



COMUNICACIÓN BREVE

Fantoma para punción tiroidea ecoguiada, de elaboración casera y bajo costo



S. Urbina^{a,*}, A. Balcells^a, P. Avaria^a y M. Hirsch^b

^a Residente de Radiología, Facultad de Medicina Clínica Alemana, Universidad Del Desarrollo, Santiago de Chile, Chile

^b Médico radiólogo, Clínica Alemana Temuco, Temuco, Chile

Recibido el 14 de noviembre de 2016; aceptado el 10 de mayo de 2017

PALABRAS CLAVE

Glándula tiroides;
Punción;
Ultrasonografía

KEYWORDS

Puncture;
Thyroid gland;
Ultrasound

Resumen Los procedimientos intervencionistas guiados por imágenes han adquirido importancia en la práctica médica, particularmente para el radiólogo que debe estar familiarizado con estas técnicas para obtener diagnósticos precisos, sin someter al paciente a grandes procedimientos con mayores riesgos asociados. Uno de estos métodos es la punción aspiración con aguja fina (PAAF), que requiere de entrenamiento para adquirir destreza en la obtención de buenas imágenes y una adecuada muestra para la evaluación citológica precisa.

Por ello, nos planteamos el desafío de elaborar un fantoma tiroideo, de bajo costo y fácil preparación, que simule contener una glándula tiroides multinodular, además de la tráquea, la vena yugular interna y la arteria carótida común como puntos de referencia anatómicos internos, y que sirva de herramienta de entrenamiento para la práctica de punciones tiroideas en residentes de Radiología.

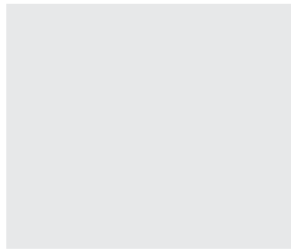
© 2017 Sociedad Argentina de Radiología. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Phantom for thyroid ultrasound-guided puncture, homemade and inexpensive

Abstract Image-guided interventional procedures have gained importance in medical practice, particularly for the radiologist, who must be familiar with these techniques that allow him to obtain accurate diagnoses without subjecting the patient to major procedures associated with higher risks. One of these techniques is fine-needle aspiration (FNA) biopsy, which requires training to acquire technical skills to obtain good images and a suitable specimen for accurate cytological evaluation.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: sergiourbinarozas@gmail.com (S. Urbina).



For these reasons, an inexpensive, easy-to-prepare thyroid phantom model that simulates a multinodular gland and uses the trachea, internal jugular vein, and common carotid artery as internal anatomical landmarks in the neck, was constructed to serve as a training tool for the practice of thyroid punctures by radiology residents.

© 2017 Sociedad Argentina de Radiología. Published by 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

Las destrezas que requieren los procedimientos intervencionistas guiados por imágenes son siempre un gran desafío para los médicos en proceso de especialización debido a su dificultad, por lo que resulta imprescindible contar con diversas instancias de entrenamiento previo al enfrentamiento clínico.

Dentro de estos procedimientos se encuentra la punción aspiración con aguja fina (PAAF) con técnica de manos libres, en la que con una mano se sostiene la sonda ecográfica y con la otra se introduce la aguja siguiendo el mismo plano de la sonda, permitiendo visualizar en todo momento el avance de la aguja hasta el punto en que se realizará la aspiración. Esta técnica requiere de práctica para adquirir destreza en la obtención de buenas imágenes y, por sobre todo, de una muestra óptima que permita su adecuado análisis y diagnóstico por el médico patólogo. Al respecto, se ha demostrado que médicos entrenados tienen una menor tasa de muestras insuficientes para el diagnóstico, así como hay una disminución de la tasa de muestras insuficientes en el tiempo a medida que se adquiere mayor experiencia¹.

Con el fin de generar una curva de aprendizaje antes de tratar directamente al paciente, se puede practicar la técnica de punción con fantasmas elaborados por industrias biomédicas (disponibles en el mercado pero con un alto costo) o a través de la utilización de elementos de orden culinario que poco o nada se asemejan a la anatomía cervical. En otras áreas de la Radiología intervencionista, se han realizado fantasmas parecidos a los órganos reales, que han permitido el desarrollo de esta habilidad, como en el caso de la mama y el riñón^{2,3}.

Ante este escenario, nos planteamos como primer reto crear un fantoma que simule el cuello y sus principales elementos anatómicos, incluyendo nódulos en la glándula tiroidea, de fácil elaboración y con elementos de bajo costo. Calculamos, además, el valor de los materiales necesarios en su elaboración y determinamos su durabilidad en el tiempo, según su uso y variables ambientales.

Descripción y observaciones

El trabajo se adecuó a los protocolos del centro de trabajo.

Se realizó una revisión de la literatura en bases de datos científicas, como Pubmed y Google Académico, utilizando principalmente términos libres en inglés y español, entre los que se incluyeron: técnicas de punción tiroidea, punción

aguja fina, curvas de aprendizaje, fantasmas y elaboración de fantasmas caseros. Con la información recabada se seleccionaron los materiales y se definió nuestro propio método de fabricación del fantoma acorde a nuestros objetivos (tabla 1), registrando los costos de cada material.

Los ingredientes que se utilizaron en las estructuras del cuello (fig. 1) fueron:

- Gelatina
- Agua
- Glicerina líquida
- Un guante de látex talla M
- Bolitas de hidrogel
- Ácido salicílico: un gramo
- Trozo de 20 cm de tubo de PVC de 2 cm de diámetro
- Pajillas de 0,6 cm de diámetro
- Botella plástica de agua mineral de 2 - 2,25 litros

Con el fantoma fabricado se procedió a evaluar el tiempo estimado en su elaboración, cantidades de los materiales utilizados, resistencia a las punciones, durabilidad y costo total de los insumos (tabla 2).

Para los valores de nuestro fantoma no se consideraron los costos indirectos relacionados con su elaboración (por ejemplo: energía eléctrica y costo de depreciación del inmueble, los instrumentos y los equipos), pues se estimó que, al ser utilizados por una única vez para este fin, su valor era insustancial y no modificaba de forma significativa el valor final del fantoma. Estos elementos fueron: hervidor, tijeras, cortacartón, sierra, balanza eléctrica con pilas, bowl y vasos graduados, tenedor, tela adhesiva e hilo. El costo total de los ingredientes utilizados en la elaboración del fantoma fue de aproximadamente US\$4.

Durante el proceso de fabricación se realizaron ajustes en cuanto a dosis de sus ingredientes y forma de montaje. Después de cuatro intentos, se obtuvo un producto satisfactorio, que fue evaluado en relación con sus condiciones de ecogenicidad, forma, resistencia a la presión y punción, y durabilidad.

Para las primeras se utilizó un ecógrafo Phillips Modelo IU 22 con transductor lineal de 12-5 MHz y las punciones se realizaron con una aguja de 21 G, cuyo lumen fue previamente obliterado con silicona para evitar el arrastre de burbujas de gas (fig. 2).

La evaluación se repitió en forma sistemática, valorando sus principales características, además de la presencia de hedor, hongos u otra alteración estructural visible. Esta se

Tabla 1 Pasos de fabricación del fantoma

Paso 1	Las bolitas (5-10 o lo deseado) de hidrogel se vierten en un pocillo con un poco de agua y se dejan reposar por 30-60 minutos.
Paso 2	Al guante se le atan los dedos pulgar, medio y anular, con lo que se logra una forma similar a los lóbulos de la glándula tiroides.
Paso 3	Se introducen las bolitas de hidrogel ya hidratadas en el guante. Estas idealmente deben quedar distribuidas ocupando ambos lóbulos de la futura glándula.
Paso 4	Se calienta agua y glicerina líquida. Luego se vierten el agua (30 ml) y la glicerina (15 ml) en un pequeño recipiente y, posteriormente, se agrega de forma suave 40-45 g de gelatina. Se revuelve suavemente por algunos minutos hasta homogeneizar la mezcla.
Paso 5	La mezcla obtenida se deposita en el guante, ocupando los dedos y una porción de la mano, lo que va a formar parte del istmo de la glándula. Luego se ata el guante y se guarda en un refrigerador hasta que la gelatina se pone firme.
Paso 6	Las pajillas, que simulan los vasos, se rellenan con agua u otro líquido y posteriormente se sellan en sus extremos con silicona.
Paso 7	El tubo de PVC, que previamente se debe cortar a un tamaño acorde al de la botella (+/- 20 cm), también debe estar sellado en sus extremos.
Paso 8	La botella se corta en sus extremos y en uno de los lados de su contorno, por lo que adopta una forma de U, y luego se sellan sus extremos con papel alusa.
Paso 9	Se prepara 150 g de gelatina a una concentración de 1 g/ 1 ml con agua caliente. Se revuelve suavemente para evitar la formación de burbujas que puedan generar artefactos en el modelo final.
Paso 10	Se vierte la gelatina, que debe cubrir aproximadamente 1-2 cm de grosor en la botella, para que simule la capa de partes blandas anterior a la tiroides. Se retiran las burbujas de la superficie y se guarda en el refrigerador por aproximadamente 30 minutos.
Paso 11	Una vez endurecido, se ubican las estructuras que simulan tiroides, tráquea y vasculatura (que pueden pegarse previamente entre sí con algún pegamento) y se vierte una segunda capa de gelatina de 300 ml, con las mismas características de la anterior y se pone a refrigerar.

Tabla 2 Valores de los insumos de fantoma casero

Insumos	Valor unitario (US\$)	Valor ajustado a lo usado (US\$)
Gelatina 160 g	0,6	1,8
Bolitas de hidrogel 200 unidades	2,7	0,1
Papel alusa 20 m	1,3	0,1
Silicona líquida fría 100 ml	0,8	0,2
Guante de látex 100 unidades	3,7	0,1
Pajillas 20 unidades	0,3	0,1
Botella plástica de agua 2,25 l*	0,9	0,9
Tubo PVC 1 m*	0,3	0,1
Glicerina líquida 125 ml	2,9	0,3
Acido salicílico 1 g	0,3	0,3

* Insumos reutilizables.

extendió por un período de 21 días, con uno de los modelos mantenido a temperatura ambiente (promedio 20° C) y el otro refrigerado (promedio 4° C).

El fantoma obtenido fue de contorno convexo y base plana (fig. 3) con una ecogenicidad elevada en el elemento que representa la glándula tiroides, similar al tejido normal, sin perjudicar la visualización de los componentes que representan los nódulos. En nuestro modelo, estos fueron hipocogénicos.

Se logró una buena representación de la tráquea y la vasculatura adyacente a la tiroides con los elementos utilizados. El material que rodea estas estructuras resultó ser hipocogénico, con adecuada transmisión acústica y una consistencia similar y comparable con las partes blandas del cuello (figs. 4 and 5).

El tiempo de elaboración estimado fue de 3 horas, incluyendo los períodos de refrigeración necesarios antes de obtener un fantoma firme, apto para prácticas.

En cuanto a su durabilidad, se pudo consignar que la principal diferencia durante el período de seguimiento se relacionó con su consistencia. Esta se volvió más elástica en aquel modelo mantenido a temperatura ambiente, pero sin nunca perder el estado sólido, la forma o la ecogenicidad. Tampoco presentó alteraciones macroscópicas de color u olor que sugirieran colonización por agentes patógenos, como hongos o bacterias.

La duración en condiciones óptimas de nuestros modelos fue de 21 días para el que se mantuvo refrigerado y de 15 días para el que estuvo a temperatura ambiente.

El principal problema detectado se vinculó con la cantidad de punciones por nódulo: a mayor número había evidencia de alteraciones de tipo estructural. Tras cada punción los trayectos dejados por la aguja a través de la gelatina se cerraban parcialmente (a diferencia de lo que ocurre en el tejido humano donde estos son imperceptibles), provocando cambios en la ecogenicidad. Al no ocluir el lumen de

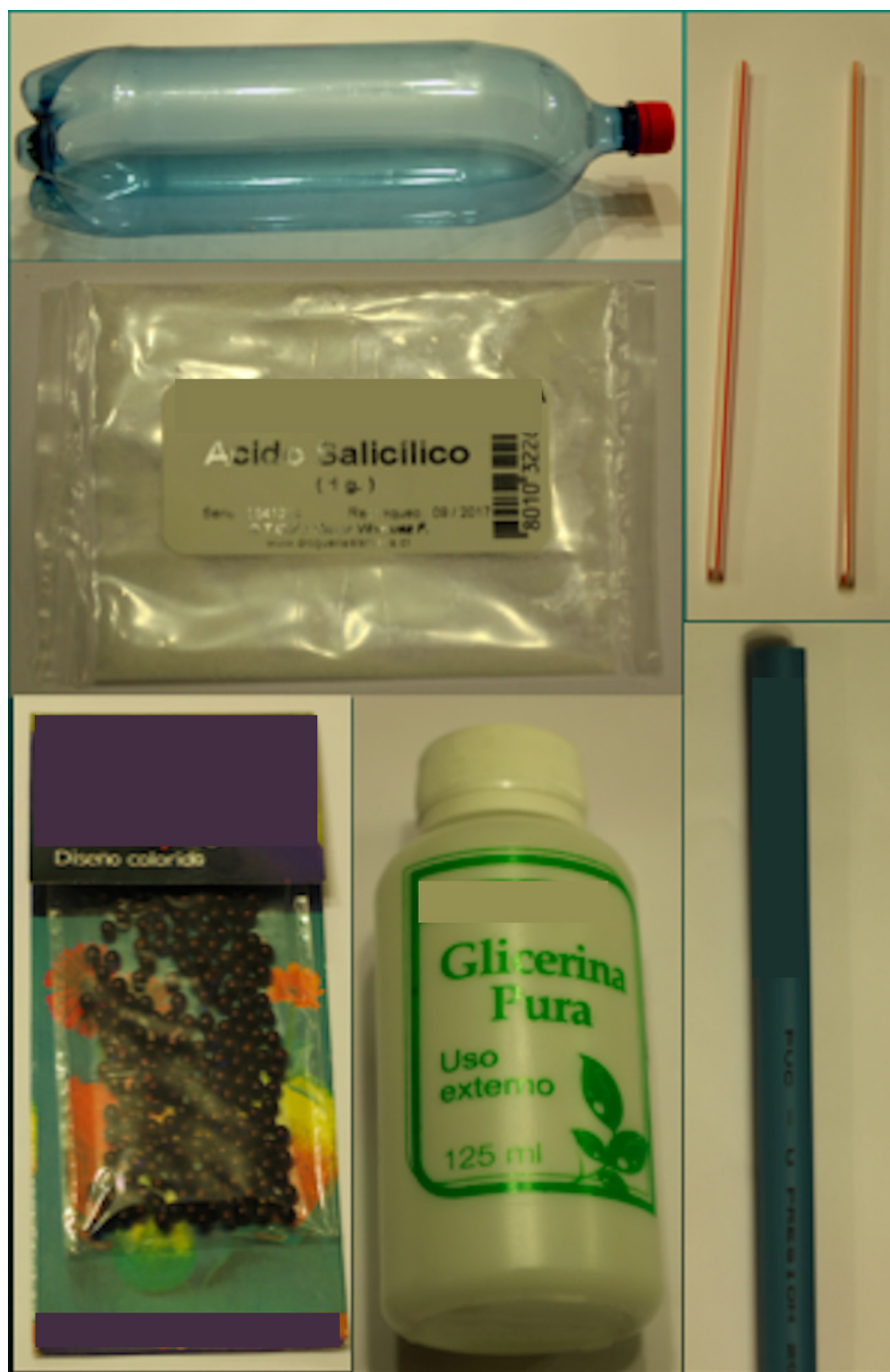


Figura 1 Ingredientes utilizados en la realización del fantoma.

la aguja, aumentaban los residuos de gas que quedaban en el trayecto, generando artefacto de reverberancia.

Pese a esto, pudimos constatar que tras un período de descanso entre prácticas de al menos 2 días, este artefacto se hacía menos evidente, permitiendo seguir con las punciones en los nódulos previamente usados sin mayores inconvenientes.

Discusión

La utilización de fantasmas ha demostrado ser una herramienta de entrenamiento para práctica de punciones, que

permite el desarrollo de estas habilidades, con el consiguiente aumento de la eficacia y disminución de muestras insuficientes o no diagnósticas, que en algunas series oscilan entre el 6 y el 23%¹.

Al igual que otros reportes, en nuestro modelo la resistencia generada al introducir la aguja y la ecogenicidad observada imitan de buena manera la de los pacientes sometidos a biopsia¹.

En relación con los materiales escogidos, diversos estudios han demostrado las propiedades ecogénicas de la gelatina, con bajos costos y fácil preparación⁴⁻⁶. En nuestro propio modelo replicamos los insumos, añadiendo la ventaja



Figura 2 Punción de un nódulo en el fantoma.



Figura 3 Apariencia externa del fantoma simulando la convexidad cervical. En su interior se encuentran estructuras correspondientes a la tráquea, tiroides y vasos cervicales.

de imitar las propiedades físicas más las principales características anatómicas de la región cervical (que influyen en la punción tiroidea) a un bajo costo.

En un estudio retrospectivo se demostró que existía una diferencia significativa en la obtención de muestras entre los radiólogos experimentados y aquellos con menos de un año de experiencia, así como también había una disminución significativa en la tasa de muestras insuficientes en el radiólogo inexperto a lo largo del estudio, debido a su proceso natural de aprendizaje ⁷.

Consideramos que nuestro modelo de fantoma, al imitar un cuello con sus estructuras internas, puede contribuir positivamente en el proceso de aprendizaje de los residentes de Radiología, antes de enfrentarse con pacientes. En una segunda etapa pretendemos evaluar a través de un ensayo clínico, el proceso de aprendizaje y los resultados obtenidos, después de un periodo de prácticas con el fantoma.

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que los procedimientos seguidos se conformaron a las normas éticas del comité de experimentación humana responsable y de acuerdo con la Asociación Médica Mundial y la Declaración de Helsinki.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que han seguido los protocolos de su centro de trabajo sobre la publicación de datos de pacientes.

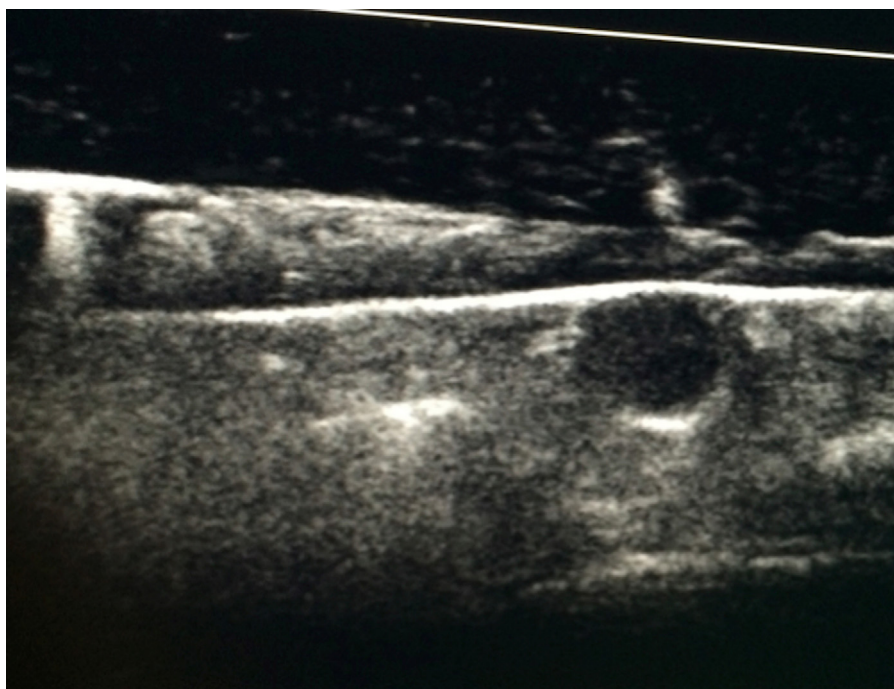


Figura 4 Imagen longitudinal de un lóbulo tiroideo del fantoma, con un nódulo hipoecogénico en su espesor. Sobre el lóbulo tiroideo, otras capas simulan planos musculares y tejido subcutáneo.

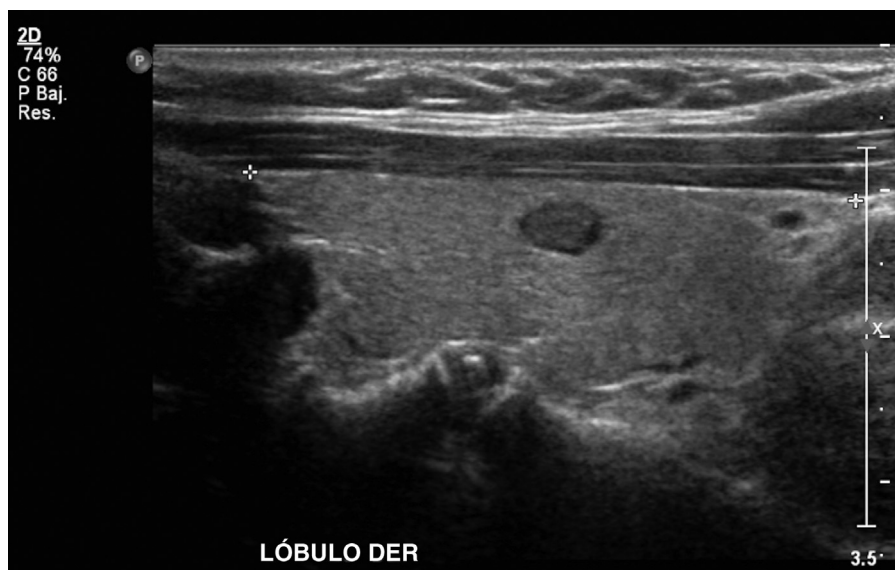


Figura 5 Imagen longitudinal de un lóbulo tiroideo humano, con un nódulo hipoecogénico en su espesor. Compárese la similitud lograda en el fantoma.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores han obtenido el consentimiento informado de los pacientes y/o sujetos referidos en el artículo. Este documento obra en poder del autor de correspondencia.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

1. Tofé Povedano S, Argüelles Jiménez I, García Fernández H, Quedo Juanals J, Díaz Medina S, Serra Soler G, et al. Incorporación de la ecografía y la punción de tiroides a la actividad de endocrinología en una consulta de alta resolución. *Endocrinol Nutr.* 2010;57:43–8.
2. Sutcliffe J, Hardman RL, Dornbluth NC, Kist KA. Novel Technique for teaching challenging ultrasound-guided breast procedures to radiology residents. *J Ultrasound Med.* 2013;32:1845–54.

3. Ristolainen A, Ross P, Gavsins J, Semjonov E, Kruusmaa M. Economically affordable anatomical kidney phantom with calyces for puncture and drainage training in interventional urology and radiology. *Acta Radiol Short Rep*. 2014;3, 2047981614534231.
4. McNamara MP Jr, McNamara ME. Preparation of a home-made ultrasound biopsy phantom. *J Clin Ultrasound*. 1989;17: 456–8.
5. Sisney GA, Hunt KA. A low-cost gelatin phantom for learning sonographically guided interventional breast radiology techniques. *AJR Am J Roentgenol*. 1998;171:65–6.
6. Wilkin R, Hamm R. How to make a cheap and simple prostate phantom. *J Ultrasound Med*. 2010;29:1151–2.
7. Gómez M, Salmerón A, García J, Esquivias J, Romera N, Medina A. Aprendiendo a realizar PAAF de tiroides: la experiencia como elemento clave. *Radiología*. 2014;56(Espec Cong):1531.