

# Inserción con técnica ecoguiada y la proporción de trombosis asociada a catéter

Ultrasound-guided insertion and the proportion  
of catheter-associated thrombosis

Francisco Godínez-García<sup>1a</sup>, José Sergio López-Briones<sup>2b</sup>, Martha Alicia Hernández-González<sup>3c</sup>,  
Pedro Luis González-Carrillo<sup>4d</sup>

## Resumen

**Introducción:** los accesos venosos centrales tienen mucha importancia en la práctica médica diaria. La inserción en la vena yugular es habitual debido a su accesibilidad. La trombosis venosa asociada a catéter es una complicación relativamente común y de mediano plazo. El empleo de la ecografía para guiar la inserción y la evaluación posterior del vaso sanguíneo ofrece múltiples ventajas y promete hacer de la instalación de accesos vasculares una técnica más segura.

**Objetivo:** comparar la proporción de trombosis yugular asociada a catéter cuando se emplea una técnica de referencias anatómicas con respecto a la técnica de guía ecográfica.

**Material y métodos:** estudio observacional, transversal y analítico que compara la frecuencia de trombosis yugular según la técnica de inserción utilizada en pacientes de una unidad de cuidados intensivos.

**Resultados:** se estudiaron un total de 91 pacientes: en 44 se utilizó una técnica de guía ecográfica y en 47 se empleó referencia anatómica. Se observó un solo caso de trombosis mural (2.7 %) en el grupo de inserción por guía ecográfica frente a 11 casos (23.4%) del grupo por referencias anatómicas, con lo cual se obtuvo como resultado una asociación significativa entre la técnica de inserción por referencia anatómica y trombosis. Chi cuadrada (1,  $n = 91$ ) = 8.86,  $p = 0.004$ .

**Conclusión:** la proporción de trombosis yugular asociada a catéter es mayor cuando se emplea una técnica de referencias anatómicas con respecto a la técnica de guía ecográfica.

## Abstract

**Background:** Central venous accesses are of great importance in daily medical practice. Insertion into the jugular vein is common due to its accessibility. Catheter-associated venous thrombosis is a relatively common medium-term complication. The use of ultrasound to guide catheterization offers multiple advantages and promises to make vascular access installation a safer technique.

**Objective:** To compare the proportion of catheter-associated jugular thrombosis when an anatomical landmark technique is used with respect to the ultrasound-guided technique.

**Material and methods:** An observational, cross-sectional, and analytical study that compares the frequency of thrombosis when the ultrasound-guided technique was used concerning anatomical reference technique in patients in an intensive care unit.

**Results:** A total of 91 patients were studied: in 44 an ultrasound-guided technique was used, and in 47 anatomical references. A single case of mural thrombosis (2.7%) was observed in the ultrasound-guided insertion group vs. 11 cases (23.4%) in the other group, resulting in a significant association between the anatomical reference insertion technique and thrombosis. Chi squared (1,  $n = 91$ ) = 8.86,  $p = 0.004$ .

**Conclusion:** The proportion of catheter-associated jugular thrombosis is greater when an anatomical reference technique is used compared to the ultrasound-guided technique.

<sup>1</sup>Instituto Mexicano del Seguro Social, Centro Médico Nacional del Bajío, Hospital de Especialidades No. 1, Servicio de Terapia Intensiva. León, Guanajuato, México

<sup>2</sup>Universidad de Guanajuato, Facultad de Medicina, Laboratorio de Biología Molecular. León, Guanajuato, México

<sup>3</sup>Instituto Mexicano del Seguro Social, Centro Médico Nacional del Bajío, Hospital de Especialidades No. 1, División de Investigación en Salud. León, Guanajuato, México

<sup>4</sup>Instituto Mexicano del Seguro Social, Centro Médico Nacional del Bajío, Hospital de Especialidades No. 1, Jefatura del Servicio de Terapia Intensiva. León, Guanajuato, México

ORCID: [0000-0003-0139-0322<sup>a</sup>](https://orcid.org/0000-0003-0139-0322), [0000-0003-0273-0958<sup>b</sup>](https://orcid.org/0000-0003-0273-0958), [0000-0002-6903-2233<sup>c</sup>](https://orcid.org/0000-0002-6903-2233), [0000-0003-1235-9902<sup>d</sup>](https://orcid.org/0000-0003-1235-9902)

**Palabras clave**  
Trombosis  
Catéteres  
Ultrasonografía  
Estudios Transversales


**Keywords**  
Thrombosis  
Catheters  
Ultrasonography  
Cross-Sectional Studies


**Fecha de recibido:** 02/12/2022

**Fecha de aceptado:** 02/01/2023

**Comunicación con:**

Francisco Godínez García

 [dr.godinezfco@gmail.com](mailto:dr.godinezfco@gmail.com)

 477 717 4800

**Cómo citar este artículo:** Godínez-García F, López-Briones JS, Hernández-González MA, González-Carrillo PL. Inserción con técnica ecoguiada y la proporción de trombosis asociada a catéter. Rev Med Inst Mex Seguro Soc. 2023;61 Supl 2:S90-5.

## Introducción

La medicina moderna avanza rápidamente y el empleo de catéteres para el acceso venoso central se erige como una herramienta clave en el monitoreo y tratamiento de los pacientes que ingresan a las instituciones de salud.<sup>1</sup> Se entiende como *catéter* el dispositivo o sonda plástica<sup>2</sup> biocompatible, radioopaca, que se utiliza para infundir solución intravenosa al torrente circulatorio. Se considera central cuando el extremo distal del mismo se ubica en la vena cava superior, vena cava inferior o cualquier zona de la anatomía cardíaca. El acceso venoso central es un procedimiento que se realiza con frecuencia. Aproximadamente el 8% de todos los pacientes hospitalizados requerirán de un acceso venoso central en algún momento de su estancia hospitalaria.<sup>3</sup>

La punción vascular, cuyo fin es la colocación de un catéter venoso central, tradicionalmente se efectúa mediante una técnica de inserción percutánea guiada por referencias anatómicas. Esta técnica es llamada “técnica a ciegas” o de “referencias y/o puntos anatómicos”. Sin embargo, este método es infructuoso hasta en el 35% de los casos<sup>4</sup> y la tasa total de complicaciones llega hasta el 19% o es incluso mayor. En contraste, la técnica por guía ecográfica ofrece una visión en tiempo real, lo que proporciona al operador el beneficio de observar la vena y las estructuras anatómicas circundantes antes, durante y después del procedimiento.<sup>5</sup>

La trombosis es un problema de salud pública mundial y en México representa una de las primeras causas de mortalidad.<sup>6</sup> Se entiende por *trombosis* la obstrucción del flujo de sangre en un vaso sanguíneo.<sup>7</sup> Cualquier catéter intravenoso tiene el potencial de causar trombosis venosa.<sup>8</sup> Se define *trombosis asociada a catéter* como la formación de un trombo alrededor de un catéter introducido en un vaso sanguíneo. Se estima que contribuye al 10% de todas las trombosis venosas profundas en adultos.<sup>9,10</sup> Las complicaciones trombóticas del catéter han de entenderse como un proceso dinámico con diferente gravedad.

La ecografía debe utilizarse de forma rutinaria en el acceso vascular central.<sup>11</sup> El empleo del ultrasonido para este fin se encuentra asociado a una menor proporción de complicaciones y mejora sustancialmente las tasas de éxito, por lo que enfáticamente se recomienda su uso como método ideal para la punción y la canalización del vaso.<sup>12</sup>

La ultrasonografía enfocada y aplicada en la unidad de cuidados intensivos (UCI) es uno de los cambios más revolucionarios en la atención de pacientes críticamente enfermos. La ecografía es una herramienta poderosa en manos del intensivista moderno. Esto ha permitido complementar el examen físico y favorece un diagnóstico rápido, con un

coste mínimo y sin necesidad de radiación o transporte de pacientes.<sup>13</sup>

Nuestro objetivo principal fue comparar la proporción de trombosis yugular asociada a catéter cuando se emplea una técnica de referencias anatómicas con respecto a la técnica de guía ecográfica.

## Material y métodos

Se llevó a cabo un estudio observacional, transversal y analítico en las instalaciones de la Unidad Médica de Alta Especialidad (UMAE) Hospital de Especialidades No. 1 del Centro Médico Nacional del Bajío. Entre los participantes se incluyeron pacientes en estado crítico, mayores de 18 años, que portaban un catéter venoso central de localización exclusivamente yugular, con al menos cinco días de duración y que se encontraban hospitalizados en la UCI. El tamaño de muestra se calculó con base en una diferencia de proporciones y de acuerdo con los resultados publicados en dos metaanálisis (Mehta *et al.*, 2013<sup>14</sup> y Brass *et al.*, 2015)<sup>15</sup> que comparan la proporción de complicaciones cuando se utiliza una técnica de referencias anatómicas frente a una técnica guiada por ultrasonido. Se fijó un nivel de significación del 5%, un poder de prueba de 80% y un valor de  $\beta$  de 0.20. El muestreo fue no probabilístico y por disponibilidad de casos. En cuanto al manejo de los datos, aquellos que calificaron como datos categóricos se informaron como proporciones y porcentajes, y los datos continuos se presentaron como medianas y rangos intercuartílicos, o medias y desviaciones estándar de acuerdo con su distribución. Se determinó en cada sujeto la condición de presencia o ausencia del evento de interés y se midieron ambas variables de forma simultánea (técnica y presencia de trombo). Se generó una tabla de contingencia 2 x 2 y se calculó la razón de momios como una medida de asociación entre las variables principales. Se utilizó la prueba de chi cuadrada y se aceptó un valor de  $p < 0.05$  como estadísticamente significativo. Se utilizó el paquete estadístico SPSS, versión 23.0.0.0 (*IBM Corporation*, 2015). Por la naturaleza del diseño de la investigación, no se realizaron acciones que generaran riesgos adicionales a los inherentes de la atención del paciente en estado crítico. El estudio contó con la autorización del Comité Local de Investigación en Salud y Ética con folio R-2021-1001-056. Se solicitó por escrito al paciente o en su caso al familiar responsable la carta de consentimiento informado para participar en la investigación.

## Resultados

Se registraron un total de 91 pacientes portadores de catéter venoso yugular, 64 hombres (70.3%), 27 mujeres

(29.7%), con una relación H:M 2.2:1. El rango de edad se encontró entre los 18 y los 74 años, con una media de 46.3 y una mediana de 47 años. Los pacientes calificaron en promedio con sobrepeso con una media del índice de masa corporal (IMC) de 28.7 kg/m<sup>2</sup>.

En cuanto a las variables demográficas y de gravedad al ingreso, una vez clasificados los grupos de acuerdo con la técnica de inserción, no se observaron diferencias relevantes entre ellos, solo como única excepción el sexo, del cual predominó el masculino (cuadro I).

En lo que respecta al desenlace primario, de los 91 pacientes analizados se detectó trombosis asociada a catéter en 12 casos, esto de acuerdo con la definición de trombosis utilizada durante el rastreo ultrasonográfico (cuadro II).

En aquellos pacientes en los que se empleó una técnica de referencia anatómica, 47 en total, se observó trombo en 11 de ellos (23.5%). En los pacientes con técnica de guía ecográfica con un total de 44 pacientes, se observó un solo evento de trombosis (2.7%), por lo que las diferencias en las proporciones fue de 20.8%.

Para evaluar la relevancia de esta diferencia de proporciones se aplicó chi cuadrada y se obtuvo como resultado una asociación significativa entre la técnica de inserción por ultrasonido y la presencia de trombosis mural asociada a catéter: chi cuadrada: (1,  $n = 91$ ) = 8.86,  $p = 0.004$ , razón de momios de 10.2, intervalo de confianza del 95% (IC 95%) 1.36-56.5 (figura 1).

Al momento de la evaluación, 93.4% de los pacientes recibía anticoagulación profiláctica y cinco pacientes no recibían ningún tipo de anticoagulación. Los casos de trombosis se presentaron solo en aquellos pacientes que recibían anticoagulación profiláctica.

## Discusión

La proporción de trombosis yugular asociada a catéter que encontramos al considerar los eventos de ambos grupos fue del 13%. Esto es una cifra menor que la reportada en estudios similares, por lo que debe considerarse el efecto benéfico de la técnica por ultrasonido en la reducción de trombosis asociada a catéter en forma general. Somos enfáticos en señalar la diferencia en cuanto a la proporción

**Cuadro I** Características de la población de estudio de acuerdo con la técnica de colocación

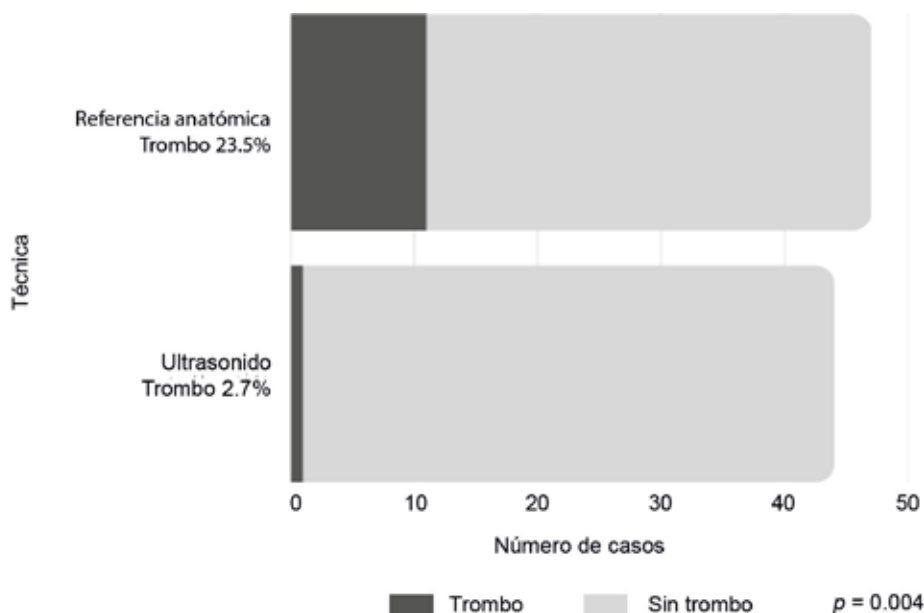
Características	Total ( $n = 91$ )	Técnica de guía ecográfica		p
		No ( $n = 47$ )	Sí ( $n = 44$ )	
Edad*	46.3 ± 15.9	44.5 ± 15.3	48.2 ± 16.5	0.28 <sup>‡</sup>
Sexo masculino	64 (70.3%)	28 (59.5%)	36 (81.8%)	0.02 <sup>§</sup>
Peso*	81.7 ± 19.4	80.5 ± 20.6	82.9 ± 20.9	0.57 <sup>‡</sup>
Estatura <sup>†</sup>	166 (160-170)	165 (160-170)	166 (162-170)	0.19 <sup>¶</sup>
IMC <sup>†</sup>	28.7 (24.3-33.7)	28.3 (24-33)	29.9 (23-33)	0.63 <sup>¶</sup>
APACHE II <sup>†</sup>	12 (8-20)	12 (7-16)	12 (8-20)	0.98 <sup>¶</sup>
SOFA <sup>†</sup>	7.5 (4-11)	7.5 (5-11)	6.0 (3-11)	0.17 <sup>¶</sup>

\*Media ± desviación estándar; <sup>†</sup>mediana y rangos intercuartílicos; <sup>‡</sup>t de Student; <sup>§</sup>chi cuadrada; <sup>¶</sup>U de Mann-Whitney

IMC: índice de masa corporal; APACHE II: *Acute Physiology Age Chronic Health Evaluation*; SOFA: *Sequential Organ Failure Assessment*

**Cuadro II** Hallazgos ultrasonográficos en la población de estudio

Definición	Hallazgo	n	%
Sin trombosis	Vaso totalmente comprimible, flujo sanguíneo visible en toda la sección del vaso	79	86.8
Vaina de fibrina	Presencia de imagen de aspecto cilíndrico, con márgenes definidos, que se origina en el sitio del catéter. Usualmente fluctúa dentro de la luz del vaso sin crear una obstrucción. El vaso es totalmente comprimible, pues no hay defectos del flujo sanguíneo	0	0
Trombosis mural	Presencia de trombo que se adhiere a la pared vascular y no ocluye completamente la vena. Hay flujo de sangre en Doppler color. El trombo se visualiza directamente y/o la vena es incompresible	12	13.2
Trombosis total	Presencia de trombo alrededor del catéter que se adhiere a la pared del vaso y ocluye la vena por completo. El trombo se visualiza directamente y/o la vena es incompresible. No hay flujo sanguíneo en el Doppler color	0	0

**Figura 1** Proporción de trombosis de acuerdo con la técnica de inserción

encontrada de acuerdo con la técnica. Esta diferencia no debe ser considerada un tema menor, puesto que puede ser reflejo del impacto benéfico de la técnica cuando se emplea la guía ultrasonográfica. Son pocos los estudios reportados enfocados en este perfil de pacientes (enfermos en estado crítico no oncológicos). A este respecto en el estudio de 2017 de Hrdy *et al.*<sup>16</sup> se encontró que de una muestra de 198 pacientes la presencia de trombosis asociada a catéter fue de 47 casos, lo que representa una proporción del 23%. Esto concuerda con la técnica de referencia anatómica de nuestro estudio, pero solo cuando es considerada como un solo grupo, es decir, la suma de los eventos de trombosis en las dos técnicas de colocación.

El empleo de los catéteres intravasculares no está exento de riesgos. En el contexto del paciente en estado crítico, la utilización de catéteres para acceso venoso central es una herramienta fundamental, pero cualquier catéter intravenoso tiene el potencial de causar trombosis venosa.<sup>17</sup>

La trombosis asociada a catéter requiere de un alto índice de sospecha para el diagnóstico. Esto puede explicar parcialmente la extensa variación en la incidencia y prevalencia informada de trombosis y subraya la necesidad de una evaluación clínica cuidadosa y enfocada después de su colocación.<sup>18,19,20</sup>

Se reporta en la literatura que el uso de la ecografía en la colocación de catéteres está asociado con un menor porcentaje de complicaciones y mejora sustancialmente las tasas de éxito general. Esto se aplica también en los dispositivos que se colocan a través de la vena yugular interna.<sup>21</sup>

Esta práctica se ha generalizado en los últimos años en las áreas de urgencias, terapia intensiva y salas de hospitalización. Nuestro estudio se propuso documentar una complicación de mediano plazo, poco reportada, pero sin duda presente.

El uso de ultrasonido en la UCI es uno de los cambios de vanguardia en la atención de pacientes críticamente enfermos. La ecografía vascular yugular es una técnica no invasiva que permite la visualización del sistema venoso profundo, el análisis de su contenido y la valoración de la respuesta de la vena a la compresión por parte del transductor: la ausencia de compresibilidad de la vena es diagnóstica de trombosis.<sup>22</sup>

Gracias a esta técnica fue posible la correcta identificación de trombosis asociada a catéter en 12 de los pacientes. En todos los casos la obstrucción fue parcial, lo cual explicaría el comportamiento silente de la complicación. Las implicaciones de la detección temprana, el tipo de tratamiento, la vigilancia y la conducta que se debe seguir una vez detectado el trombo son interrogantes que deberán plantearse en estudios futuros.

Es contundente la diferencia en cuanto a las complicaciones de acuerdo con la técnica empleada. Se sabe, por ejemplo, que la ecografía aplicada reduce la tasa de complicaciones totales hasta en un 71%, disminuye el número de intentos necesarios para una canulación exitosa, aumenta la probabilidad de éxito en el primer intento hasta en un 57% y reduce la formación de hematomas hasta en 70%.<sup>23</sup> Todos estos factores pueden ser determinantes y disminuir

el riesgo de trauma mecánico que ocasiona un mayor riesgo teórico de trombosis.

Nuestro estudio tiene como limitante el diseño transversal, el cual ocasiona la imposibilidad de hacer inferencias de causalidad, fundamentalmente por la ambigüedad temporal que surge al medir simultáneamente la exposición y la enfermedad, aunado a la desventaja de aportar datos de un momento único en el tiempo. Aunque nuestro objetivo principal no fue encontrar una relación de causalidad, surge la interrogante de cuál es el factor (o los factores) que se encuentra(n) presente(s) en la técnica con guía ultrasonográfica que origina una reducción de hasta 21% en la proporción de trombosis asociada a catéter y que incrementa de forma notable el riesgo en comparación con la técnica de referencias anató-

micas. Es posible que la respuesta se encuentre en la reducción del traumatismo mecánico al momento de la inserción.

## Conclusión

Existe un incremento en la probabilidad de presentar trombosis yugular asociada a catéter venoso central cuando se emplea la técnica de colocación guiada por referencias anatómicas comparada con la técnica guiada por ecografía.

**Declaración de conflicto de interés:** los autores han completado y enviado la forma traducida al español de la declaración de conflictos potenciales de interés del Comité Internacional de Editores de Revistas Médicas, y no fue reportado alguno relacionado con este artículo.

## Referencias

- Rupp SM, Apfelbaum JL, Blitt C, Caplan RA, Connis RT, Domino KB, et al. Practice guidelines for central venous access: a report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Central Venous Access. *Anesthesiology*. 2012;116(3):539-73. doi: 10.1097/ALN.0b013e31823c9569
- García HJ, Torres-Yáñez HL. Duración y frecuencia de complicaciones de los catéteres venosos centrales en recién nacidos. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc*. 2015;53 Supl 3:S300-9.
- McGee DC, Gould MK. Preventing complications of central venous catheterization. *N Engl J Med*. 2003;348(12):1123-33. doi: 10.1056/NEJMra011883
- Sznajder JI, Zveibil FR, Bitterman H, Weiner P, Bursztein S. Central vein catheterization: failure and complication rates by three percutaneous approaches. *Arch Intern Med*. 1986;146(2):259-61. doi: 10.1001/archinte.146.2.259
- Miller AH, Roth BA, Mills TJ, Woody JR, Longmoor CE, Foster B. Ultrasound guidance versus the landmark technique for the placement of central venous catheters in the emergency department. *Acad Emerg Med*. 2002;9(8):800-5. doi: 10.1111/j.1553-2712.2002.tb02168.x
- Martínez-Murillo C, Aguilar-Arteaga ML, Velasco-Ortega E, Alonso-González R, Castellanos-Sinco H, Romo-Jiménez Á, et al. Guía de práctica clínica. Diagnóstico y tratamiento de la enfermedad tromboembólica venosa. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc*. 2011;49(4):437-49.
- Valdivia-Gómez GG. Enfermedad tromboembólica venosa. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc*. 2011;49(4):383-92.
- Saseedharan S, Bhargava S. Upper extremity deep vein thrombosis. *Int J Crit Illn Inj Sci*. 2012;2(1):21-6. doi: 10.4103/2229-5151.94891
- Evans NS, Ratchford EV. Catheter-related venous thrombosis. *Vascular Medicine*. 2018;23(4):411-3. doi: 10.1177/1358863X18779695
- Wang J, Wang L, Shang H, Yang X, Guo S, Wang Y, et al. Jugular venous catheter-associated thrombosis and fatal pulmonary embolism: A case report. *Medicine*. 2020;99(26). doi: 10.1097/MD.00000000000020873
- Reusz G, Csomos A. The role of ultrasound guidance for vascular access. *Curr Opin Anaesthesiol*. 2015;28(6):710-6. doi: 10.1097/ACO.0000000000000245
- Hind D, Calvert N, McWilliams R, Davidson A, Paisley S, Beverley C, et al. Ultrasonic locating devices for central venous cannulation: meta-analysis. *BMJ*. 2003;327(7411):361. doi: 10.1136/bmj.327.7411.361
- Campbell SJ, Bechara R, Islam S. Point-of-care ultrasound in the intensive care unit. *Clin Chest Med*. 2018;39(1):79-97. doi: 10.1016/j.ccm.2017.11.005
- Mehta N, Valesky WW, Guy A, Sinert R. Systematic review: is real-time ultrasonic-guided central line placement by ED physicians more successful than the traditional landmark approach? *Emerg Med J*. 2013;30(5):355-9. doi: 10.1136/emermed-2012-201230
- Brass P, Hellmich M, Kolodziej L, Schick G, Smith AF. Ultrasound guidance versus anatomical landmarks for internal jugular vein catheterization. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2015(1). doi: 10.1002/14651858.CD006962.pub2
- Hrdy O, Strazevska E, Suk P, Vach R, Karlik R, Jarkovsky J, et al. Central venous catheter-related thrombosis in intensive care patients-incidence and risk factors: A prospective observational study. *Biomed Pap Med Fac Univ Palacky Olomouc Czech Repub*. 2017;161(4):369-73. doi: 10.5507/bp.2017.034
- Wall C, Moore J, Thachil J. Catheter-related thrombosis: a practical approach. *J Intensive Care Soc*. 2016;17(2):160-7. doi: 10.1177/1751143715618683
- Wu X, Studer W, Skarvan K, Seeberger MD. High incidence of intravenous thrombi after short-term central venous catheterization of the internal jugular vein. *J Clin Anesth*. 1999;11(6):482-5. doi: 10.1016/s0952-8180(99)00093-8
- Timsit JF, Farkas JC, Boyer JM, Martin JB, Misset B, Renaud B, et al. Central vein catheter-related thrombosis in intensive care patients: incidence, risks factors, and relationship with catheter-related sepsis. *Chest*. 1998;114(1):207-13. doi: 10.1378/chest.114.1.207
- Snow V, Qaseem A, Barry P, Hornbake ER, Rodnick JE, Tobolic T, et al. Management of venous thromboembolism: a clinical practice guideline from the American College of Physicians and the American Academy of Family Physicians. *Ann Intern Med*. 2007;146(3):204-10. doi: 10.7326/0003-4819-146-3-200702060-00149
- Lichtenstein D, Saifi R, Augarde R, Prin S, Schmitt J, Page B,

- et al. The Internal jugular veins are asymmetric. Usefulness of ultrasound before catheterization. *Intensive Care Med.* 2001;27(1):301-5. doi: 10.1007/s001340000792
22. Kearon C, Ginsberg JS, Hirsh J. The role of venous ultrasonography in the diagnosis of suspected deep venous thrombosis and pulmonary embolism. *Ann Intern Med.* 1998;129(12):1044-9. doi: 10.7326/0003-4819-129-12-199812150-00009
23. Saugel B, Scheeren TW, Teboul JL. Ultrasound-guided central venous catheter placement: a structured review and recommendations for clinical practice. *Crit Care.* 2017;21(1):1-11. doi: 10.1186/s13054-017-1814-y