

Canalización vascular ecoguiada. Experiencia en el paciente pediátrico crítico

Ultrasound-guided vascular cannulation. Experience in critically-ill pediatric patients

Dr. José M. López Álvarez^a, Dra. Olivia Pérez Quevedo^a,
Dra. Teresa Ramírez Lorenzo^b, Dr. José M. Limiñana Cañal^b y Dr. Juan F. Loro Ferrer^c

RESUMEN

Introducción. La canalización vascular central en niños presenta alta complejidad técnica y dificultades. La ecografía vascular puede facilitar este procedimiento.

Objetivo. Describir las características de las canalizaciones vasculares ecoguiadas en el paciente pediátrico crítico.

Población y métodos. Las variables de interés registradas prospectivamente fueron los vasos más comúnmente canalizados, su localización, la medición del diámetro/profundidad, la tasa de éxito y las complicaciones presentadas, entre otras.

Resultados. En 86 pacientes pediátricos, se realizaron 124 punciones vasculares. Los accesos vasculares fueron la vena femoral (39,7%), seguida de la arteria femoral (27,2%) y la vena yugular interna (14,7%). Los vasos femorales se localizaron a una profundidad de $0,75 \pm 0,25$ mm con un diámetro medio de $0,31 \pm 0,16$ mm. La profundidad de los vasos venosos yugulares fue menor ($0,64 \pm 0,24$ mm) y su diámetro global, mayor ($0,44 \pm 0,19$ mm). El número medio de intentos en las canalizaciones vasculares ecoguiadas fue de $2,2 \pm 1,3$. La tasa de éxito fue del 79% asociada a un mayor diámetro del vaso ($0,39 \pm 0,20$ mm vs. $0,28 \pm 0,13$ mm, $p < 0,01$) y un menor número de intentos ($1,90 \pm 1,16$ vs. $3,45 \pm 1,77$, $p = 0,001$). Las complicaciones, fueron la punción accidental de otro vaso (5,3%) y el desarrollo de un hematoma durante la punción (2,3%).

Conclusiones. La canalización vascular ecoguiada en los pacientes pediátricos estudiados permite visualizar los vasos y medir su profundidad y diámetro; presenta una alta tasa de éxito y se asocia a una baja tasa de complicaciones.

Palabras clave: cateterismo venoso central, ultrasonografía, pediatría.

- Unidad de Medicina Intensiva Pediátrica, Complejo Hospitalario Universitario Insular Materno-infantil de Canarias, España.
- Departamento de Bioestadística, Unidad de Apoyo a la Investigación
- Departamento de Ciencias Clínicas. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, España.

Correspondencia:
Dr. José M. López Álvarez: jmloal@hotmail.com

Financiamiento:
Ninguno.

Conflicto de intereses:
Ninguno que declarar.

Recibido: 20-7-2017
Aceptado: 9-11-2017

<http://dx.doi.org/10.5546/aap.2018.204>
Texto completo en inglés:
<http://dx.doi.org/10.5546/aap.2018.eng.204>

Cómo citar: López Álvarez JM, Pérez Quevedo O, Ramírez Lorenzo T, et al. Canalización vascular ecoguiada. Experiencia en el paciente pediátrico crítico. Arch Argent Pediatr 2018;116(3):204-209.

INTRODUCCIÓN

La canalización de una vía venosa central es un procedimiento habitual en la práctica médica de los pacientes críticos.

En los pacientes pediátricos, la complejidad técnica y los inconvenientes son mayores debido a lo siguiente: a) mayor dificultad para la localización vascular por referencias anatómicas; b) menor diámetro vascular, que dificulta la palpación y la visualización vascular; c) mayor fragilidad capilar, que favorece la rotura venosa; d) mayor riesgo de punción-lesión de estructuras no deseadas; e) variaciones anatómicas de los vasos; f) situaciones clínicas que precisen múltiples accesos vasculares y de larga duración (grandes prematuros, pacientes pediátricos crónicos, ingreso prolongado en Terapia Intensiva); y g) menor colaboración de los pacientes.¹⁻⁴

La tasa de fallas de la técnica basada en referencias anatómicas en los pacientes pediátricos oscila entre un 20% y un 55% y la tasa de complicaciones, desde un 10% a un 25%.⁴⁻⁸ Estas complicaciones, así como el fracaso en la canalización vascular, se incrementan en situación de shock, deshidratación, edematización o coagulopatía, asociadas, generalmente, al paciente crítico.

La ecografía vascular es utilizada en el paciente adulto para la canalización vascular ecoguiada (CVE), lo que la facilita. En los pacientes pediátricos, presenta una instauración progresiva y reduce la tasa de fallas entre un 1,2% y un 6% y el número de intentos en

la canalización, y asocia un descenso de las complicaciones entre un 5% y un 6,5%.⁶⁻⁹

El objetivo del presente estudio fue describir las características de las CVE en el paciente pediátrico crítico.

POBLACIÓN Y MÉTODOS

Estudio observacional descriptivo prospectivo realizado durante 4 años (de enero de 2013 a diciembre de 2016) en una Unidad de Terapia Intensiva Pediátrica (UTIP) de 10 camas polivalentes, con una media de 300 ingresos anuales, que incluyó a pacientes pediátricos entre 1 día y 16 años de vida, que precisaron canalización de la vía central ecoguiada sobre la base del siguiente protocolo.

Se realizó la localización y la medición ecográfica de los vasos por canalizar en el paciente pediátrico, principalmente, la arteria femoral (AF), la vena femoral (VF) y la vena yugular interna (VYI), por ser los más frecuentemente canalizados en el paciente pediátrico.

El eje ecográfico utilizado fue el transversal con abordaje fuera de plano. La canalización vascular se llevó a cabo por la técnica de Seldinger clásica o modificada para los catéteres centrales de acceso periférico.¹⁰

DEFINICIONES

- Profundidad vascular (P): Distancia desde la superficie de la piel hasta la pared anterior del vaso medida por ecografía vascular.
- Diámetro vascular (D): Distancia desde la pared anterior a la pared posterior del vaso medida por ecografía vascular.
- Eje transversal con abordaje fuera de plano: La sonda ecográfica se situó perpendicular a la estructura vascular formando con ella un eje aproximado de 90°. La visión vascular fue circular.
- Tasa de éxito: Canalizaciones vasculares exitosas del total de los pacientes en que se realizó la punción vascular ecoguiada.
- Tasa de éxito al primer intento: Porcentaje de la correcta canalización vascular al realizar un solo intento.
- Canalización para reubicar la guía (CRG): Punción del vaso en la que este refluye espontáneamente o tras la aspiración con jeringa, y se consigue la inserción de la guía tras la movilización de la aguja o la modificación de su angulación.
- Punción sin canalización (PSC): Punción del vaso en la que este refluye espontáneamente o

tras la aspiración con jeringa, sin conseguir la inserción de la guía, a pesar de la movilización de la aguja o la modificación de su angulación.

- Número de intentos: Número de punciones que se realizaron retirando la aguja completamente y volviéndola a introducir para la correcta canalización vascular o la visualización de la aguja. No se consideró intento la modificación de la dirección o la profundidad de la aguja para la canalización vascular o la optimización de la visión ecográfica.
- Punción accidental de otro vaso: Punción de un vaso no deseado.
- Hematoma: Disminución del calibre vascular del vaso para puncionar o peor diferenciación de este en relación con la infiltración de los tejidos circundantes por extravasación sanguínea, tras la punción vascular fallida.
- Superficie corporal (SC): Expresada en metros elevados al cuadrado (m²) y calculada sobre la base de la fórmula de Mosteller.¹¹

$$SC: \sqrt{\text{talla (cm)} \times \text{peso (kg)}} / 3600$$

El análisis estadístico se realizó usando el paquete estadístico para las ciencias sociales versión 19 para Windows (SPSS Inc., Chicago, IL, USA).

Las variables cualitativas se resumieron mediante sus frecuencias y porcentajes, y las numéricas, por sus medias, desviaciones típicas y medianas, que se analizaron por el test de independencia de chi cuadrado y el test t de Student para dos muestras independientes, respectivamente. El nivel de significación fue del 5%.

Se solicitó el consentimiento informado a los padres o representantes legales. El protocolo del estudio se ha regido por los principios básicos contenidos en la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial¹² y fue aprobado por el Comité Ético de Ensayos Clínicos del Hospital.

Los autores declaran la ausencia de conflictos de intereses en el estudio realizado.

RESULTADOS

Se incluyeron en el estudio, durante 4 años, 98 pacientes pediátricos. De ellos, 12 fueron excluidos: 2 porque los familiares no autorizaron el consentimiento informado, 6 por mala calidad técnica de las imágenes ecográficas (pacientes con sobrecarga hídrica, edematización u obesidad) y 4 por la falta de disponibilidad técnica del ecógrafo. El número final de pacientes

incluidos en el estudio fue de 86, a los que se les realizaron 124 punciones vasculares guiadas por ecografía (68% de venas y 32% de arterias). Estas presentaron un incremento porcentual anual, desde un 5% a un 42%. Las características antropométricas y demográficas de la población pediátrica estudiada se presentan en la *Tabla 1*.

Los accesos vasculares venosos más utilizados fueron el femoral (58%), seguido del yugular (23%) y, a nivel arterial, el femoral (86%).

Las medidas de profundidad (P) y diámetro (D) de los principales vasos pediátricos estudiados se presentan en la *Tabla 2* y en la *Figura 1*. Los vasos femorales se localizaron a una P mayor que los yugulares: $0,75 \pm 0,25$ mm vs. $0,64 \pm 0,24$ mm, $p=0,08$; y su D medio fue menor que el de los vasos yugulares: $0,31 \pm 0,16$ vs. $0,44 \pm 0,19$ mm, $p=0,08$.

TABLA 1. Características de la población pediátrica estudiada. N: 86

	Punciones	Media	DE	IC 95%	Rango
Edad (meses)	124	55,56	62,12	[44,06-66,36]	0,70 216,00
Talla (cm)	124	88,41	38,71	[81,40-95,08]	44,00 170,00
Peso (kg)	124	17,79	16,24	[14,89-20,61]	2,40 60,00
Superficie corporal (m ²)	124	0,64	0,43	[0,56-0,71]	0,17 1,58

N: número de pacientes; DE: desviación estándar; IC: intervalo de confianza.

El número medio de intentos realizados para la CVE fue $2,23 \pm 1,34$.

La tasa de éxito de la CVE fue del 79,4% y osciló entre el 85% para los vasos yugulares y el 78% para los femorales (83% para los vasos venosos y 70% para los vasos arteriales). En la *Figura 2*, se presenta la tasa de éxito asociada a los vasos canalizados. Otros vasos canalizados con menor frecuencia, como la vena o arteria axilar, vena o arteria braquial o arteria radial, presentaron tasas de éxito del 100%, pero su casuística fue baja y, por tanto, poco representativa.

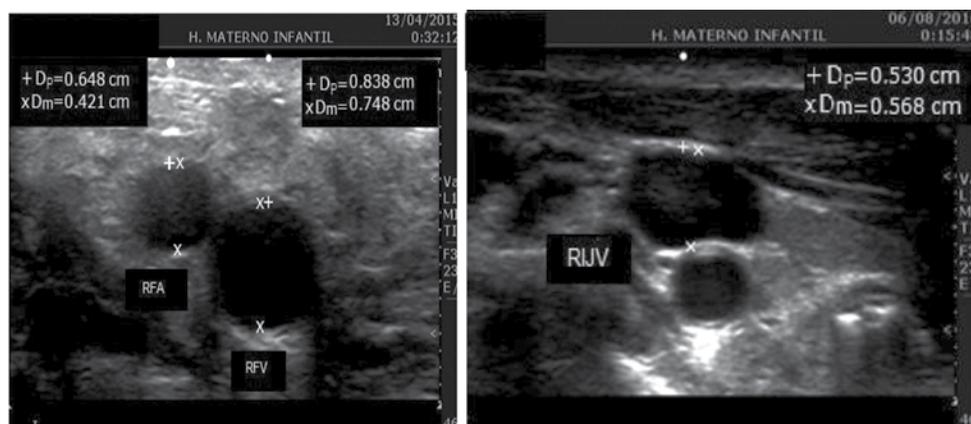
La tasa de éxito de la CVE se asoció a lo siguiente: a) un mayor diámetro vascular: $0,39 \pm 0,20$ mm vs. $0,28 \pm 0,13$ mm, $p=0,01$ [intervalo de confianza -IC- al 95%: de -0,17 a -0,04]; b) un menor número de intentos: $1,90 \pm 1,16$

TABLA 2. Medidas ecográficas de los principales vasos estudiados, en la población pediátrica

	N	Media	DE	IC 95%	Rango
P-AF	37	0,75	0,26	[0,68-0,88]	0,30 1,80
P-VF	54	0,77	0,30	[0,68-0,83]	0,40 2,00
P-VYI	20	0,65	0,24	[0,55-0,76]	0,30 1,30
D-FA	37	0,36	0,22	[0,31-0,44]	0,15 0,82
D-FV	54	0,37	0,20	[0,30-0,41]	0,16 1,01
D-IJV	20	0,45	0,19	[0,37-0,54]	0,18 0,80

N: número de vasos medidos; P: profundidad; D: diámetro; VF: vena femoral; AF: arteria femoral; VYI: vena yugular interna; medidas expresadas en cm; DE: desviación estándar; IC: intervalo de confianza.

FIGURA 1. Medición de la profundidad y el diámetro vascular en una niña de 12 años de edad (izquierda) y en un niño de 23 meses de edad (derecha)



RFA: arteria femoral derecha; RFV: vena femoral derecha; Dp: profundidad; Dm: diámetro; RIJV: vena yugular interna derecha.

vs. $3,45 \pm 1,27$, $p=0,001$ [IC 95%: de 1,06 a 2,05]. La tasa de éxito al primer intento fue de un 53% y alcanzó el 90% si se realizaban 3 intentos.

La PSC se produjo en el 20,5% de los casos, y se precisó la reubicación de la guía para la correcta canalización vascular (CRG) en un 34,8% de los casos. Esta se asoció a pacientes de menor edad ($36,8 \pm 53,6$ meses vs. $78,6 \pm 64,3$ meses; $p=0,001$ [IC 95%: de 19,81 a 66,54]) y con menor superficie corporal ($0,52 \pm 0,39$ m² vs. $0,79 \pm 0,42$ m²; $p=0,001$ [IC 95%: de 0,12 a 0,44]).

Como complicaciones de la CVE en los pacientes pediátricos, se pueden citar las siguientes: punción accidental de otro vaso: 5,3% y desarrollo de un hematoma durante la punción: 2,3%.

DISCUSIÓN

El estudio presentado permite, mediante la utilización de la ecografía, localizar los vasos más habitualmente canalizados en el paciente pediátrico crítico, medirlos, facilitar su canalización, así como las maniobras que la optimicen y las complicaciones inherentes a la técnica. Ante la dificultad que supone la canalización vascular en los niños, sobre todo de menor edad, la ecografía es una herramienta de gran utilidad.

Conseguir un acceso venoso en pediatría puede ser un reto tanto para el personal médico como para el de enfermería. Esto fue bien descrito

en 1984 por Orłowski,¹³ quien acuñó la frase: “*My kingdom for an intravenous line*”.

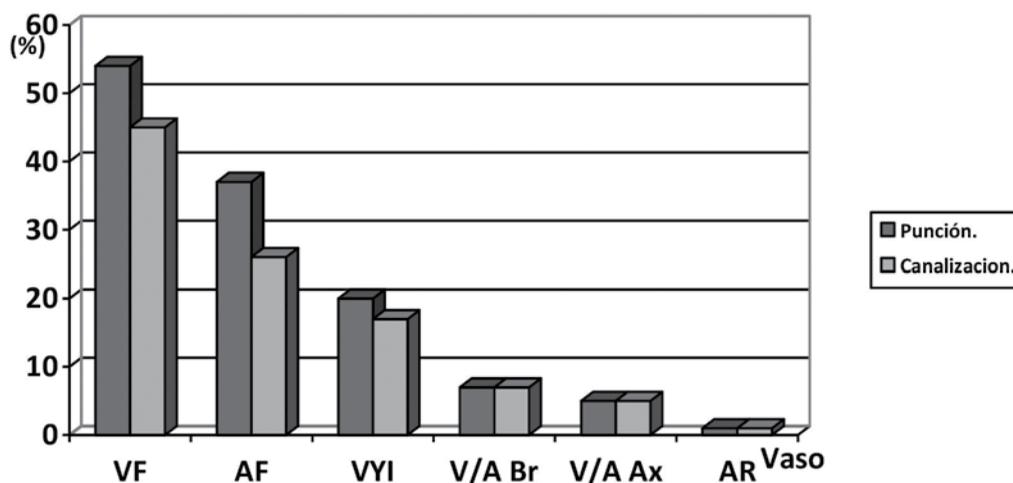
En canalizaciones vasculares realizadas por personal con experiencia, el acceso intravenoso puede ser difícil de obtener en niños, con tasas de fracaso de entre el 20% y el 55% y de complicaciones del 10% al 25% según las distintas series.⁴⁻⁸

En el año 2001, la *Agency for Healthcare Research and Quality*¹⁴ concluyó que la colocación de un catéter central guiado por ecografía era una de las prácticas más infrautilizadas y que su incorporación a la práctica médica podía mejorar la seguridad del paciente.

Existe una tendencia positiva a favor de la utilización de la técnica ecoguiada para la canalización vascular en el paciente crítico, que aumentó en la última década,¹⁵⁻¹⁸ y se confirmó también en el paciente pediátrico con una progresión ascendente. Este hecho se observó en nuestro trabajo con un incremento en los últimos 4 años de la tasa de CVE.

Los vasos femorales y yugulares son los más frecuentemente canalizados en el paciente pediátrico.⁴ Al analizar la localización y la medición de la profundidad y el diámetro, se observa que los vasos femorales se ubican a una profundidad mayor y presentan un diámetro menor que los vasos yugulares.¹⁸ Estos datos podrían justificar la recomendación de la canalización por vía ecográfica de la VYI, ya que,

FIGURA 2. Distribución de las canalizaciones vasculares ecoguiadas en relación con el vaso puncionado



VF: vena femoral; AF: arteria femoral; VYI: vena yugular interna; V/A Br: vena o arteria braquial; V/A Ax: vena o arteria axilar; AR: arteria radial.

en la mayoría de las ocasiones, en el paciente pediátrico, se dan las dos circunstancias más favorables a ella: la ubicación superficial y el mayor diámetro vascular.^{19,20}

En relación con la profundidad y el diámetro vascular, cabe destacar que la tasa de éxito en la CVE disminuye por debajo del 56% en los vasos con un diámetro menor de 0,3 cm y alcanza un 92% de éxito en los diámetros mayores de 0,6 cm; que la probabilidad de éxito en la CVE aumenta en 1,79 por cada milímetro de aumento del diámetro vascular y que la profundidad vascular presenta una disminución de la tasa de éxito a partir de 1,6 cm.²¹ Así mismo, se puede optimizar la canalización vascular con la maniobra de reubicación de la guía o de la aguja de punción y se discute el mejor eje de abordaje ecográfico.²¹⁻²⁴

La tasa de éxito registrada en nuestro trabajo es discretamente inferior a otras series publicadas.⁶⁻⁹ Aunque es importante destacar que se alcanzó el 90% al tercer intento y que, en un 20% de los casos, se consiguió puncionar el vaso, pero no su canalización. Panebianco et al.,²¹ en una población de 169 pacientes adultos, observaron una tasa de éxito en la CVE de venas periféricas del 90% en 3 intentos.

La tasa de complicaciones fue similar a la presentada por otros autores.⁶⁻⁹ Iwashima et al.,²⁵ citaron que la punción accidental de la AF ocurría en un 7% de los pacientes pediátricos cuando se utilizaba la ecografía, en relación con un 32% al hacerlo según la referencia anatómica. Esta tasa tan alta de punción arterial puede deberse, como apunta otro estudio realizado por Suk et al.,²⁶ a las variaciones anatómicas que presentan los vasos, que pueden llegar a una tasa de superposición entre la arteria y la vena femoral en los niños de hasta un 74%. Igualmente ocurre en los vasos cervicales, ya que la arteria carótida interna puede superponerse a la VVI o presentar estas variantes anatómicas en su relación con la arteria carótida interna de hasta un 54%.²⁷

El uso de la ecografía para la canalización de los vasos centrales en los niños respecto a la técnica clásica por referencias anatómicas reduce el número de intentos en la canalización, lo que lleva asociado una disminución de las complicaciones.²⁸ La mayoría de las complicaciones se asocian a múltiples intentos de la punción de la aguja en el vaso para conseguir la canalización.^{14,27,29,30} El riesgo de complicaciones aumenta significativamente después de dos punciones en el mismo vaso²⁸ y este incremento es seis veces mayor a partir de tres intentos.³⁰

Ueda et al.,³¹ concluyen, igualmente, que el mayor diámetro se asocia de forma significativa a la tasa de éxito en un primer intento.

A pesar de los resultados obtenidos y las ventajas descritas en la utilización de la ecografía vascular para la canalización vascular del paciente pediátrico, como contrapartida, hay que destacar lo siguiente de esta técnica: a) precisa una curva de aprendizaje; b) tiene unas limitaciones en cuanto a la profundidad y el diámetro vascular; c) presenta mayor dificultad en los pacientes de menor edad; d) precisa de la colaboración del paciente pediátrico o bien su sedoanalgesia previa para la visualización ecográfica óptima; y e) debe potenciarse el desarrollo de equipos adaptados a los pacientes pediátricos para obtener los resultados ideales en la CVE.

El presente trabajo permite destacar que la ecografía es una técnica accesible, con baja complejidad e inocua para el paciente pediátrico crítico. Esto, asociado a la optimización en la visualización de los vasos y la facilitación para su canalización, permite recomendar esta técnica y su protocolización para el abordaje vascular tanto para su punción como para su canalización.

CONCLUSIONES

La CVE en los pacientes pediátricos estudiados permite visualizar los vasos y medir su profundidad y diámetro; presenta una alta tasa de éxito y se asocia a una baja tasa de complicaciones. ■

REFERENCIAS

1. Rauch D, Dowd D, Eldridge D, et al. Peripheral difficult venous access in children. *Clin Pediatr (Phila)* 2009;48(9):895-901.
2. Larsen P, Eldridge D, Brinkley J, et al. Pediatric peripheral intravenous access: does nursing experience and competence really make a difference? *J Infus Nurs* 2010;33(4):226-35.
3. Yen K, Riegert A, Gorelick MH. Derivation of the DIVA score: a clinical prediction rule for the identification of children with difficult intravenous access. *Pediatr Emerg Care* 2008;24(3):143-7.
4. Chiang VW, Baskin MN. Uses and complications of central venous catheters inserted in a pediatric emergency department. *Pediatr Emerg Care* 2000;16(4):230-2.
5. Froehlich CD, Rigby MR, Rosenberg ES, 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.
6. 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. *Br J Anaesth* 1993;70(2):145-8.
7. Verghese ST, McGill WA, Patel RI, et al. Comparison of three techniques for internal jugular vein cannulation in infants. *Paediatr Anaesth* 2000;10(5):505-11.

8. Vergheze ST, McGill WA, Patel RI, et al. Ultrasound-guided internal jugular venous cannulation in infants: a prospective comparison with the traditional palpation method. *Anesthesiology* 1999;91(1):71-7.
9. Bruzoni M, Slater BJ, Wall J, et al. A prospective randomized trial of ultrasound- vs landmark-guided central venous access in the pediatric population. *J Am Coll Surg* 2013;216(5):939-43.
10. Seldinger SI. Catheter replacement of the needle in percutaneous arteriography; a new technique. *Acta Radiol* 1953;39(5):368-76.
11. Mosteller RD. Simplified calculation of body-surface area. *N Engl J Med* 1987;317(17):1098.
12. World Medical Association. World Medical Association Declaration of Helsinki: ethical principles for medical research involving human subjects. *JAMA* 2013;310(20):2191-4.
13. Orłowski JP. My kingdom for an intravenous line. *Am J Dis Child* 1984;138(9):803.
14. Pede S, Ugucioni M. [AHCPR/ AHRQ guidelines. Agency for Health Care Policy and Research and Agency for Health Care Research and Quality]. *Ital Heart J* 2001;2 (Suppl 1):60-8.
15. Leyvi G, Taylor DG, Reith E, et al. Utility of ultrasound-guided central venous cannulation in pediatric surgical patients: a clinical series. *Paediatr Anaesth* 2005;15(11):953-8.
16. Jaques PF, Mauro MA, Keefe B. US guidance for vascular access. Technical note. *J Vasc Interv Radiol* 1992;3(2):427-30.
17. LaRue GD. Efficacy of ultrasonography in peripheral venous cannulation. *J Intraven Nurs* 2000;23(1):29-34.
18. Pérez-Quevedo O, López-Álvarez JM, Limiñana-Cañal JM, et al. Design and application of model for training ultrasound-guided vascular cannulation in pediatric patients. *Med Intensiva* 2016;40(6):364-70.
19. Feller-Kopmal D. Ultrasound-Guided internal jugular access. *Chest* 2007;132(1): 302-9.
20. Turker G, Kaya F, Gurbet AI, et al. Internal jugular vein cannulation: an ultrasound-guided technique versus a landmark-guided technique. *Clinics (Sao Paulo)* 2009;64(10):989-92.
21. Panebianco NL, Fredette JM, Szyld D, et al. What you see (sonographically) is what you get: vein and patient characteristics associated with successful ultrasound-guided peripheral intravenous placement in patients with difficult access. *Acad Emerg Med* 2009;16(12):1298-303.
21. Hatfield A, Bodenham A. Portable ultrasound for difficult central venous access. *Br J Anaesth* 1999;82(6):822-6.
22. Vogel JA, Haukoos JS, Erickson CL, et al. Is long-axis view superior to short-axis view in ultrasound-guided central venous catheterization? *Crit Care Med* 2015;43(4):832-9.
23. Chittoodan S, Breen D, O'Donnell BD, et al. Long versus short axis ultrasound guided approach for internal jugular vein cannulation: a prospective randomised controlled trial. *Med Ultrason* 2011;13(1):21-5.
24. Troianos CA, Kuwik RJ, Pasqual JR, et al. Internal jugular vein and carotid artery anatomic relation as determined by ultrasonography. *Anesthesiology* 1996;85(1):43-8.
25. Iwashima S, Ishikawa T, Ohzeki T. Ultrasound-guided versus landmark-guided femoral vein access in pediatric cardiac catheterization. *Pediatr Cardiol* 2008;29(2):339-42.
26. Suk EH, Lee K-Y, Kweon TD, et al. Ultrasonographic evaluation of the femoral vein in anaesthetised infants and young children. *Anaesthesia* 2010;65(9):895-8.
27. Duffy M, Sair M. Cannulation of central veins. *Anaesth Intensive Care Med* 2007;8(1):17-20.
28. Akl E, Kamath G, Yosuiço V, et al. Thomboprophylaxis for patients with cancer and central venous catheters: A systematic review and a meta-analysis. *Cancer* 2008;112(11):2483-92.
29. Hernández Hernández MA, Álvarez Antoñan C, Pérez Ceballos MA. Complicaciones de la canalización de una vía venosa central. *Rev Clin Esp* 2006;206(1):50-3.
30. Eisen LA, Narasimhan M, Berger JS, et al. Mechanical complications of central venous catheters. *J Intensive Care Med* 2006;21(1):40-6.
31. Ueda K, Puangsuvan S, Hove MA, et al. Ultrasound visual image-guided vs Doppler auditory-assisted radial artery cannulation in infants and small children by non-expert anaesthesiologists: a randomized prospective study. *Br J Anaesth* 2013;110(2):281-6.

El peor enemigo del conocimiento no es la ignorancia, es la ilusión del conocimiento.

Stephen Hawking