

**Confección de un simulador de
punción ecoguiada para el
entrenamiento vascular. ¿Cómo
lo hago?**

**Preparation of an ecoguided
puncture simulator for vascular
training. How I do it?**

10.20960/angiologia.00746

09/22/2025

Confección de un simulador de punción ecoguiada para el entrenamiento vascular. ¿Cómo lo hago?

Preparation of an ecoguided puncture simulator for vascular training. How I do it?

Carlos Martínez Rico, Xavier Martí Mestre

Hospital Universitari de Bellvitge. L'Hospitalet de Llobregat, Barcelona

Correspondencia: Carlos Martínez Rico. Hospital Universitari de Bellvitge. Carrer de la Feixa Llarga, s/n. 08907 L'Hospitalet de Llobregat, Barcelona

e-mail: carlosmartinezzrico@gmail.com

Recibido: 18/02/2025

Aceptado: 18/02/2025

Conflictos de interés: los autores declaran no tener conflictos de interés.

Inteligencia artificial: los autores declaran no haber usado inteligencia artificial (IA) ni ninguna herramienta que use IA para la redacción del artículo.

RESUMEN

La primera maniobra que debe realizarse en cualquier proceso de cirugía endovascular es la punción del vaso elegido. Está demostrado que esta punción es más correcta si se realiza de forma ecoguiada que mediante las clásicas referencias anatómicas y la palpación de pulso. Es obvio que la práctica con cualquier tipo de simuladores ayuda a ganar experiencia sin poner en riesgo a los pacientes. De todas estas afirmaciones, nace este artículo, en el que se presenta cómo construir un simulador que permita un entrenamiento de punción ecoguiada barato y fácil de fabricar, al alcance de cualquier servicio de angiología y cirugía vascular, docente o no.

Palabras clave: Simulador. Punción guiada. Entrenamiento vascular.

ABSTRACT

The first manoeuvre to perform in all endovascular procedures is vessel puncture. It is known that puncture is more correctly done using an echography guide than considering classical anatomical references and pulse palpation. Practice with simulators helps experience obtention without danger for patients. We present this paper. It talks about how to produce a homemade simulator to practice eco guided puncture, cheap and easy to make for all Vascular Surgery departments.

Keywords: Simulator. Ecoguided puncture. Vascular training.

INTRODUCCIÓN

La opción endovascular supone la primera y principal estrategia para gran número de procedimientos quirúrgicos en patología vascular. La primera maniobra que se realiza en cualquiera de estos procedimientos es la obtención de un acceso vascular mediante la punción de un vaso. La punción vascular para ganar el acceso se ha basado tradicionalmente en la palpación del pulso, en el caso de las arterias, y en puntos anatómicos de referencia, en el caso de las venas. En la última década, la punción ecoguiada se ha convertido en un método ampliamente adoptado para el acceso venoso central (1). El National Institute of Clinical Effectiveness (Reino Unido) y la Agency for Healthcare Research and Quality (EE. UU.) han recomendado el uso rutinario de la guía ecográfica para la colocación de vías venosas centrales, estableciéndola como el estándar de atención (2,3). En cuanto a las punciones arteriales, las complicaciones en el sitio de acceso llegan a prevalencias del 1,5-4 % de los pacientes sometidos a procedimientos de cateterismo diagnóstico e intervencionista

mediante el abordaje de la arteria femoral (4,5). El objetivo de crear un simulador de punción es adquirir las habilidades necesarias para realizar una técnica de punción ecoguiada adecuada, minimizando el riesgo de complicaciones y posibles daños a los pacientes.

MATERIAL

1. *Recipiente de plástico.* Se utiliza como molde para la gelatina. Se recomienda que tenga una capacidad de 3,5 litros. Es el volumen ideal entre demasiado grande para llenarlo todo y demasiado pequeño para crear diversos niveles de punción (Fig. 1).



Figura 1. Recipiente modelo de 3,5 litros de capacidad.

2. *Gelatina en polvo.* Será la base del material de punción del simulador. Puede obtenerse al peso por proveedores en internet o comprarla en supermercados, donde suelen venderse en cajas que contienen dos sobres, de 80 gramos cada uno. La dilución que hay que utilizar, en gramos, serían 800 gramos por cada litro de agua que se use o 10 sobres de la gelatina del supermercado por cada litro de agua.
3. *Plantago ovata.* Aporta ecogeneidad a la gelatina. Se vende en farmacias. Es un medicamento laxante. Se dispensa en cajas

de 30 sobres de 3,5 gramos cada sobre. La dilución que hay que usar debe ser de 5 sobres por cada litro de agua.

4. *Drenajes quirúrgicos tipo Penrose*. Con ellos se confeccionarán los vasos simulados. Los diámetros son variables. La punción será tanto más difícil cuanto menor sea el diámetro del Penrose. Su número puede variar. Usualmente se usan tres por simulador.
5. Ligaduras quirúrgicas de seda de entre 2/0 y 1.
6. *Tinte soluble en agua*. Su función es meramente estética. Se necesita en colores rojo y azul para distinguir si se punciona una arteria o una vena. Aunque puede obtenerse de diversas formas, la más sencilla es conseguirla en supermercados, en la sección de productos de decoración de pastelería. Se trata de colorante alimentario que se vende en forma de crema, en tubos, en cajas de cuatro colores: rojo, azul, verde y amarillo.
7. *Jeringas*. Su función es la de rellenar los Penrose con el agua coloreada. No importa su capacidad: la estándar, de 10 mililitros, es perfecta.
8. *Látex líquido*. Se utiliza como toque final al simulador. Cubrirá toda la masa de gelatina y los Penrose. Hace el efecto de piel, dando consistencia para la punción ecoguiada. Se vende en tiendas de disfraces y maquillajes para máscaras de fantasía.

MÉTODO

La fabricación del simulador se divide en cuatro partes: preparación de los tubos de drenaje Penrose como vasos simulados, producción de la gelatina, llenado del recipiente y confección del simulador y aplicación de látex.

1. Preparación de los tubos de Penrose como vasos simulados

- a) Mezclar los tintes solubles con agua en dos vasos: uno con tinte rojo y otro azul. No hay una dilución fija, depende de lo claro u oscuro que queramos el líquido resultante.
- b) Atar un extremo del drenaje con un nudo de la ligadura de seda y reforzarlo con otra más.
- c) Rellenar el drenaje con el tinte elegido mediante la jeringa y atar el otro extremo, también con dos ligaduras.
- d) Hay que tener en cuenta que, para eliminar el aire restante, debe colocarse el drenaje verticalmente antes de hacer los nudos finales y que la segunda de estas ligaduras es mejor hacerla unos 2 centímetros por debajo de la anterior, lo que permite que el aire residual quede por encima de esta última (Fig. 2).



Figura 2. Detalle de la ligadura del extremo de los drenajes.

- e) Medir la longitud de la diagonal del recipiente para que quepa el drenaje en este sentido.
- f) La figura 3 muestra el resultado final de un grupo de Penrose.

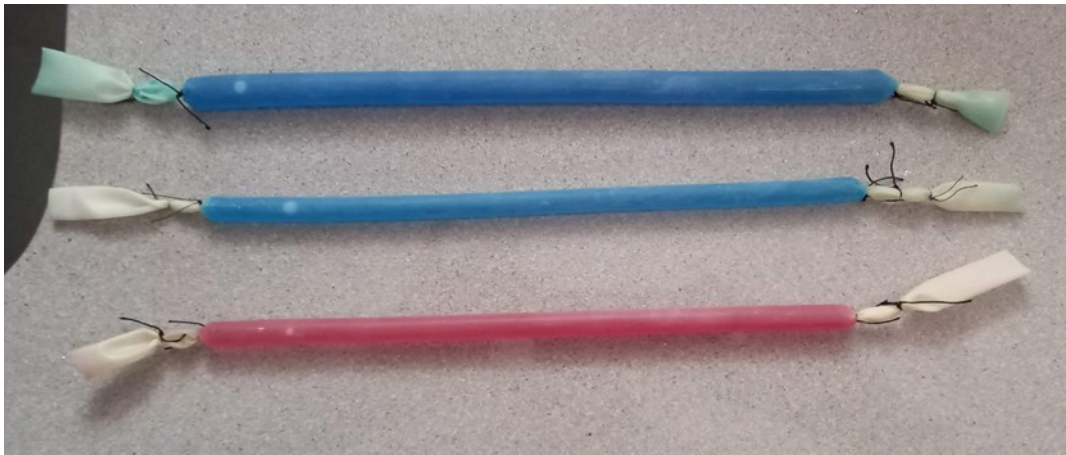


Figura 3. Aspecto final de los vasos simulados.

2. Producción de la gelatina

- a) Mezclar la gelatina y el plantago ovata antes de agregarlos al agua, puesto que facilita su manipulación (Fig. 4).



Figura 4. Cantidad de gelatina y plantago ovata para mezclar con dos litros de agua

- b) Aunque se han facilitado las diluciones por litro de agua, vale la pena trabajar con volúmenes de agua de dos litros por cuestión de economía de tiempo y manejabilidad. Es posible que, si quiere construirse un solo simulador, con un recipiente de 3,5 litros como hemos aconsejado, con dos litros de agua y su correspondiente gelatina y plantago ovata se llene todo el

simulador. Aunque, por supuesto, puede irse trabajando litro a litro.

- c) Calentar el agua, aunque no hace falta llevarla a ebullición.
- d) Una vez el agua esté caliente, disminuir la potencia del fuego a un término medio para evitar la desnaturalización de la proteína de la gelatina a fuego máximo.
- e) Agregar poco a poco la mezcla gelatina-plantago ovata mientras va revolviéndose suavemente el agua. No deben agregarse grandes cantidades de gelatina de una sola vez, ya que esto produciría una gran cantidad de grumos difícilmente solubles.
- f) Muy importante: no debe removerse en exceso la dilución, puesto que con ello introduciríamos aire en la mezcla, que restaría mucha ecogeneidad al conjunto. Se trata de mover suavemente la dilución e ir rompiendo los grumos que se forman en ella hasta homogeneizar la mezcla.

Las figuras 5 y 6 muestran la evolución de la dilución desde la formación de grumos hasta el aspecto final.



Figuras 5 y 6. Evolución de la dilución de gelatina, desde el inicio con muchos grumos hasta la homogeneidad final.

3. Llenado del recipiente y confección del simulador

- a) No hace falta trabajar con la mezcla muy caliente. La gelatina es mucho más fácil de manejar a una temperatura tibia.
- b) Hay que comenzar agregando una capa de gelatina de aproximadamente 2 centímetros de grosor en el fondo del recipiente (Fig. 7).

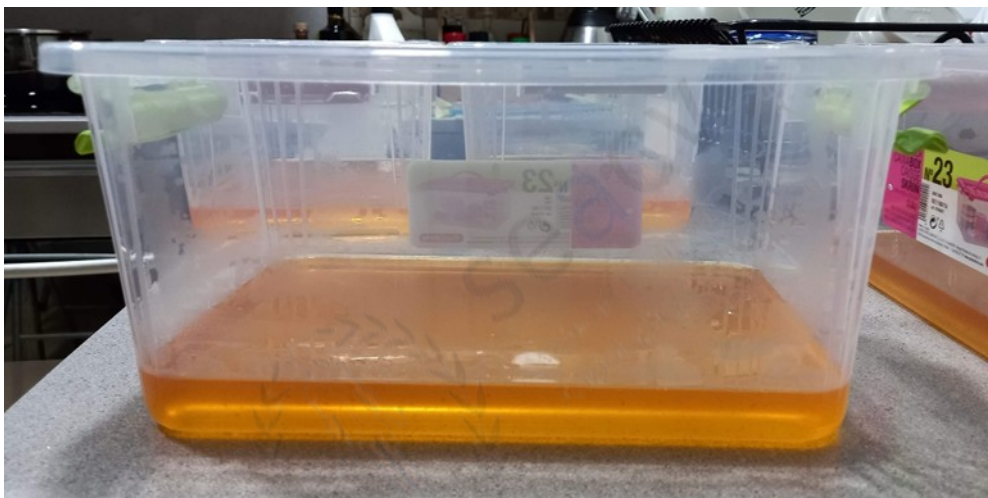


Figura 7. Base de gelatina.

- c) Para lograr que se enfríe más rápido, colocar el recipiente en la nevera.
- d) Una vez que esta capa se haya solidificado, colocar el primer nivel de vasos simulados sobre esta base de gelatina solidificada (Fig. 8).



Figura 8. Vasos simulados colocados sobre la base de gelatina.

- e) Añadir una cantidad de gelatina que permita fijar estos tubos (Fig. 9). Aquí es de máxima importancia trabajar con la gelatina tibia. Si está excesivamente caliente, la tendencia de los tubos Penrose es la de flotar sobre la gelatina caliente.



Figura 9. Detalle de la fijación de los vasos con una ligera capa de gelatina.

- f) Devolver el recipiente a la nevera.

- g) Una vez solidificado el conjunto, seguir añadiendo gelatina hasta cubrir los drenajes por completo y preparar otro nivel más superficial de punción.
- h) Nueva solidificación en nevera.
- i) Colocación de Penrose superficial con las mismas maniobras para la fijación de este tubo y su cobertura (Fig. 10).
- j) Última refrigeración para su solidificación en nevera.



Figura 10. Posición del vaso simulado superficial.

4. Aplicación de látex

- a) El látex huele mal: a amoníaco o pescado podrido. Es normal. Al secar, desaparece del todo el mal olor.
- b) La capa de látex a colocar debe ser extremadamente fina. El látex difunde muy mal el ultrasonido, y una capa excesivamente gruesa aislaría la gelatina de los ecos.
- c) Para conseguir esa capa tan fina puede aplicarse un chorrito del látex en un extremo del recipiente e inclinarlo para que el látex vaya difundiendo hacia el resto. Si hace falta, puede repartirse por la superficie de la gelatina endurecida con un depresor lingual: quedará irregular y más grosero, pero es mejor eso que una capa excesivamente gruesa.

d) Dejar secar durante 24 horas.

La figura 11 muestra el resultado final con el látex puesto. La figura 12 muestra la visualización ecográfica del simulador con los vasos simulados.



Figura 11. Resultado final con la superficie de látex.

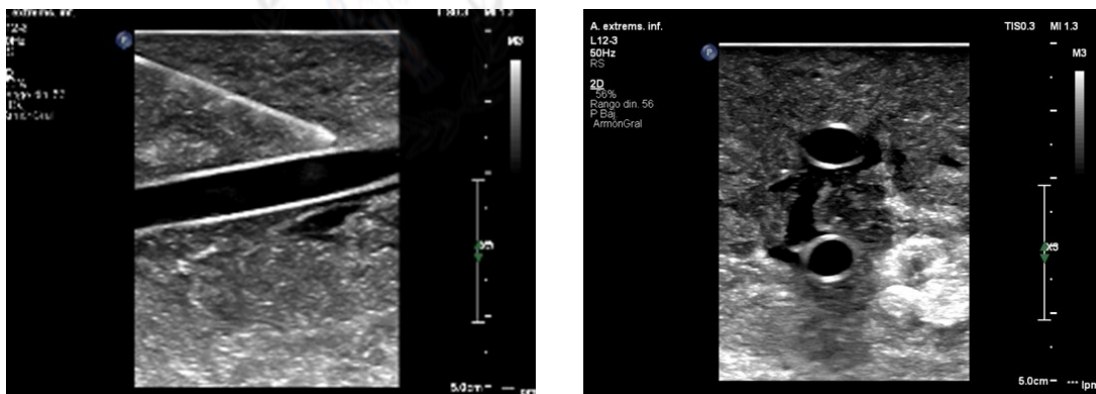


Figura 12. Imagen ecográfica del simulador con los vasos Penrose.

Si se considera desarrollar un simulador para practicar procedimientos de cierre percutáneo, es recomendable optar por un recipiente de menor altura, pero mayor longitud. Este diseño facilita la inserción completa de los dispositivos de cierre. Para aumentar la complejidad de la técnica de punción, se recomienda introducir diversos objetos entre los drenajes de Penrose para imitar cuerpos

extraños. Sugerimos emplear caramelos de goma para este propósito o cáscara de huevo sobre segmentos de los vasos simulados para imitar calcificaciones. Además, la incorporación de curvas en los Penrose y la utilización de diferentes diámetros, especialmente aquellos con el tamaño más pequeño posible, elevan aún más la complejidad de la configuración de la simulación, lo que crea una estación de mayor complejidad.

CONCLUSIÓN

La fabricación de un modelo casero para practicar la punción ecoguiada es un recurso fácil y al alcance de todos. Puede ser de gran ayuda a la hora de ganar experiencia en esta necesaria maniobra en todos los procedimientos endovasculares. Supone una buena herramienta docente para todos los servicios, con o sin residentes.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

1. Guidance on the Use of Ultrasound Locating Devices for Placing Central Venous Catheters. National Institute for Clinical Excellence (UK); 2002.
2. Hind D, Calvert N, McWilliams R, Davidson A, Paisley S, Beverley C, et al. Ultrasonic locating devices for central venous cannulation: meta-analysis. Br Med J 2003;327:361-7.
3. Lo RC, Fokkema MTM, Curran T, Darling J, Hamdan AD, Wyers M, et al. Routine use of ultrasound-guided access reduces access-site related complications after lower extremity percutaneous revascularization. J Vasc Surg 2015;61(2):405-12.
4. Rothschild JM. Ultrasound guidance of central venous catheterization. In: Wachter RM (editor). Making Health Care Safer: A Critical Analysis of Patient Safety Practices. Agency for Healthcare Research and Quality; 2001. Evidence Report/Technology Assessment, No. 43. AHRQ Publication No. 01-E058. p. 245-53.

5. Seto AH, Abu-Fadel MS, Sparling JM, Zacharias SJ, Daly TS, Harrison AT, et al. Real-time ultrasound guidance facilitates femoral arterial access and reduces vascular complications: FAUST (Femoral Arterial Access With Ultrasound Trial). JACC Cardiovasc Interv 2010;3(7):751-8.

