguridad de la Sociedad Japonesa de Anestesiología⁸ recomiendan que el manejo y cateterismo venoso central requiere simulaciones y estructuras estandarizadas para la educación. Los becarios (de 1.º, 2.º y 3.º año) y los médicos de planta que intervinieron recibieron instrucción sobre el uso del ecógrafo y la técnica utilizada. El programa de entrenamiento contó con una fase virtual, a distancia, teórica, obligatoria, a través de actividades en el campus virtual del hospital, y una fase presencial en el Centro de Simulación Garrahan, para aprender a reconocer y localizar estructuras vasculares bajo guía ecográfica. Se utilizó un fantoma de silicona diseñado para el entrenamiento (*Figura 1*). Los programas de formación en canulación vascular guiados por ecografía facilitan la adquisición de conocimientos básicos y sus aplicaciones prácticas, y generalmente se llevan a cabo con modelos de simulación.^{9,10}

El equipo utilizado fue un Sonosite-nerve 180 PLUS® con un transductor de matriz lineal L25/10 a 5 MHz (SonoSite, Inc., Bothell, WA). El transductor fue cubierto con una vaina estéril. Se posicionó al paciente según la técnica habitual para lograr la exposición correcta de los vasos. Usando modo B (bidimensional), se orientó el transductor en un eje corto o transversal, en el cual el vaso aparece como un círculo anecoico en la pantalla (*Figura 2*) y la aguja se visualizó como un punto hiperecogénico. En el eje longitudinal se observó el vaso paralelo a la piel con la aguja en dicho plano, para localizar el paquete vascular.¹¹ La vena fue centrada en la pantalla y el operador realizó las punciones necesarias (no más de 3) hasta obtener un flujo venoso que permitió

la inserción del catéter. Se utilizó la técnica de Seldinger con un CVC multilumen de 4 Fr a 12 Fr (Arrow International). Los pacientes recibieron analgesia con ketamina 2 mg/kg/dosis y midazolam 0,1 mg/kg/dosis. Pacientes en asistencia respiratoria mecánica recibieron relajantes musculares.¹²

Análisis estadístico

Las variables continuas se resumen como media y desvío estándar (DE) o mediana y rango intercuartílico (RIC 25-75); las variables categóricas, como porcentajes.

Se exploró la asociación entre los posibles factores predictores y el punto final primario

FIGURA 1. Simulador para adquisición de práctica en cateterismo de acceso venoso central (yugular interna) guiado por ecografía. En la imagen inferior, se observa la pantalla del ecógrafo con un corte longitudinal del vaso en modo 2D y la aguja en su interior

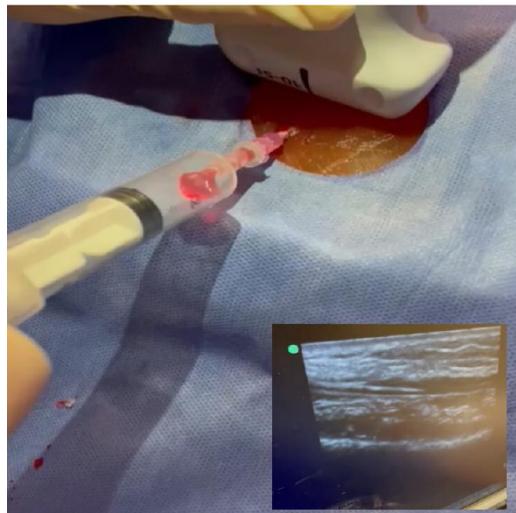
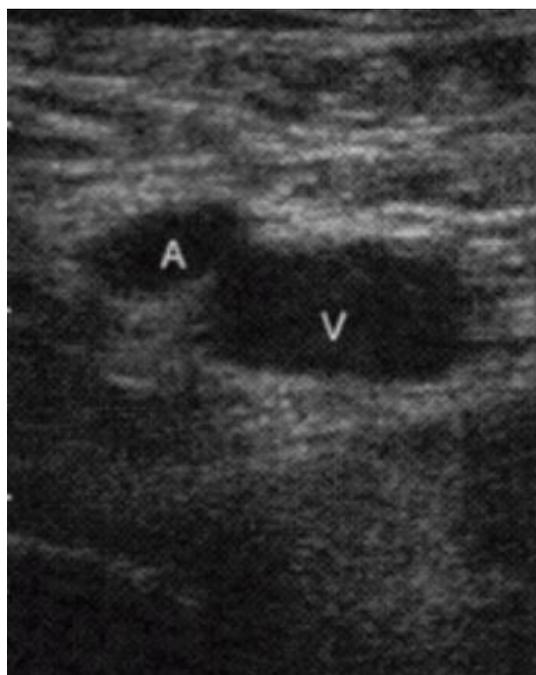


FIGURA 2. Ecografía 2D para identificar la anatomía de la vena objetivo. Vista del eje corto transversal de la vena yugular interna derecha (V) y su relación anatómica con la arteria carótida (A)



¿Figuras en color o b y negro?

mediante análisis de regresión logística bivariado y multivariado. Se utilizó la prueba *t* de Student o la prueba de Wilcoxon para comparación de variables continuas, y la prueba de chi-cuadrado para las categóricas.

Se consideró significativo una $p < 0,05$, con un intervalo de confianza del 95 % (IC95 %). El análisis multivariado incluyó variables que presentaron una significación de $p < 0,25$ en el análisis bivariado. Las variables significativas del modelo multivariado fueron incluidas en el modelo final. Se realizó una calibración del modelo final con la prueba de Hosmer Lemeshow-Goodness of Fit y curva de ROC, aceptándose una calibración adecuada del modelo con una $p > 0,05$.^{13,14}

Para el análisis estadístico se utilizó el paquete Stata 14 Stata Corp LLC®.¹⁵

RESULTADOS

Se colocaron 257 CVC guiados por ecografía (Figura 3). La mediana de edad y peso fue de 8 meses (RIC 25-75: 5-24) y 8 kg (RIC 25-75: 5-11).

Los pacientes que recibieron una sola punción fueron 93 menores de 10 kg (57,8 %) versus 68 (42,2 %) que requirieron más de un intento ($p 0,036$; OR: 1,77; IC95 %: 1,00-3,17).

En relación con el número de intentos realizados, 161 (62,7 %) CVC fueron insertados en el primer intento y 96 (37,3 %) requirieron más de un intento.

Los pacientes abordados exitosamente en la VYI con un primer intento fueron 86 (72,9 %) versus 32 (27,1 %) que requirieron más de un intento ($p 0,0018$; OR: 0,43; IC95 %: 0,24-0,76) (Tabla 1).

En un análisis secundario, relacionando número de punciones, sitio (VYI versus VF) y peso (< 10 kg y ≥ 10 kg), los menores de 10 kg fueron favorecidos cuando el sitio de inserción fue la VYI, ya que tuvieron menos riesgo de requerir más de un intento con respecto aquellos en los cuales se eligió la vena femoral ($p 0,0005$; OR: 2,5 versus 3,2). En los pacientes menores de 6 meses, se observó igual comportamiento ($p 0,0005$; OR: 2,78 versus 2,59).

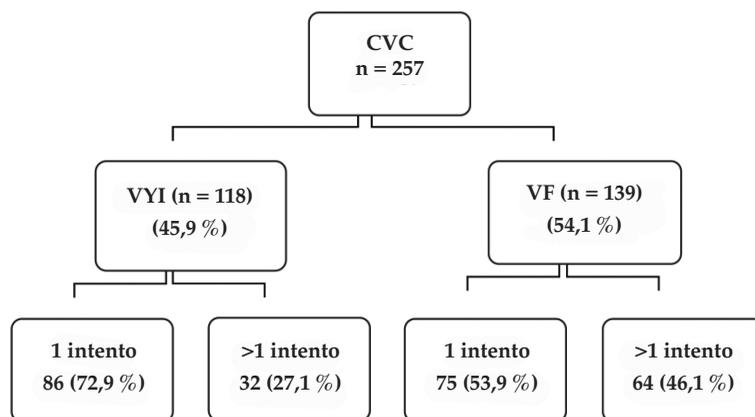
Las complicaciones relacionadas a la técnica fueron del 8,1 %: 4 neumotórax (1,5 %) y el resto, punciones arteriales y hematomas. Se evidencia que los pacientes que requirieron más de una punción tuvieron 12 veces más complicaciones que aquellos en los que se logró la colocación en el primer intento.

En el modelo de regresión logística multivariado, se incluyeron variables que presentaron significación de $p < 0,25$ en el análisis univariado (Tabla 2). Variables en relación con el sitio de inserción (yugular/femoral), médico que guía el procedimiento y las complicaciones, fueron significativas, por lo tanto, predictoras independientes en relación con el punto final primario (Tabla 3).

Se realizó una calibración del modelo de regresión logística usando la prueba de Hosmer Lemeshow, se crearon grupos basados en la estimación del riesgo que el modelo reporta sobre la base de la combinación de las distintas variables con un valor de $p 0,12$.

Se realizó una discriminación del modelo mediante el área bajo la curva ROC que arrojó un valor de 0,69.

FIGURA 3. Esquema de pacientes incluidos en el estudio



CVC: catéteres venosos centrales; VYI: vena yugular interna; VF: vena femoral.

DISCUSIÓN

Históricamente, en nuestra institución se ha realizado el cateterismo venoso central en venas femorales como sitio de preferencia, tal vez, por su menor riesgo, alejado de estructuras torácicas; para evitar lesiones traumáticas y potencialmente vitales en el confluente yugulo-subclavio y su íntima relación con la arteria carótida interna, el

pulmón y las pleuras. En general, estos catéteres se insertaron por técnica guiada por anatomía, hoy en día reemplazada por la ecografía, con un cambio de paradigma en lo que respecta a un procedimiento rutinario en las UCI, que ofrece ventajas de seguridad y eficacia, como demuestran múltiples publicaciones. El grupo de trabajo POCUS (*Point of Care Ultrasound*) de

TABLA 1. Características demográficas de la población y resultados del análisis univariado

	Total (n = 257)	1 intento de punción (%) (n = 161)	>1 intento de punción (%) (n = 96)	Valor de p	OR (IC95 %)
Edad (meses)					
<6 meses	102 (39,6)	60 (37,3)	42 (43,7)	0,30	1,30 (0,75-2,25)
≥6 meses	155 (60,3)	101 (62,7)	54 (56,3)		
Peso					
<10 kilos	161 (62,7)	93 (57,7)	68 (70,8)	0,036	1,77 (1,00-3,17)
≥10 kilos	96 (37,3)	68 (42,3)	28 (29,2)		
Sexo (femenino)	131 (50,9)	82 (50,9)	49 (51,04)	0,98	0,99 (0,58-1,70)
Vía					
yugular interna	118 (45,9)	86 (53,5)	32 (33,4)	0,0018	0,43 (0,24-0,76)
femoral	139 (54,1)	75 (46,5)	64 (66,6)		
Médico que punza					
B1	133 (51,7)	77 (47,8)	56 (58,4)	0,10	0,65 (0,38-1,12)
B2	124 (48,3)	84 (52,2)	40 (41,6)		
Médico que guía					
Asistente y B3	122 (47,4)	72 (44,7)	50 (52,1)	0,25	0,74 (0,43-1,27)
B1 y B2	135 (52,6)	89 (55,3)	46 (47,9)		
Calibre					
< 5,5 Fr	212 (82,5)	130 (80,7)	82 (85,5)	0,34	0,71 (0,33-1,48)
≥ 5,5 Fr	45 (17,5)	31 (19,3)	14 (14,5)		
Complicaciones inmediatas	21 (8,1)	3 (1,86)	18 (18,75)	0,0001	12,15 (3,36-45,68)

B1: becario de primer año; B2: bario de segundo año; B3: becario de tercer año; OR: razón de momios (por su sigla en inglés); IC95%: intervalo de confianza del 95%; Fr: french.

TABLA 2. Modelo multivariado completo. Se muestran las variables ingresadas al modelo con un valor de p <0,25

Variable	OR (IC95 %)
Peso (<10 kilos o ≥10 kilos)	1,77 (1,00-3,17)
Sitio de punción percutánea yugular / femoral	0,43 (0,24-0,76)
Médico que realiza la guía ecográfica (B3 o médico de planta)	0,74 (0,43-1,27)
Médico que realiza la punción percutánea (becario)	0,65 (0,38-1,12)
Complicaciones inmediatas	12,15 (3,36-45,68)

OR: razón de momios (por su sigla en inglés); IC95 %: intervalo de confianza del 95 %; B3: becario de tercer año.

TABLA 3. Modelo multivariado final. Muestra variables predictoras independientes en relación al punto final primario

Variable	OR (IC95%)	Valor de p
Sitio de punción percutánea (yugular o femoral)	0,33 (0,18-0,60)	0,0001
Médico que realiza la guía ecográfica (B3 o médico de planta)	0,50 (0,28-0,90)	0,022
Complicaciones inmediatas	14,31 (3,9-51,9)	0,0001

OR: razón de momios (por su sigla en inglés), IC95 %: intervalo de confianza del 95 %; B3: becario de tercer año.

la Sociedad Europea de Cuidados Intensivos Pediátricos y Neonatales¹⁶ recomienda la colocación de CVC percutáneos guiada por ecografía, tanto para adultos como para niños, al igual que las guías NICE² ya lo mostraban en el 2002.

En nuestro estudio los resultados mostraron que la inserción exitosa de CVC guiada por ecografía se relaciona con un menor número de punciones en la vena yugular interna con respecto a la vena femoral. Las inserciones en VVI fueron exitosas en la primera punción en el 53,5 % de los casos y en VF, en el 46,5 %. Se observó igual asociación en los niños menores de 6 meses y menores de 10 kg, que representan la población más vulnerable.

Reyes Ríos y cols.,¹⁷ analizaron la colocación guiada por ecografía de catéteres venosos centrales en recién nacidos y lactantes, y concluyeron que la utilización de la ecografía ha incrementado el éxito en el primer intento en el 75 % en lactantes y en el 50 % en neonatos. López Alvarez y cols.,¹⁸ reportaron una tasa de éxito del 79 %, que se asoció a mayor diámetro y menor profundidad del vaso, encontrando diferencia significativa entre VY versus VF; también reportaron un menor número de punciones para lograr la cateterización exitosa en el primer intento. El cateterismo de la vena yugular interna en recién nacidos y niños es una recomendación fuerte con nivel de evidencia A.^{2,3} Múltiples estudios han mostrado menor riesgo de fallas en canulación, punción arterial y mayores tasas de éxito en el primer intento con menor incidencia de complicaciones.^{19,20}

En nuestro trabajo, si bien no hemos tenido en cuenta el tiempo del procedimiento, estimamos que ha sido probablemente menor, ya que este hecho en particular suele relacionarse en forma directa con el número de punciones y la colocación exitosa del catéter.

En becarios de 1.º y 2.º año, no se encontraron diferencias significativas en cuanto al número de punciones, por lo que parecería no depender en forma directa de los años de experiencia, sino del entrenamiento previo al procedimiento. Froehlich²¹ publicó que la colocación de CVC guiada por ecografía en niños se asocia a menor cantidad de intentos y reducción del tiempo de colocación por parte de residentes.

Verghese y cols.,²² compararon el uso de la ecografía por operadores sin experiencia (becarios), en canulación de yugular interna versus técnica por referencias anatómicas, y encontraron que el éxito, el tiempo de canulación y la menor incidencia de punción carotídea

mejoraron con el uso de la ecografía; iguales conclusiones fueron descritas por Aouad.²³

El análisis multivariado mostró una diferencia significativa con respecto al médico que guía el procedimiento. Esto podría relacionarse con una mayor experiencia, mejor técnica para visualización y posicionamiento de las estructuras, lo que facilitaría el procedimiento. Por su parte, Fresado y cols.,²⁴ no encontraron diferencias en técnica con uno o dos operadores.

Nuestro estudio mostró un 8 % de complicaciones; las más frecuentes fueron las punciones arteriales y hematomas en el sitio de punción, y tienen relación directa con el número de punciones realizadas. Los resultados obtenidos en nuestro estudio refuerzan lo ya demostrado en adultos: el uso de la ecografía aumenta la tasa de éxito y se asocia a un menor riesgo de complicaciones.^{25,26} Dambkowski y cols.,²⁷ al igual que Froehlich y cols.,²¹ describieron como eventos adversos más frecuentes en recién nacidos y lactantes pequeños la punción inadvertida de estructuras vasculares, nerviosas o de las pleuras, y le otorgaron a la ecografía un papel destacado en la prevención de complicaciones.

Una limitación de peso en nuestro estudio fue la falta de seguimiento, lo cual impidió pesquisar las posibles complicaciones a largo plazo. Otra debilidad es la falta de un grupo control o registros históricos, lo cual no nos permitiría poder afirmar que este método de inserción sea superior al previamente utilizado (reparos anatómicos). Sin embargo, y a la luz de la evidencia bibliográfica y su uso generalizado en la UCI, no nos pareció ético este tipo de comparación. La mayoría de las publicaciones pediátricas hacen mención al uso de la ecografía para la colocación de accesos vasculares centrales, con una disminución del tiempo de inserción, el número de intentos y complicaciones como la trombosis y las infecciones asociadas a catéteres.²⁸⁻³⁰

Las variables en relación con el sitio de inserción de la vía (yugular o femoral), el médico que guía el procedimiento y las complicaciones inmediatas demostraron ser predictores independientes en relación con el número de punciones realizadas durante la colocación de CVC.

CONCLUSIÓN

El uso de la ecografía bidimensional ha demostrado ser de gran utilidad y segura en la colocación de CVC, logrando éxito en la primera punción, especialmente cuando la elección fue la VVI, en menores de 6 meses y menores de

10 kg. Las complicaciones inmediatas fueron más frecuentes en pacientes que requirieron más de una punción. ■

Agradecimientos

Los autores agradecen al Dr. Horacio Questa, jefe de Clínica Quirúrgica del Hospital Nacional de Pediatría "Prof. Dr. Juan P. Garrahan", por su valiosa colaboración en la formación técnica en la inserción de accesos vasculares bajo guía ecográfica en niños.

REFERENCIAS

1. Troianos CA, Hartman GS, Glas KE, Skubas NJ, et al. Guidelines for performing ultrasound guided vascular cannulation: recommendations of the American Society of Echocardiography and the Society of Cardiovascular Anesthesiologists. *J Am Soc Echocardiogr.* 2011;24(12):1291-318.
2. NICE. Guidance on the use of ultrasound locating devices for placing central venous catheters. October 2002. [Acceso: 28 de octubre de 2021]. Disponible en: www.nice.org.uk/guidance/ta49
3. de Souza TH, Brandão MB, Santos TM, Pereira RM, Nogueira RJ. Ultrasound guidance for internal jugular vein cannulation in PICU: a randomised controlled trial. *Arch Dis Child.* 2018; 103(10):952-6.
4. Pietroboni PF, Carvajal CM, Zuleta YI, Ortiz PL, 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 (Engl Ed).* 2020; 44(2):96-100.
5. Rivera-Tocancipá D, Díaz-Sánchez E, Montalvo-Arce CA. Ultrasound versus anatomical landmarks: Immediate complications in the central venous catheterization in children under 18 years of age. *Rev Esp Anestesiol Reanim (Engl Ed).* 2018; 65(7):366-72.
6. Timsit JF, Baleine J, Bernard L, Calvino-Gunther S, et al. Expert consensus-based clinical practice guidelines management of intravascular catheters in the intensive care unit. *Ann Intensive Care.* 2020; 10(1):118.
7. Peltan ID, Shiga T, Gordon JA, Currier PF. Simulation Improves Procedural Protocol Adherence During Central Venous Catheter Placement: A Randomized Controlled Trial. *Simul Healthc.* 2015; 10(5):270-6.
8. Safety Committee of Japanese Society of Anesthesiologists. Practical guide for safe central venous catheterization and management 2017. *J Anesth.* 2020; 34(2):167-86.
9. Nolting L, Hunt P, Cook T, Douglas B. An inexpensive and easy ultrasound phantom: a novel use for SPAM. *J Ultrasound Med.* 2016; 35(4):819-22.
10. Hauglum SD, Crenshaw NA, Gattamorta KA, Mitzova-Vladinova G. Evaluation of a low-cost, high-fidelity animal model to train graduate advanced practice nursing students in the performance of ultrasound-guided central line catheter insertion. *Simul Healthc.* 2018; 13(5):341-7.
11. Tamagnone F, Previgliano I, Merlo PM, Benay CG. Pocus: Manual Práctico Ultrasonografía Crítica. 2a ed. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Corpus; 2021.
12. Galván ME, Flores Tonfi ML. Analgesia en la Unidad de Cuidados Críticos Pediátricos. En: Moreno G, Iolter T (eds). Manual de Emergencias y Cuidados Críticos en Pediatría. 3º ed. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Sociedad Argentina de Pediatría, 2020. Págs.1041-57.
13. Hanley JA, McNeil BJ. The meaning and use of the area under a receiver operating characteristic (ROC) curve. *Radiology.* 1982; 143(1):29-36.
14. López de Ullibarri Galparsoro I, Pita Fernández S. Curva de ROC. *Cad Aten Primaria.* 1998; 5(4):229-35.
15. StataCorp. Stata Statistical Software: Release 14. College Station, TX: StataCorp LP; 2015.
16. Singh Y, Tissot C, Fraga MV, Yousef N, et al. International evidence-based guidelines on Point of Care Ultrasound (POCUS) for critically ill neonates and children issued by the POCUS Working Group of the European Society of Paediatric and Neonatal Intensive Care (ESPNIC). *Crit Care.* 2020; 24(1):65.
17. Reyes Ríos P, Girón Vallejo O, Ruiz Pruneda R, Martínez Castaño I, et al. Utilidad de la ecografía en la colocación de catéteres venosos de larga duración en neonatos y lactantes. *Cir Pediatr.* 2016; (29):149-52.
18. López Álvarez JM, Pérez Quevedo O, Ramírez Lorenzo T, Limiñana Cañal JM, Loro Ferrer JF. Canalización vascular ecoguiada: Experiencia en el paciente pediátrico crítico. *Arch Argent Pediatr.* 2018; 116(3):204-9.
19. de Souza TH, Brandão MB, Nadal JAH, Nogueira RJ. Ultrasound Guidance for Pediatric Central Venous Catheterization: A Meta-analysis. *Pediatrics.* 2018; 142(5):e20181719.
20. Montes-Tapia F, Rodríguez-Taméz A, Cura-Esquivel I, Barreto-Arroyo I, et al. Efficacy and safety of ultrasound-guided internal jugular vein catheterization in low birth weight newborn. *J Pediatr Surg.* 2016; 51(10):1700-3.
21. Froehlich CD, Rigby MR, Rosenberg ES, Ruosha L, et al. Ultrasound-guided central venous catheter placement decreases complications and decreases placement attempts compared with the landmark technique in patients in a pediatric intensive care unit. *Crit Care Med.* 2009; 37(3):1090-6.
22. Verghese ST, McGill WA, Patel RI, Sell JE, et al. Comparison of three techniques for internal jugular vein cannulation in infants. *Paediatr Anaesth.* 2000; 10(5):505-11.
23. Aouad MT, Kanazi GE, Abdallah FW, Moukaddem FH, 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(3):724-8.
24. Milling T, Holden C, Melniker L, Briggs WM, et al. Randomized controlled trial of single-operator vs. two-operator ultrasound guidance for internal jugular central venous cannulation. *Acad Emerg Med.* 2006; 13(3):245-7.
25. Prabhu MV, Juneja D, Gopal PB, Sathyanarayanan M, et al. Ultrasound-guided femoral dialysis access placement: a single-center randomized trial. *Clin J Am Soc Nephrol.* 2010; 5(2):235-9.
26. Kwon TH, Kim YL, Cho DK. Ultrasound-guided cannulation of the femoral vein for acute haemodialysis access. *Nephrol Dial Transplant.* 1997; 12(5):1009-12.
27. Dambkowski CL, Abrajano CT, Wall J. Ultrasound-guided percutaneous vein access for placement of Broviac catheters in extremely low birth weight neonates: a series of 3 successful cases. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A.* 2015; 25(11):958-60.
28. Oulego-Erroz I, González-Cortes R, García-Soler P, Balaguer-Gargallo M, et al. Ultrasound-guided or landmark techniques for central venous catheter placement in critically ill children. *Intensive Care Med.* 2018; 44(1):61-72.
29. Milling T, Holden C, Melniker L, Briggs WM, et al. Randomized controlled trial of single operator vs. two-operator ultrasound guidance for internal jugular central venous cannulation. *Acad Emerg Med.* 2006; 13(3):245-6.
30. Lau CS, Chamberlain RS. Ultrasound-guided central venous catheter placement increases success rates in pediatric patients: a meta-analysis. *Pediatr Res.* 2016; 80(2):178-84.