



# CONSTRUCCIÓN, REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE SIMULADORES DE PACIENTE (FANTOMAS) DE ECOGRAFÍA

Construction, Repair and Maintenance of  
Ultrasound Fantoms

Álvaro Ariza<sup>1</sup>  
Diana Leal<sup>1</sup>  
Diego Piñeros<sup>2</sup>  
Sandra Patricia Maldonado<sup>3</sup>



## Palabras clave (DeCS)

Fantomas de imagen  
Ultrasonografía  
Materiales de enseñanza  
Ultrasonografía  
intervencional

## Key words (MeSH)

Phantoms, imaging  
Ultrasonography  
Teaching materials  
Ultrasonography,  
intervencional

## Resumen

El uso de simuladores “fantomas” o *fantoms* ha demostrado ser de utilidad para la enseñanza de ultrasonido y particularmente para la enseñanza de técnicas de intervencionismo guiado por ecografía. Los fantomas se pueden conseguir comercialmente, aunque son costosos, o se pueden construir utilizando gelatina, lo cual es más económico. Construimos fantomas de gelatina para la instrucción de técnicas de intervencionismo y, como es natural, estos se deterioraron ostensiblemente con el uso debido a la falta de experiencia de los estudiantes. Por lo tanto, desarrollamos técnicas de reparación para rupturas grandes de la superficie, para el deterioro por el uso de agujas en repetidas ocasiones y finalmente para el deterioro ocasionado por crecimiento de microorganismos.

## Summary

Ultrasound phantoms are useful for teaching ultrasound and particularly in the instruction of ultrasound guided techniques. They are commercially available, being expensive, or they can be inexpensively built using gelatin. We built gelatin phantoms for the instruction of ultrasound guided techniques and during the practice they deteriorated due to the apprentices lack of experience. We developed repair techniques for gross ruptures in the surface, for small dents resulting from multiple punctures and finally for the growth of microorganisms.

## Introducción

Los *fantomas* de gelatina son elementos útiles para la instrucción de ecografía y particularmente para la instrucción de técnicas

de intervencionismo (1-7). Resulta económico construir fantomas con gelatina, los cuales pueden ser utilizados para entrenar diferentes técnicas de guía ecográfica para punción, drenaje y biopsia

<sup>1</sup>Radiólogo(a), Gnostika. Bogotá, Colombia.

<sup>2</sup>Residente segundo año Fundación Cardioinfantil. Bogotá, Colombia.

<sup>3</sup>Médica, Gnostika. Bogotá, Colombia.

(7-9). Las personas en entrenamiento hacen presión excesiva sobre el fantoma y pueden romperlo. Adicionalmente hay deterioro por múltiples punciones y crecimiento de microorganismos cuando el almacenamiento es prolongado.

## Métodos

### Técnica de construcción

Se utilizó la técnica convencional de construcción de fantasmas con gelatina, siguiendo el método de cuatro pasos descrito en la literatura por Philippe Jeanty (thefetus.net) (10).

**Capa base:** A 250 ml de agua hirviendo se agregan 25 g de gelatina. Se utiliza la presentación comercial más económica disponible, con sabor y aroma artificiales y de color oscuro para ocultar las inclusiones. Se adicionan 10 g (una cucharada) de fibra muciloide hidrofílico *psyllium* (nombre comercial: Metamucil) para simular ecogenicidad de tejido (figura 1). Se agita suavemente para que las fibras ecogénicas producto del *psyllium* se encuentren en suspensión.

En un recipiente plástico se agrega una capa de aproximadamente 3 cm de profundidad evitando a toda costa la introducción de burbujas de aire. La gelatina se refrigera a 6 °C por 12 horas hasta que tenga consistencia firme (figura 2).

**Capa de inclusiones:** El uso de inclusiones diferentes permite realizar diferentes ejercicios. Se usaron dedos de guantes de látex rellenos con agua con colorantes para fabricar “quistes”. Los colorantes no alteran la ecogenicidad del agua pero permiten desarrollar diferentes ejercicios de drenaje. Algunos dedos de guante se llenaron con gelatina de la capa base con *psyllium* para “material isoecogénico” y algunos con el triple de *psyllium* para “material ecogénico”. Se adicionan algunos fragmentos de pitillo (20 mm, 30 mm, 40 mm) que se utilizan para “canalizarlos” percutáneamente con agujas. Se incluyen, adicionalmente, algunos fragmentos de madera, vidrio y metal para observar artificios relacionados con estos materiales. Finalmente, se incluyen uvas, aceitunas rellenas y alcaparras, para ejercicios de “biopsia percutánea con aguja” (figura 3).

Debido a que las inclusiones flotan, la técnica de anclaje para que las inclusiones queden a la profundidad adecuada dentro del fantoma consistió en preparar un compuesto con 25 g de gelatina, 250 ml de agua hirviendo y 10 g (una cucharada) de fibra muciloide hidrofílico *psyllium*. Se aplica una capa delgada de gelatina de aproximadamente 1 cm suficiente para cubrir el 80 % de la altura de las inclusiones grandes y se refrigera a 6 °C por 12 horas. Este paso se repite dos veces hasta que las inclusiones queden cubiertas (figura 4).

**Capa superficial:** A 200 ml de agua hirviendo (se utiliza menos agua para que esta capa sea más firme y resistente), se agregan 25 g de gelatina y 10 g (una cucharada) de fibra muciloide hidrofílico *psyllium*.

Sobre la capa superficial se utiliza una membrana superficial de vinilo (vinipel) para proteger la superficie. No es recomendable desmoldarlo una vez terminado y no es necesario adicionar antiséptico a la gelatina. Mientras no está en uso se debe mantener refrigerado (figura 5).



Figura 1. Ingredientes.

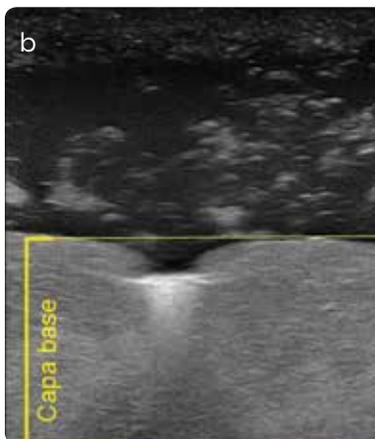


Figura 2. a) Capa base con escasas burbujas. b) Imagen ecográfica de la capa base.



Figura 3. Inclusiones: elementos de diferente ecogenicidad y consistencia para entrenamiento en técnicas de punción, drenaje y biopsia.

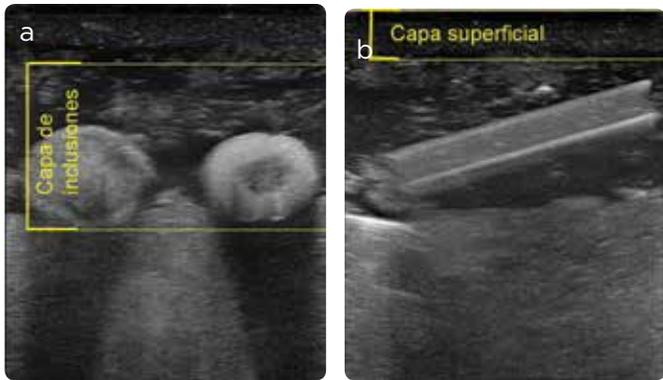


Figura 4. a) Anclaje de inclusiones. b) Aspecto ecográfico de las inclusiones.



Figura 5. a) Capa superficial con recubrimiento de vinilo. b) Aspecto ecográfico de la capa superficial.



Figura 7. a) Superficie deteriorada por uso. b) Aspecto de la superficie con la restauración terminada.



Figura 6. a) Proceso de reparación de ruptura gruesa utilizando secador de pelo a alta temperatura. b) Aspecto con la reparación terminada.



Figura 8. a) Crecimiento de hongos en la superficie. b) Aspecto de la superficie posterior a la eliminación de hongos.

## Deterioro por uso

Las personas en entrenamiento hacen mucha presión con el transductor, lo cual rompe la superficie del fantoma (ruptura). Adicionalmente, luego de múltiples punciones, la superficie del fantoma queda deteriorada y la membrana de vinilo se rompe. Y con el paso del tiempo, aproximadamente 5 semanas, luego de prolongado almacenamiento aparecen hongos en la superficie (*Penicillium* sp). A continuación se describen las técnicas de reparación y mantenimiento.

**Reparación de rupturas:** No se encontró descrita la técnica de reparación de rupturas en la literatura, por lo que desarrollamos nuestra propia técnica. Inicialmente retiramos la membrana de vinilo. Con un secador de pelo “derretimos” los bordes de la ruptura de la gelatina hasta que se licúe localmente y se repare dejándola enfriar. Adicionalmente, antes de iniciar la sesión de entrenamiento, se reemplaza la membrana de vinilo evitando la formación de burbujas de aire (figura 6).

**Restauración de la superficie:** La técnica de restauración de heridas de la superficie postpunción requiere una técnica similar. Inicialmente se retira la membrana de vinilo. Se aplican 50 cm<sup>3</sup> de agua hirviendo (100 °C) directamente sobre la superficie del fantoma para que “derrita” levemente la superficie y restaure su integridad superficial luego de repetidas punciones. Antes de iniciar la sesión de entrenamiento, se reemplaza la membrana de vinilo evitando la formación de burbujas de aire (figura 7).

## Eliminación de hongos

No se encuentra descrita la técnica de restauración de la superficie por crecimiento de hongos, por lo que desarrollamos nuestra propia técnica. Se retira la membrana de vinilo. Se aplican 50 cm<sup>3</sup> de agua hirviendo (100 °C) directamente sobre la superficie del fantoma para que “derrita” levemente la superficie y se “raspa” suavemente la superficie para que las colonias de hongos se desprendan. Antes de iniciar la sesión de entrenamiento, se reemplaza la membrana de vinilo evitando la formación de burbujas de aire (figura 8).

## Resultados

Utilizamos cuatro fantomas para enseñanza de intervencionismo guiado por ecografía durante 8 semanas. Los fantomas fueron sometidos a mantenimiento luego de cada sesión de uso, y fueron reparados múltiples veces por rupturas.

Adicionalmente, se restauró la superficie de cada fantoma después de cada sesión, reemplazando la membrana superficial de vinilo. Después de 6 semanas de uso fue necesario iniciar la restauración para eliminar hongos. Los cuatro fantomas estaban en condiciones de seguir siendo usados luego de 8 semanas.

## Discusión y conclusiones

Los fantomas de gelatina son elementos útiles para la instrucción de ecografía y particularmente para la instrucción de técnicas de intervencionismo. Resulta económico construir fantomas con gelatina, los cuales se pueden utilizar para entrenar diferentes técnicas de guía ecográfica para punción, drenaje y biopsia. Las personas en entrenamiento hacen presión excesiva sobre el fantoma y pueden romperlo. Una vez que esto ocurre, es posible repararlo. Adicionalmente, es importante restaurar

la superficie del fantoma después de cada uso y, en caso de necesidad, eliminar los hongos que pueden aparecer en la superficie por almacenamiento prolongado. La reparación y restauración de los fantomas prolonga su vida útil, según nuestra experiencia, hasta de 8 semanas.

## Referencias

1. Beaulieu Y, Laprise R, Drolet P, et al. Bedside ultrasound training using web-based e-learning and simulation early in the curriculum of residents. *Crit Ultrasound J.* 2015; 7:1.
2. Evans LV, Dodge KL, Shah TD, Kaplan LJ, Siegel MD, Moore CL, Hamann CJ, Lin Z, D'Onofrio G. Simulation training in central venous catheter insertion: improved performance in clinical practice. *Acad Med.* 2010;85:1462-9.
3. Hoskote SS, Khouli H, Lanoix R, et al. Simulation-based training for emergency medicine residents in sterile technique during central venous catheterization: impact on performance, policy, and outcomes. *Acad Emerg Med.* 2015;22:81-7.
4. Lenchus J, Issenberg SB, Murphy D, et al. A blended approach to invasive bedside procedural instruction. *Med Teach.* 2011;33:116-23.
5. Shanks D, Wong RY, Roberts JM, Nair P, Ma IW. Use of simulator-based medical procedural curriculum: the learner's perspectives. *BMC Med Educ.* 2010;10:77.
6. Lo MD, Ackley H, Solari P. Homemade ultrasound phantom for teaching identification of superficial soft tissue abscess. *Emerg Med J.* 2012;29:738-41.
7. Shao-Lun Chao, Kuo-Chih Chen, Li-Wei Lin, Tzong-Luen Wang, Chee-Fah Chong. Ultrasound Phantoms made of gelatin covered with hydrocolloid skin dressing. *J Emerg Med.* 2013;45(2):240-3.
8. Morrow DS, Cupp JA, Broder JS. Versatile, reusable, and inexpensive ultrasound phantom procedural trainers. *J Ultrasound Med.* 2016;35:831-41.
9. Wilson J, Ng L, Browne V, Lewiss RE. An easy-to-make, low-cost ultrasound phantom for simulation training in abscess identification and aspiration. *J Ultrasound Med.* 2017;36(6):1241-4.
10. Jeanty P, Jeanty T. How to make an ultrasound phantom to teach ultrasound biopsy and guidance [internet]. 2014 [citado 2018 abr. 2]. Disponible en: <https://sonoworld.com/TheFetus/page.aspx?id=3450>

Correspondencia

Álvaro Ariza

Carrera 7B bis # 132-38, piso4  
nuevaradiologia@hotmail.com

Recibido para evaluación: 17 de abril de 2018

Aceptado para publicación: 10 de junio de 2018