

Cateterización Venosa Guiada por Ultrasonido: Relato de Caso y Revisión de Literatura

Ultrasound Guided Venous Catheterization: A Case Report and Literature Review

Gustavo Mascari Petisco¹, Ana Claudia Gomes Pereira Petisco², Uri Adrian Prync Fiato³, Fernanda Bezerra dos Santos⁴

¹ Coordinador de la Unidad de Terapia Intensiva del Centro de Referencia de Salud de la Mujer – Hospital Pérola Byington. São Paulo-SP – Brasil-BR ² Médica Ecografista Vascular y Ecocardiografista de la Sección Médica de Ecocardiografía del Instituto Dante Pazzanese de Cardiología. São Paulo-SP – Brasil-BR ³ Médico de la Unidad de Terapia Intensiva del Centro de Referencia de Salud de la Mujer – Pérola Byington y Médico Ecocardiografista del Hospital del Corazón (HCOR). São Paulo-SP – Brasil-BR ⁴ Médica Ecocardiografista del Centro de Referencia de Salud de la Mujer – Hospital Pérola Byington. São Paulo-SP – Brasil-BR

RESUMEN

El cateterización venosa central (CVC) es un procedimiento realizado frecuentemente en ambiente hospitalario, sin embargo, no está exento de complicaciones como lesión de estructuras adyacentes al vaso, sangramiento y neumotórax. Este relato de caso tiene el objetivo de ilustrar la importancia del Ultrasonido (US), auxiliando la punción venosa central al borde del lecho, lo que facilita la toma de decisión sobre cuál es el vaso en mejores condiciones para la punción, tornando así el procedimiento técnicamente más preciso y principalmente, más seguro para el paciente. Después será hecha una revisión de la literatura mundial, con estado actual de la CVC, guiada por US, enfocando aspectos técnicos y prácticos para su realización.

Descriptores: Cateterismo Venoso Central, Ultrasonografía, Venas Yugulares, Trombosis

SUMMARY

The central venous catheterization (CVC) is a procedure often performed in a hospital environment, but it has complications such as damage to structures adjacent to the vessel, bleeding and pneumothorax. This case report aims to illustrate the importance of ultrasound, helping guided central venous puncture at the bedside, which facilitates the decision about which vessel is in a better condition for the puncture, thus making the procedure technically more precise and particularly more safe for the patient. After that, a review of the literature will be done, with the current state of ultrasound guided CVC, focusing on technical and practical aspects for its implementation.

Descriptors: Catheterization Central Venous; Ultrasonography; Jugular Veins; Thrombosis

RELATO DEL CASO

Paciente de sexo femenino, 56 años, portadora de neoplasia maligna de mama, internada en la enfermería hacía 10 días con tratamiento de quimioterapia. Evolucionó febril, con dificultad respiratoria e inestabilidad hemodinámica. Los exámenes de laboratorio mostraban granulocitopenia (leucocitos = 809/ μ L) y plaquetopenia (plaquetas = 52.000/ μ L). También en la enfermería, fue realizada la tentativa de cateterización de la vena yugular interna izquierda sin éxito.

Debido al alto riesgo de sangramiento y al cuadro clínico de la paciente, ella fue encaminada, inmediatamente a la Unidad de Terapia Intensiva (UTI).

En la admisión, la paciente se presentaba agitada, disneica, hipocorada y con sudoración profusa. La presión arterial era de 80 x 55 mmHg y la frecuencia cardíaca de 114 latidos por minuto. Fue inmediatamente entubada y sometida a ventilación mecánica.

Correspondencia: Gustavo Mascari Petisco

Centro de Referencia de la Salud da Mujer – Hospital Pérola Byington - Av. Brigadeiro Luís Antônio nº 683 - 01317-000 - São Paulo-SP – Brasil-BR

Teléfono / fax: (11) 3105-0215

gpetisco@hotmail.com

Recibido el: 18/07/2012 **Aceptado el:** 24/09/2012

Debido a la necesidad de un acceso venoso central, en una paciente con plaquetopenia y con tentativa previa frustrada de punción de la vena yugular interna izquierda, se optó por la cateterización de la vena yugular interna derecha guiada por US.

Después de la visualización en la ultrasonografía de la vena yugular interna y la constatación de su perviedad, fue realizado el procedimiento de punción, pasaje de la guía e introducción del catéter de doble lumen bajo visión ultrasonográfica, sin ninguna complicación (Figuras 1 y 2). También fue posible constatar la presencia de trombosis de la vena yugular interna a la izquierda, motivo por el cual la punción a ciegas no obtuvo éxito (Figura 3).



Figura 1: Catéter en la vena yugular interna en corte transversal.

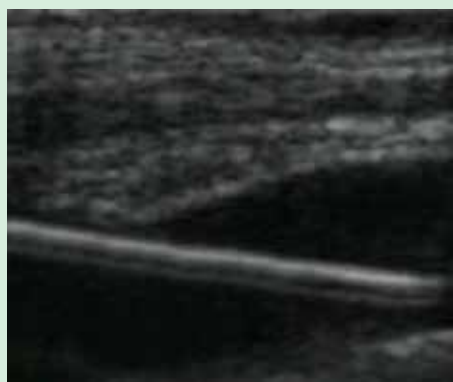


Figura 2: Catéter en la vena yugular interna en corte longitudinal.

Revisión de Literatura

La cateterización venosa central (CVC) es un procedimiento realizado frecuentemente en ambiente hospitalario. Por la técnica convencional, se toma en cuenta, como referencia, estructuras anatómicas adyacentes a la vena. Tal procedimiento, sin embargo, no es exento de riesgos, pudiendo alcanzar tasas de complicaciones mecánicas próximas a veinte por ciento¹.

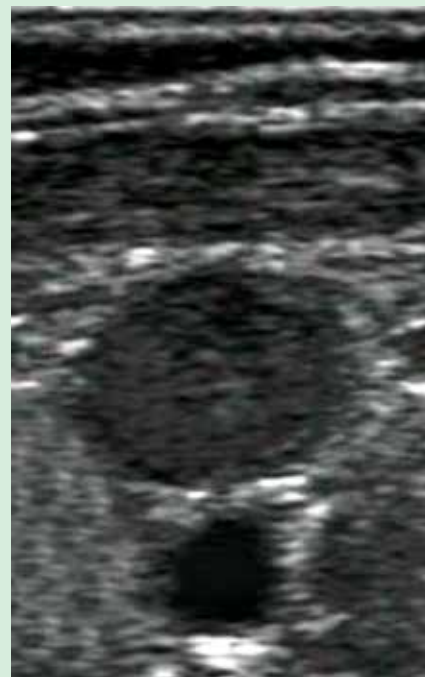
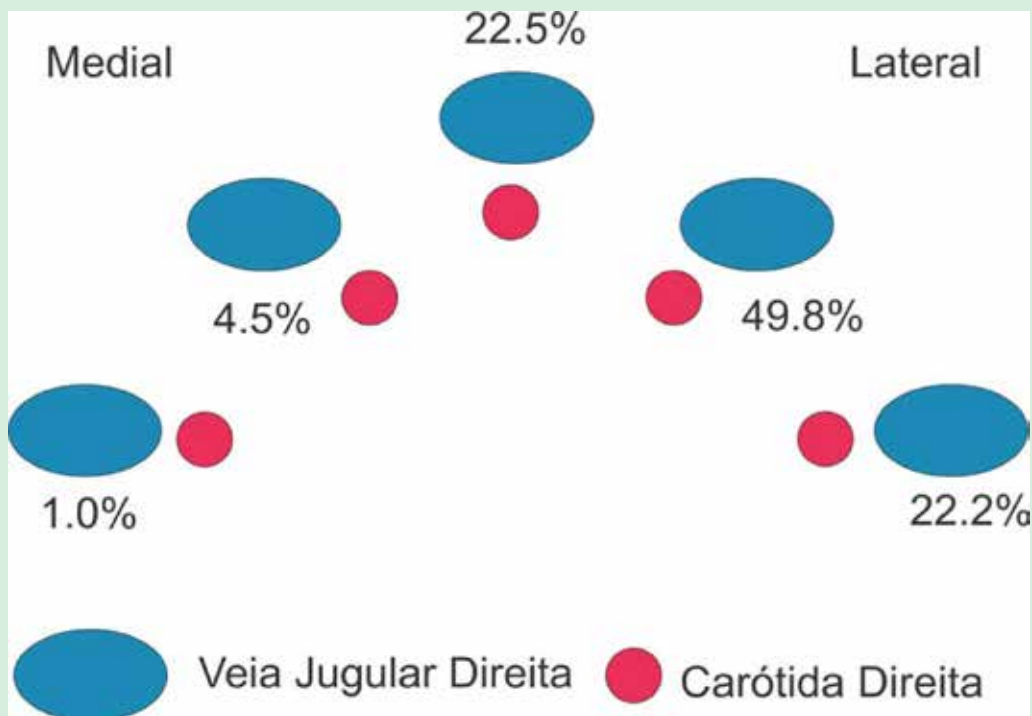


Figura 3: Trombosis de la vena yugular interna izquierda.

La complicación mecánica más frecuente es la punción arterial, independientemente del local de la punción. Otras complicaciones no raras son: hematomas, neumotórax y hemotórax. Una parte de esas complicaciones puede ser atribuida a las características de mayor riesgo relacionadas al perfil del paciente, como es el caso de los obesos mórbidos, pacientes con deformidades torácicas, pacientes hipovolémicos, con coagulopatías o bajo ventilación mecánica. Sin embargo, buena parte de los fracasos ocurre debido a la variación anatómica entre las venas y las estructuras adyacentes, de acuerdo a lo presentado en la Figura 4, la cual demuestra la variabilidad de la relación entre la vena yugular interna y la arteria carótida. Además de eso, la relación entre la arteria y la vena posee carácter dinámico, es decir, cuando el cuello es sometido a la rotación, la sobreposición de los vasos puede ocurrir, aumentando el riesgo de punción arterial accidental².

Históricamente, la ultrasonografía (US) ha sido utilizada con la finalidad de disminuir las complicaciones relacionadas a la CVC, desde la década de 1970⁴, cuando su uso fue iniciado por los anestesiólogos. Como la utilización del US disminuye el número de tentativas de punción, se ha atribuido a su uso, además de la disminución de las complicaciones mecánicas, también, la disminución de la ocurrencia de infecciones⁵ y de trombosis⁶⁻⁷ relacionadas a los catéteres.



Karakitsos et al⁸ estudiaron 900 pacientes, siendo que 450 fueron sometidos a la CVC de vena yugular interna, guiada por US, en tiempo real y 450 tuvieron la vena yugular interna canulada por la técnica convencional. La tasa de éxito fue de 100% en el grupo de CVC guiada por US y de 94,4% en el grupo con la técnica convencional ($p < 0,001$). La tasa de complicaciones como punción accidental de la arteria carótida, hemotórax, neumotórax y hematoma, así como el tiempo total del procedimiento y la ocurrencia de infección de corriente sanguínea asociada al catéter, fue significativamente menor en el grupo que realizó la CVC guiada por US.

Tres meta-análisis fueron publicadas sobre el asunto, abordando diferentes accesos vasculares en pacientes adultos y pediátricos⁹⁻¹¹.

En el 2001, la Agencia Americana de Investigación y Calidad en Salud eligió la CVC guiada por US como uno de los once procedimientos que elevan la seguridad de los pacientes¹². En el año siguiente, el Instituto Nacional de Excelencia Clínica de Inglaterra publicó una recomendación semejante¹³.

En el 2011, fue publicada, en el *Journal of American Society of Echocardiography*, la primera Directriz de Cateterización Vascul ar guiada por US¹⁴, abordando la CVC, la cateterización venosa periférica y la cateterización arterial.

En el 2012, fueron publicadas las Recomendaciones Interna-

cionales Basadas en Evidencias sobre Acceso Vascul ar Guiado por Ultrasonido, del Comité Internacional sobre Acceso Vascul ar con Ultrasonido¹⁵ y más recientemente, las Directrices sobre Acceso Venoso Central de la Sociedad Americana de Anestesiología¹⁶.

MÉTODOS

Una búsqueda en la literatura fue realizada, en el PubMed del año 1978 al 2012, utilizando los siguientes términos: *ultrasound*, *vascular access* y *central venous access*. Un total de 362 artículos fueron encontrados, siendo tres meta-análisis, dos directrices sobre cateterización vascul ar guiada por US y una directriz sobre acceso venoso, ya previamente citados. En las directrices, la cateterización de la vena axilar fue evaluada conjuntamente con la cateterización de la vena subclavia.

Técnica

El transductor elegido para este tipo de procedimiento es el transductor lineal de alta frecuencia (Figura 5), ya que las estructuras vascul ares son normalmente superficiales. Algunos servicios también utilizan el transductor micro convexo (Figura 6) para esta finalidad.

La insonación del vaso a ser puncionado, previamente a su cateterización, es fundamental para el análisis de su diámetro, de su localización precisa y de su patencia.



Figura 5: Transductor Lineal.



Figura 7: Uso de delantal y guías estériles.



Figura 6: Transductor Micro convexo.

La diferenciación entre arteria y vena puede ser realizada con la ultrasonografía bidimensional de compresión o con el uso del Doppler (espectral o a colores), siendo que este último no demostró superioridad con relación al primero¹⁷.

El procedimiento puede ser realizado por dos técnicas: la técnica estática y la técnica dinámica. En la técnica estática, después del análisis ultrasonográfico del vaso, es realizada una marcación de la piel y el vaso entonces es cateterizado. En la técnica dinámica, el abordaje ecográfico es en tiempo real y todo el procedimiento es acompañado por el uso de US, respetándose los cuidados de asepsia (Figura 7) con el uso de cubierta y gel estériles.

La técnica dinámica puede ser realizada en tres incidencias. El abordaje transversal o eje corto, es la que presenta como ventaja la menor curva de aprendizaje y permite la visualización de estructuras adyacentes al vaso objetivo, teniendo, sin embargo como desventaja, un riesgo mayor de lesión de la

pared posterior del mismo (Figura 8). El abordaje longitudinal o eje largo exige mayor habilidad manual, pero permite amplia visualización del vaso, del hilo guía y del catéter, siendo la más recomendada para la evaluación de éstos dos últimos (Figura 9)¹⁸. Más recientemente, un tercer abordaje, el oblicuo ha sido realizado como una alternativa intermedia a las dos anteriores (Figura 10)¹⁹.

La CVC puede ser realizada por uno o dos operadores. Cuando es realizada por un operador, la aguja es manipulada por la mano dominante y el transductor por la no dominante. El trayecto de la aguja debe ser acompañado durante todo el tiempo y una vez que la vena sea puncionada, el transductor es dejado al lado y es realizado el pase del hilo guía. Éste debe ser visualizado en seguida por el US, que verifica su correcta localización. El catéter es posicionado y el US es nuevamente, utilizado para verificar su localización en la luz de la vena.



Figura 8: Posición transversal de la vena yugular interna (VJI).



Figura 9: Posición longitudinal de la vena yugular interna (VJI).



Figura 10: Posición oblicua de la vena yugular interna (VJI).

Cuando el procedimiento es realizado por dos operadores, el segundo operador permanece asegurando el transductor, pudiendo auxiliar el primero en el pase del hilo guía.

Respecto al posicionamiento del aparato durante el procedimiento, es importante que la pantalla del US se encuentre alineada con el transductor (Figura 11). Con relación al posicionamiento del paciente, la posición de Trendelemburg facilita la cateterización venosa yugular y subclavia y la posición de Trendelemburg inverso facilita la cateterización venosa femoral. La maniobra de Valsalva puede ser usada para, temporalmente aumentar el diámetro venoso.

Durante el procedimiento, la aguja es insertada en un ángulo de 45 grados, observando que la distancia de la aguja al transductor sea igual a la profundidad del transductor hasta el vaso (Figura 12).

Actualmente, ha sido estudiado el uso del ultrasonido 3D para la CVC, sin embargo, el tamaño de los transductores y el costo de los equipos ha limitado su uso²¹.



Figura 11: Alineamiento adecuado pre-procedimiento.

Entrenamiento

Médicos de diversas especialidades pueden adquirir habilidad para la realización de la CVC guiada por US²². Este entrenamiento incluye el aprendizaje básico para el uso del equipo de US, cada vez más portátil y accesible la adquisición e interpretación de las imágenes, con enfoque en el entrenamiento práctico. Este entrenamiento en general es realizado con la utilización de maniqués de entrenamiento, conocidos como *Phantoms* (Figura 13) o modelos con animales vivos. Según la Directriz de la Sociedad Americana de Ecocardiografía y Anestesiólogos Cardiovasculares, fueron considerados entrenados aquellos que realizaron diez procedimientos supervisados, demostrando competencia para su realización de forma independiente.

Resumen de las Recomendaciones Actuales

La gran mayoría de los estudios evaluó la cateterización de la vena yugular interna²³⁻³², sin embargo, más recientemente, fueron estudiados los accesos de subclavia y de femoral³³⁻³⁷, con enfoque inicialmente orientado a los adultos y posteriormente para los niños. Fueron analizados accesos de corto plazo, tunelizados y totalmente implantados.

Según la Directriz de la Sociedad Americana de Ecocardiografía y Anestesiólogos Cardiovasculares, fueron establecidas recomendaciones para CVC en los tres principales sitios de punción para adultos y niños.

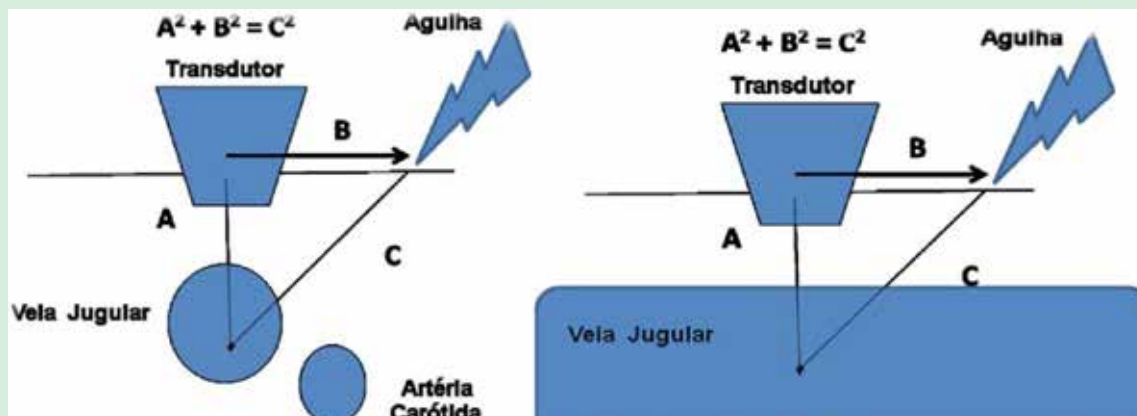


Figura 12: Posicionamiento e inserción de aguja en el eje transversal y en el eje longitudinal²⁰.



Figura 13: Dos tipos de Phantoms y su imagen al US. Con autorización de www.bluephantom.com.

La recomendación para los adultos es preferentemente, de cateterizar la vena yugular interna y el US debe ser usado siempre que sea posible por médicos, debidamente entrenados con la técnica dinámica, es decir, en tiempo real o si eso no es posible, por lo menos el US debe ser usado para marcación de la piel¹⁴.

En la cateterización de la vena subclavia es recomendado el uso del US en pacientes de alto riesgo de complicaciones, con el sentido de evaluar su localización y patencia. Para la vena femoral, el US podrá ser utilizado para evaluar, además de su patencia, la sobreposición de la vena y de la arteria.

En pediatría, esa Directriz recomienda el uso rutinario del US para cateterización de la vena yugular interna y de la vena femoral para disminuir las complicaciones, en especial las relacionadas a la inserción de catéteres calibrosos. No es hecha mención al acceso de la vena subclavia¹⁴.

En febrero del 2012, el Comité Internacional de Acceso Vascular con Ultrasonido, publicó sus recomendaciones y concluyó que, a la luz de las evidencias actuales, los cateterismos vasculares deben ser guiados por US, en función de la eficacia y de la seguridad que otorga al procedimiento.

En el caso de los niños y de los neonatos, el acceso guiado por US lleva a una disminución de la tasa de fracaso, el acceso es

más rápido, con disminución de las complicaciones mecánicas, sin embargo la curva de aprendizaje es mayor que para los adultos, siendo el uso rutinario de US, fuertemente, recomendado en el grupo pediátrico en los accesos venosos de corto y largo plazo. La vena yugular interna debe ser el vaso de elección y el uso del US debe ser tomado en cuenta al menos en el pre-procedimiento. También hay recomendaciones para la punción guiada por US de la vena subclavia y de la vena femoral. Para los adultos los beneficios de la ultrasonografía en la CVC ocurren tanto cuando es usada previamente al procedimiento para marcación del sitio de punción, como durante el mismo, en tiempo real. Así como en el grupo pediátrico, recomienda su uso rutinario guiando la cateterización venosa para utilización de catéteres de corta y de larga duración.

Tanto para el grupo pediátrico como adulto, el US realizado después del procedimiento puede detectar eventuales complicaciones como neumotórax, taponamiento cardíaco y hemotórax¹⁵.

Finalmente, la fuerza-tarea sobre Acceso Venoso Central de la Sociedad Americana de Anestesiología, recomienda el uso del US con el método estático en situaciones electivas en la pre-cateterización de la vena yugular interna, pudiendo ser usado para la canulación de las venas subclavia y femoral, así como también recomienda el US en tiempo real (método dinámico),

observando que el uso de este último puede no ser posible en situaciones de emergencia¹⁶.

CONCLUSIONES

La cateterización venosa central guiada por US está demostrando, en el transcurso del tiempo, su superioridad con relación a la técnica tradicional, tanto por la eficacia como por la seguridad y así está acumulando evidencia científica ya retratada en meta-análisis, directrices y recomendaciones de diversas Sociedades Internacionales.

La técnica de la CVC guiada por US es atractiva, porque posee rápida curva de aprendizaje, pudiendo habilitar médicos de diversas especialidades para su uso.

Hasta el momento, la cateterización de la vena yugular interna es la que contempla mayores evidencias en la literatura, pero también figuran recomendaciones para la cateterización de la vena subclavia y de la vena femoral.

Referencias

1. McGee DC, Gould MK. Preventing complications of central venous catheterization. *N Engl J Med.* 2003; 348(12):1123-33.
2. Sulek CA, Gravenstein N, Blackshear RH, Weiss L. Head rotation during internal jugular vein cannulation and the risk of CA puncture. *Anesth Analg.* 1996;82(1):125-8.
3. Gordon AC, Saliken JC, Johns D, Owen R, Gray R. US-guided puncture of the internal jugular vein: complications and anatomic considerations. *J Vasc Interv Radiol.* 1998;9(2):333-8.
4. Ullman JI, Stoelting RK. Internal jugular vein location with the ultrasound Doppler blood flow detector. *Anesth Analg.* 1978;57(1):118.
5. O'Grady NP, Alexander M, Burns LA, Dellinger EP, Garland J, Heard SO, et al. Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee (2011) Guidelines for the prevention of intravascular catheter-related infections. *Am J Infect Control.* 2011; 39(Suppl 1):S1-34.
6. Debordeau P, Chahml D, LeGal G, Krieger I, Desruennes E, Douard M, et al. 2008 SOR guidelines for the prevention and treatment of thrombosis associated with central venous catheters in patients with cancer: report from the working group. *Ann Onc.* 2009; 20(5):1459-71.
7. Cavanna L, Civardi G, Vallisa D, Di Nunzio C, Cappucciati L, Berte R, et al. Ultrasound-guided central venous catheterization in cancer patients improves the success rate of cannulation and reduces mechanical complications: a prospective observational study of 1,978 consecutive catheterizations. *World J Surg Oncol.* 2010;8:91.
8. Karakitsos D, Labropoulos N, De Groot E, Patrianakos AP, Kouraklis G, Poularas J. Real-time ultrasound-guided catheterisation of the internal jugular vein: a prospective comparison with the landmark technique in critical care patients. *Crit Care* 2006; 10:R162.
9. Randolph A, Cook D, Gonzales C, Pribble C. Ultrasound guidance for placement of central venous catheters: a meta-analysis of the literature. *Crit Care Med.* 1996; 24(12):2053-8.
10. 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.
11. 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; 19(12):1199-206.
12. Rothschild JM, The AHRQ Committee. Making health care safer a critical analysis of patient safety practices. Evidence report/technology assessment: 2001; number 43 AHRQ. [Cited 2011 30 Jan]. Available from: www.ahrq.gov/clinic/ptsafety/summary.htm.
13. National Institute for Clinical Excellence. Guidance on the use of ultrasound locating devices for placing central venous catheters. London; 2012.
14. Troianos C, Hartman G, Glas K, Skubas N, Eberhart R, Walker J, Reeves S. 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;24:1291-1318.
15. Lamperti M, Bodenham AR, Pittiruti M, Blaivas M, Augoustides JG, Elbarbary M, et al. International evidence-based recommendations on ultrasound-guided vascular access. *Intensive Care Med.* 2012; 38(7):1105-17.
16. 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.
17. Schummer W, Schummer C, Tuppatsch H, Fuchs J, Bloos F, Huttemann E. Ultrasound-guided central venous cannulation: is there a difference between Doppler and B-mode ultrasound? *J Clin Anesth.* 2006; 18(3):167-72.
18. Stone MB, Nagdev A, Murphy MC, Sisson CA. Ultrasound detection of guidewire position during central venous catheterization. *Am J Emerg Med.* 2010;28(1):82-4.
19. Phelan M, Hagerty D. The oblique view: an alternative approach for ultrasound-guided central line placement. *J Emerg Med.* 2009;37(4):403-8.
20. Flato UAP, Petisco GM, Bezerra FBS. Punção venosa guiada por ultrassom em unidade de terapia intensiva. *Rev Bras Ter Intensiva.* 2009; 21(2):190-6.
21. Dowling M, Jjala H, Hardman J, Bedford N. Real-time three-dimensional ultrasound-guided central venous catheter placement. *Anesth Analg.* 2011; 112(2):378-81.
22. Feller-Kopmann D. Ultrasound-guided internal jugular access a proposed standardized approach and implications for training and practice. *Chest.* 2007; 132(1):302-9.



24. Mallory D, McGee W, Shawker T. Ultrasound guidance improves the success rate of internal jugular vein cannulation. A prospective, randomized trial. *Ches*. 1990; 98(1): 157–60.
25. Troianos C, Jobes D, Ellison N. Ultrasound-guided cannulation of the internal jugular vein. A prospective, randomized study. *AnesthAnalg*. 1991; 72(6):823–6.
26. Hayashi H, Amano M: Does ultrasound imaging before puncture facilitate internal jugular vein cannulation? Pro-spective randomized comparison with landmark-guided puncture in ventilated patients. *J CardiothoracVascAnesth*. 2002; 16(5):572–5.
27. Alderson PJ, Burrows FA, Stemp LI, Holtby HM: Use of ultrasound to evaluate internal jugular vein anatomy and to facilitate central venous cannulation in paediatric patients. *Br J Anaesth* 1993; 70: 145–8
28. Leung J, Duffy M, Finckh A. Real-time ultrasonographically-guided internal jugular vein catheterization in the emergency department increases success rates and reduces complications: a randomized, prospective study. *Ann Em Med*. 2006; 48(5):540–7.
29. Augoustides J, Horak J, Ochroch A. A randomized controlled clinical trial of real-time needle-guided ultrasound for internal jugular venous cannulation in a large university anesthesia department. *J CardiothoracVascAnesth* 2005; 19:310–315
30. Serafimidis K, Sakorafas G, Konstantoudakis G, Petropoulou K, Giannopoulos G, Danias N, et al. Ultrasound-guided catheterization of the internal jugular vein in oncologic patients; comparison with the classical anatomic landmark technique: a prospective study. *Int J Surg*. 2009; 7(6):526–8.
31. Vergheze S, McGill W, Patel R, Sell J, Midgley F, Ruttimann U. Ultrasound-guided internal jugular venous cannulation in infants. *Anesthesiology*. 1999; 91(1):71–7.
32. Denys B, Uretsky B, Reddy P. Ultrasound-assisted cannulation of the internal jugular vein a prospective comparison to the external landmark-guided technique. *Circulation*. 1993; 87(5):1557–62.
33. Hosokawa K, Shime N, Kato Y, Hashimoto S. A randomized trial of ultrasound image-based skin surface marking versus real-time ultrasound-guided internal jugular vein catheterization in infants. *Anesthesiology*. 2007; 107(5):720–4.
34. Fragou M, Gravvanis A, Dimitriou V, Papalois A, Kouraklis G, Karabinis A, et al. Real-time ultrasound-guided subclavian vein cannulation versus the landmark method in critical care patients: a prospective randomized study. *Crit Care Med*. 2011; 39(7):1607–12.
35. Piroette T, Veyckemans F. Ultrasound-guided subclavian vein cannulation in infants and children: a novel approach. *Br J Anaesth* 2007; 98(4):509–14.
36. Rhondali O, Attof R, Combet S. Ultrasound-guided subclavian vein cannulation in infants: supraclavicular approach. *PaediatrAnaesth* 2011; 21(11):1136–41.
37. Iwashima S, Ishikawa T, Ohzeki T. Ultrasound-guided versus landmark-guided femoral vein access in pediatric cardiac catheterization. *PediatrCardiol*. 2008; 29(2):339–42.
38. Hopkins J, Warkentine F, Gracely E, Kim I. The anatomic relationship between the common femoral artery and common femoral vein in frog leg position versus straight leg position in pediatric patients. *AcadEmerg Med*. 2009; 16(7):579–84.