



ORIGINAL

Un modelo nuevo, sencillo, económico y reutilizable para el aprendizaje y práctica de la canalización ecoguiada de vías centrales[☆]



José Sorribes del Castillo^{a,b,d,*}, Víctor Fernández-Gallego^{b,c,d}
y Juan Antonio Sinisterra Aquilino^{a,b,d}

^a SAMU, Servicio de Emergencias Sanitarias de la Comunidad Valenciana, Castellón, España

^b Departamento de Ciencias Biomédicas, Universidad CEU Cardenal Herrera, Castellón, España

^c Gerencia de Urgencias, Emergencias y Transporte Sanitario - Sescam (Servicio de Salud de Castilla La Mancha), España

^d Instituto Valenciano para la Formación en Emergencias (IVAFER), Valencia, España

Recibido el 19 de diciembre de 2015; aceptado el 10 de marzo de 2016

Disponible en Internet el 23 de abril de 2016

PALABRAS CLAVE

Educación médica;
Canalización
ecoguiada;
Ecografía;
Cateterización
venosa central;
Ecografía de
urgencia;
Simulación;
Bajo coste

Resumen

Introducción: El acceso venoso central es una técnica esencial en la práctica de la medicina de urgencias y emergencias, y la utilidad de la ecografía de urgencia para guiar estos procedimientos ha sido ampliamente demostrada. Hemos desarrollado un modelo de tejido para la práctica y desarrollo de competencias en el acceso vascular por ecografía.

Material y métodos: El modelo de tejido consiste en una pieza de fiambre cocido, al cual se le realizan unos túneles (imitando vasos sanguíneos), en cuyos extremos se conectan conectores de riego de 13/16 mm, una llave de tres vías y una bolsa de suero intravenoso (por ejemplo, Ringer lactato o suero salino), al que se puede añadir un colorante.

Resultados: La imagen de ultrasonidos del túnel lleno de líquido simula un vaso sanguíneo. Es posible realizar la punción ecoguiada del túnel múltiples veces (> 10 veces) y aun así, por el sistema de gotero continuo conectado, mantener el «vaso» lleno de fluido y la integridad funcional.

Conclusiones: Presentamos una alternativa barata y tiempo-efectiva utilizando un modelo de simulación de fiambre cocido de cerdo o de York, y elementos fácilmente conseguibles. Creemos que el modelo de jamón de York se suma a la gama de modelos que se pueden utilizar para practicar el acceso vascular ecoguiado y, además, realizar este de forma repetida. Los componentes necesarios para la fabricación de este modelo son asequibles y están fácilmente disponibles.

© 2016 Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la CC BY-NC-ND licencia (<http://creativecommons.org/licencias/by-nc-nd/4.0/>).

[☆] El presente modelo fue presentado en el Human Patient Simulation Network (HPSN) Europe celebrado en Madrid, 17-19 de septiembre de 2015.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: josesorribes@gmail.com (J. Sorribes del Castillo).

KEYWORDS

Medical education;
 Ultrasound-guided
 cannulation;
 Ultrasound;
 Central venous
 catheterization;
 Emergency
 echography;
 Simulation;
 Low cost

A novel, simple, inexpensive and reusable model for learning and practice ultrasound-guided central vein cannulation

Abstract

Introduction: Central venous access is an essential technique in emergency medicine and the utility of emergency ultrasound to guide this procedure has been widely demonstrated. We have developed a tissue model for training and development of skills the vascular access by echography.

Material and methods: The tissue model consists of a block of ham into which tunnels are carved (to imitate blood vessels). At the end of these tunnels, 13/16 mm irrigation connectors are attached, as well as three-way stopcocks and an intravenous crystalloid bag (i.e.: lactated Ringer's solution or normal saline) to which colorant may be added.

Results: The ultrasound image of the tunnel full of liquid simulates a blood vessel. It is possible to carry out ultrasound-guided punctures of the tunnel multiple times (>10 times), keeping the vessel full of fluid and maintain the functional integrity due to the continuous drip system.

Conclusions: We present a cheap and time-effective alternative for ultrasound-guided central vein cannulation using a block of ham and easily available components. The ham model can be added to the existing models used for ultrasound-guided techniques for vascular access, and can be used multiple times.

© 2016 Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

El uso de la ecografía para la canalización de vías centrales está ampliamente recomendado por diversos grupos^{1,2} y es un criterio de calidad asistencial recomendado por algunas instituciones y sociedades científicas³⁻⁶. La simulación se ha convertido en una importante herramienta para los profesionales de la salud para aprender esta técnica, lo que permite al alumno realizar el procedimiento en un entorno ideal, recrear errores en un ambiente seguro y solucionar problemas en el procedimiento antes de realizarlo en el paciente vivo.

La simulación de procedimientos para la canulación venosa requiere un modelo que proporcione al alumno una percepción háptica, como integración de la percepción táctil estática y dinámica o cinestésica, visual y una experiencia cognitiva.

La ecografía de urgencia ha demostrado que aumenta la tasa de éxito y disminuye la tasa de complicaciones en la cateterización de vías venosas centrales⁷. Como cualquier procedimiento práctico, requiere una curva de aprendizaje.

Los simuladores y modelos de simulación proporcionan condiciones en las que se pueden desarrollar las habilidades necesarias en una técnica antes de realizarla en los pacientes. Hay disponibles simuladores comerciales, pero su precio es superior a los 500 € (Blue Phantom Corporation, Redmond, WA/Universal Medical, Inc. de Norwood, MA). El precio relativamente alto de estos simuladores ha llevado a varios autores a describir simuladores de tejido de bajo coste utilizando *Plantago ovata*, gelatina, pollo o mortadela para lograr características realistas en cuanto a tacto e imagen ecográfica. La fabricación de los simuladores caseros descritos anteriormente exige tiempo, habilidad y la disponibilidad de los materiales necesarios para fabricarlos,⁸⁻¹³ así como la limitación de uso por deformación de la estructura vascular.

Hemos desarrollado un modelo de simulación, reutilizable y económico, para practicar y desarrollar las habilidades de canulación vascular ecoguiada y la coordinación ojo-mano-sonda, hecho de una pieza de jamón de York o cocido que puede ser construido en poco tiempo (aproximadamente 40 min) con una destreza mínima y con materiales muy accesibles y de bajo coste (el precio de la pieza de jamón de York es de aproximadamente 3 euros).

Material y métodos

El componente básico del modelo es una pieza única o bloque de fiambre cocido, en nuestro caso hemos optado por el jamón cocido de cerdo o fiambre de York por su bajo coste y fácil disponibilidad, pudiendo extenderse este modelo a diferentes composiciones, marcas y origen (de pavo, de pollo, con mayor o menor contenido graso, etc.). Hemos optado por una pieza de 1 kg para la realización del kit de simulación. Otros componentes son una bolsa de suero (por ejemplo Ringer lactato o fisiológico), sistema de perfusión, llaves de tres vías con alargadera de 10 cm, conectores para manguera de riego de jardinería de 13/16 mm, además de un tubo metálico de 11 mm de diámetro interno y 13 mm de diámetro externo y un tubo de adhesivo sellador. Se pueden considerar otros diámetros, en función de los calibres de vasos que se deseen practicar, sin que ello varíe la sistemática de realización del kit de simulación aquí presentado. El precio total de este modelo, con cuatro canales simulando vasos sanguíneos, no supera los 9 euros. Los componentes se muestran en la [figura 1](#).

Se realiza un túnel a través de la cubierta de plástico del jamón de York de un extremo al otro, siguiendo el diámetro mayor y paralelo al plano superior de la pieza, con el tubo metálico, y a 1,5-2 cm de la superficie. Se crea así un largo túnel en la pieza de jamón de York. La profundidad de los túneles y el número de los mismos, así como su



Figura 1 Componentes del modelo de simulación: 1. Fiambre de York, jamón de York o jamón cocido pieza 1 kg. 2. Llaves de tres vías con alargadera. 3. Sistema de perfusión. 4. Conectores para manguera de riego de jardinería de 13/16 mm. 5. Adhesivo sellador. 6. Suero fisiológico. 7. Tubo metálico de 11 mm de diámetro interno y 13 mm de diámetro externo.

diámetro, puede variar en función de las necesidades. Al final y al principio de cada uno de los túneles insertamos y adherimos un conector recto de riego de 13/16 mm de diámetro (diámetro interno de 10 mm), al cual se adhiere una

llave de tres vías (fig. 2). Una vez seco el adhesivo (menos de 24 h) se conecta una bolsa de solución salina (a la que se puede añadir colorante rojo, para darle más realismo) a uno de los extremos del túnel. Este túnel luego se llena con la solución salina, teniendo cuidado de evitar que queden burbujas de aire en su interior, para lo cual abrimos la llave de tres vías del otro extremo hasta eliminar completamente el aire. Una vez lleno el túnel de solución salina y sin burbujas de aire, se cierra la llave de tres vías distal. Queda así listo para usar el modelo de canalización venosa central.

El mismo modelo, realizando el canal más próximo a la superficie y de menor diámetro, se podría utilizar para la enseñanza y práctica de canalización de vía venosa periférica.

Resultados

El modelo de jamón genera imágenes ecográficas adecuadas para la enseñanza de los procedimientos y técnicas de canalización de accesos venosos. El vaso se puede apreciar ecográficamente, tanto en orientación transversal como longitudinal (fig. 3). El avance de la aguja puede visualizarse por el movimiento de los tejidos, visualización directa de la propia aguja y por la detección de la sombra acústica creada por la aguja (fig. 4). Pueden practicarse tanto la técnica de canalización «en plano» como «fuera de plano» (fig. 5). La penetración de la aguja en el vaso se confirma por la extracción de fluido, que se repone continuamente por el sistema

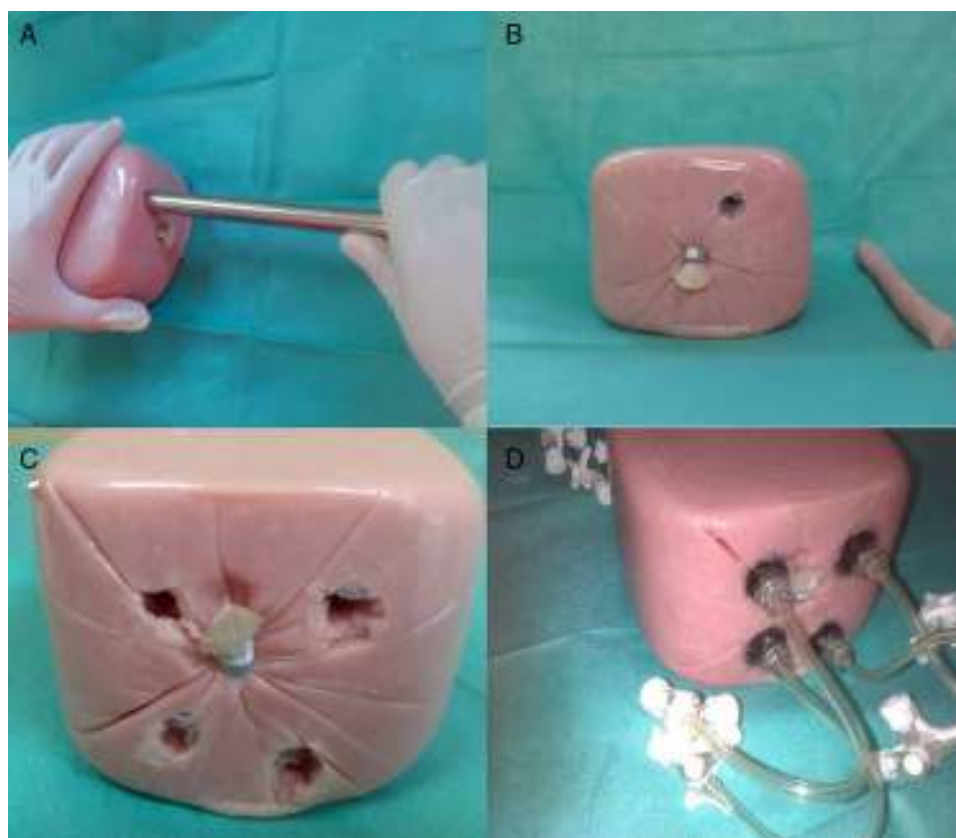


Figura 2 Fabricación del modelo de acceso venoso central. A) Realización del canal o túnel. B) Túnel realizado con cilindro de la pieza extraído. C) Modelo con cuatro canales. D) Modelo completo con los conectores de riego y llaves de tres vías conectados.

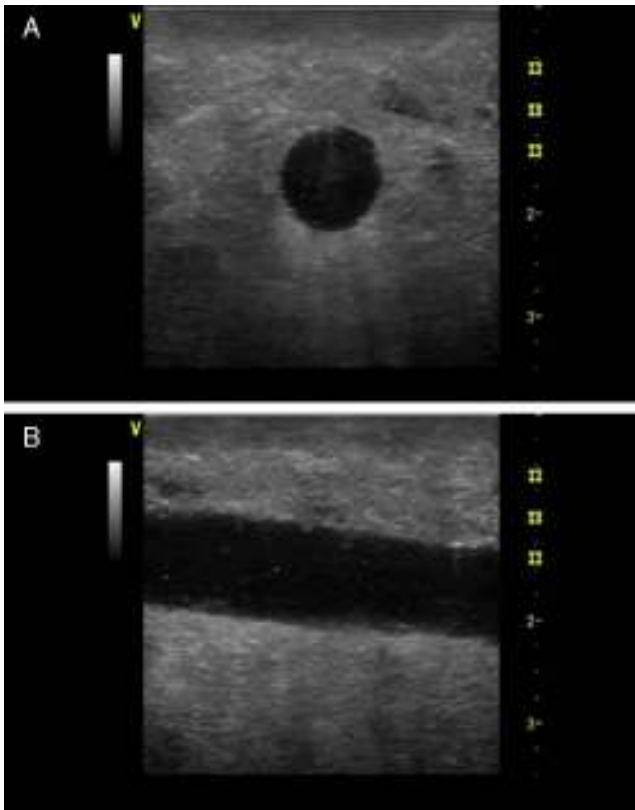


Figura 3 Imagen ecográfica del modelo de simulación con el túnel («vena») relleno de líquido simulando un vaso sanguíneo. A) Corte transversal. B) Corte longitudinal.

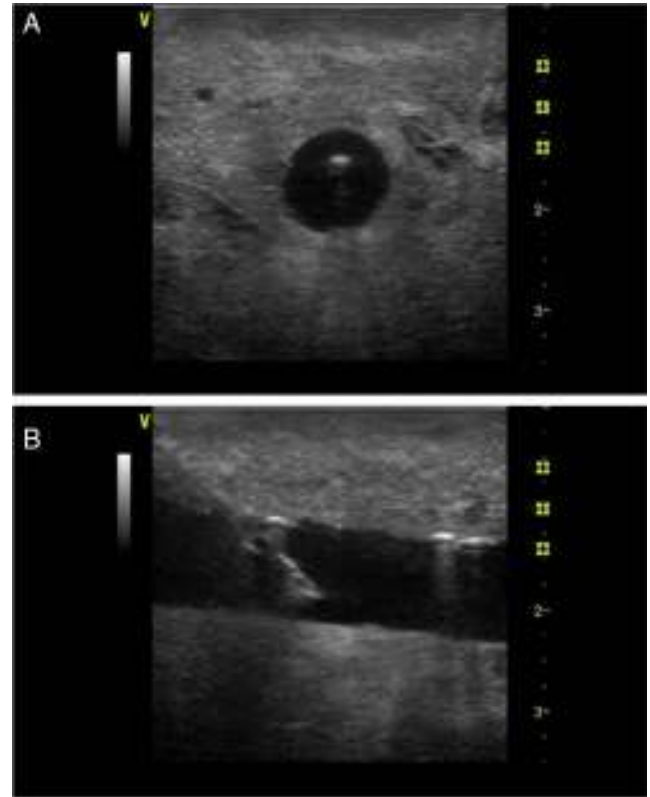


Figura 4 A) Imagen ecográfica transversal de la «vena» con la punta de la aguja visible en la luz. B) Imagen ecográfica longitudinal de la «vena» con la aguja visible en la luz.



Figura 5 Práctica de las técnicas estándar para el acceso venoso ecoguiado en el modelo de simulación. A) Canulación del vaso en plano con la imagen del vaso en longitudinal. B) Canulación del vaso fuera de plano con la imagen del vaso de manera transversal.

de perfusión de solución salina, permitiendo punciones sucesivas y repetidas sin que se pierda líquido ni se deforme la estructura. La imagen ecográfica obtenida es comparable a la obtenida en un vaso sanguíneo real.

Las punciones repetidas pueden dejar un pequeño volumen de aire en el fluido de los vasos. Para corregir esto simplemente se debe abrir el sistema de goteo conectado a uno de los extremos, rellenando de suero y purgando de esta manera el aire por el otro extremo.

El modelo puede ser utilizado varias veces en la misma sesión o, previa conservación en frío, reutilizarse en otras sesiones.

El modelo de simulación tiene un precio de aproximadamente 9 euros y alrededor de 40 min para su preparación.

Se realizó una encuesta de valoración general acerca del objetivo del taller (canalizar un acceso venoso central guiado por ecografía), sobre 40 alumnos posgraduados, divididos en grupos de 7 alumnos máximo por instructor, con un tiempo de 45 min de prácticas por grupo; se obtuvo un 4,6 sobre una escala de Likert con 5 puntos.

Discusión

El establecimiento de un acceso venoso central es una parte rutinaria del trabajo de los intensivistas y anestelistas y, en muchas ocasiones, también necesario para los médicos de emergencias.

Varias técnicas, basándose en referencias anatómicas, han sido descritas para la canulación de accesos venosos centrales. En manos experimentadas, la tasa de complicaciones para la colocación de la vía venosa central es baja, pero las complicaciones son una realidad¹⁴⁻¹⁶. La canulación vascular ecoguiada ha demostrado ser útil para reducir la tasa de complicaciones¹ y se ha planteado como un indicador de excelencia en la atención sanitaria de calidad³⁻⁶. La destreza necesaria para manejar la sonda de ultrasonido durante la realización de estos procedimientos debe ser enseñada y practicada antes de su aplicación en un paciente real. Para la realización de estas técnicas es fundamental la práctica para la mejora de la coordinación ojo-mano-sonda.

Para aprender a canular vías venosas por medio de la ecografía se han publicado diversas alternativas intentando mantener el realismo del modelo de entrenamiento. Los diseños existentes han variado desde recetas a base de gelatina (disponible comercialmente) al uso de un número de diferentes tejidos y preparados animales^{8-13,17,18}, pasando por modelos comerciales sintéticos. El modelo de simulación ideal debe ser barato, sencillo de construir, no consumir mucho tiempo para su construcción y tener una ecogenicidad similar al tejido humano.

La mayoría de las recetas de simuladores caseros basadas en gelatinas requieren varias h de tiempo de preparación antes de poderlas usar, y plantean el problema de la pérdida de integridad tras varios intentos de canalización. Aunque los simuladores de tejidos animales pueden simular la sensación práctica de tejido humano, son caros y requieren mucho tiempo de preparación. Los simuladores comerciales plantean una importante inversión inicial en comparación con el precio del simulador de jamón de York, cuyo precio total no supera los 9 euros.

Dado que no todos los jamones cocidos producen la misma calidad de imagen de ultrasonido, puede ser necesario experimentar con varios tipos y marcas comerciales hasta identificar una marca que se adapte a nuestras necesidades y muestre la ecogenicidad perseguida.

El simulador de jamón de York es una solución al problema de los largos tiempos de preparación de los simuladores caseros o a la inversión económica de los simuladores comerciales, cumpliendo el requisito de ayudar en la enseñanza de la ecografía. El modelo también se presta a canulaciones múltiples, manteniendo su integridad funcional. En nuestra experiencia esta se mantiene tras más de 20 punciones sobre el mismo vaso. Además, al no contener tubos que simulen la vena, la sensación de realismo al punccionar aumenta puesto que no se ofrece ninguna resistencia, como ocurre en el paciente real. Creemos que el modelo que describimos se suma a la gama de modelos que pueden ser utilizados en la práctica del acceso vascular ecoguiado.

Este modelo para entrenamiento tiene las ventajas de fácil construcción, multipunción, reutilización y bajo precio. La formación proporcionada por este modelo mejora la coordinación ojo-mano-sonda, aumenta la confianza y la seguridad, si bien presenta las limitaciones de ser un modelo genérico y no adaptado a las referencias anatómicas de ningún acceso venoso concreto.

La encuesta realizada solo valora la impresión general, sin considerar el tiempo empleado por alumno ni establece una comparación con otros métodos alternativos, pero consideramos que los resultados son suficientemente satisfactorios.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

1. Wigmore TJ, Smythe JF, Hacking MB, Raobaikady R, MacCallum NS. Effect of implementation of NICE guidelines for ultrasound guidance on the complication rates associated with central venous catheter placement in patients presenting for routine surgery in a tertiary referral centre. *Br J Anaesth*. 2007;99:662-5.
2. Troianos CA, Hartman GS, Glas KE, Skubas NJ, Eberhardt RT, Walker JD, et al. Guidelines for performing ultrasound guided vascular cannulation: Recommendations of the American Society of Echocardiography and the Society of Cardiovascular Anesthesiologists. *Anesth Analg*. 2012;114:46-72.
3. Buchanan MS, Backlund B, Liao MM, Sun J, Cydulka RK, Smith-Coggins R, et al. Use of ultrasound guidance for central venous catheter placement: survey from the american board of emergency medicine longitudinal study of emergency physicians. *Acad Emerg Med*. 2014;21:416-21.
4. National Institute for Clinical Excellence. NICE technology appraisal guidance N.º 49: Guidance on the use of ultrasound locating devices for placing central venous catheters. London: NICE, September; 2002. [consultado 11 Feb 2016]. Disponible en www.nice.org.uk/pdf/ultrasound_49_GUIDANCE.pdf
5. Wu SY, Ling Q, Cao LH, Wang J, Xu MX, Zeng WA. Real-time two-dimensional ultrasound guidance for central venous cannulation: a meta-analysis. *Anesthesiology*. 2013;118:361-75.
6. American College of Surgeons. [ST-60] Revised statement on recommendations for use of real-time ultrasound guidance

- for placement of central venous catheters. Chicago. [consultado 10 Feb 2016]. Disponible en: <https://www.facs.org/about-ac/s/statements/60-real-time-ultrasound>, último.
7. 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 Emerg Med.* 2006;48:540-7.
 8. Bude RO, Adler RS. An easily made, low-cost, tissue-like ultrasound phantom material. *J Clin Ultrasound.* 1995;23:271-3.
 9. Kendall JL, Faragher JP. Ultrasound-guided central venous access: a homemade phantom for simulation. *CJEM.* 2007;9:371-3.
 10. Osmer CL. A gelatine-based ultrasound phantom. *Anaesthesia.* 2008;63:107.
 11. Xu D, Abbas S, Chan VW. Ultrasound phantom for hands-on practice. *Reg Anesth Pain Med.* 2005;30:593.
 12. Rose A, Reynolds F. Ultrasound venous access simulation: the Italian job. *Emerg Med J.* 2009;26:76.
 13. Morrow DS, Broder J. Cost-effective reusable leak resistant ultrasound-guided vascular access trainer. *J Emerg Med.* 2015;49:313-7.
 14. Wilkie M, Hughes M. Complications of central venous cannulation. *BMJ.* 1988;297:1126.
 15. Kaye CG, Smith DR. Complications of central venous cannulation. *BMJ.* 1988;297:572-3.
 16. McGee DC, Gould MK. Preventing complications of central venous catheterization. *N Engl J Med.* 2003;348:1123-33.
 17. Ault MJ, Rosen BT, Ault B. The use of tissue models for vascular access training. *J Gen Intern Med.* 2006;21:514-7.
 18. Wells M, Goldstein L. The polony phantom: a cost-effective aid for teaching emergency ultrasound procedures. *Int J Emerg Med.* 2010;3:115-8.