



## ORIGINAL

# Diseño y validación de un simulador híbrido de paracentesis<sup>☆</sup>



Alba Brenda Daniel Guerrero, Aline Mendoza Méndez, Jesús Ángel González Sánchez\*, Magaly I. Mancera Rangel, Marcela I. Torres Lugo, Sandra L. Valdéz Ávila, Sara Morales López y Sofía Murúa Beltrán Gall

Universidad Nacional Autónoma de México, Delegación Coyoacán Ciudad de México, México

Recibido el 1 de septiembre de 2017; aceptado el 29 de octubre de 2017

Disponible en Internet el 22 de abril de 2018

### PALABRAS CLAVE

Diseño;  
Validación;  
Simulador;  
Híbrido;  
Educación

### KEYWORDS

Design;  
Validation;  
Simulator;  
Hybrid;  
Education

**Resumen** La enseñanza médica por simulación es un método eficaz para el aprendizaje; mejora la adquisición de competencias, la práctica repetitiva y elimina riesgos para el paciente. Los simuladores de paracentesis existentes, tienen un alto costo y bajo nivel de realismo, por lo que se diseñó y elaboró un simulador híbrido de bajo costo. Se realizó un video representativo de un escenario clínico apropiado, que demuestra la técnica completa de paracentesis. Veinte médicos especialistas observaron el video y realizaron el procedimiento en simulador, posteriormente se aplicó un cuestionario sobre el realismo del simulador, utilidad del video e importancia del procedimiento en la educación médica. Los resultados mostraron que el 85% de los participantes considera que el simulador favoreció la experiencia de aprendizaje. El 90% consideró la apariencia clínica muy adecuada. El 100% opina que la adquisición de la habilidad de paracentesis es relevante en alumnos de pregrado.

© 2018 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/>).

### Design and validation of paracentesis hybrid simulator

**Abstract** Medical education by simulation is an effective method for learning; It improves competence acquisition, repetitive practice and eliminates risks for the patient. Existing paracentesis simulators have a high cost and low level of realism, so a low cost simulator was designed and developed. A representative video of a suitable clinical scenario was demonstrated, demonstrating the complete paracentesis technique. 20 medical specialists observed the video and performed the procedure in the simulator, later applied a questionnaire on the

<sup>☆</sup> Trabajo presentado en el Primer Encuentro Internacional de Simulación SIMex 2017, Ciudad de México, México.

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [legna.susej19@gmail.com](mailto:legna.susej19@gmail.com) (J.Á. González Sánchez).

realism of the simulator, the utility of the video, and the importance of the procedure in medical education. The results show that 85% of the participants consider the simulator favored the learning experience. 90% considered the clinical appearance to be adequate. 100% believe that the acquisition of paracentesis ability is relevant in undergraduate students.

© 2018 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 enfermedades hepáticas que causan ascitis son la 5.<sup>a</sup> causa de mortalidad en la población mexicana<sup>1</sup>, por lo que su estudio, prevención, diagnóstico y tratamiento son de suma importancia. La paracentesis es un procedimiento diagnóstico y terapéutico que se realiza en la mayoría de los pacientes con enfermedades hepáticas. El plan de estudios 2010 de la carrera de médico-cirujano, de la Universidad Nacional Autónoma de México contempla en su programa académico de la materia de medicina interna, que el alumno debe aplicar «medidas de prevención y tratamiento de complicaciones no farmacológicas y farmacológicas de insuficiencia hepática»<sup>2</sup>. Una de estas medidas para el tratamiento de ascitis es la paracentesis. A pesar de que este procedimiento es parte de nuestro plan de estudios, normalmente la primera vez que los alumnos lo realizan, lo hacen sin práctica previa, en un paciente real, lo cual genera riesgos para los pacientes y no permite que los alumnos repitan el procedimiento en un ambiente seguro de aprendizaje. Por estas razones, un simulador que sirva como entrenador para este procedimiento puede ser una herramienta importante para lograr este objetivo del plan de estudios.

Existen en el mercado simuladores de paracentesis que cumplen con esta función, sin embargo tienen un costo elevado y poca concordancia entre la apariencia del simulador y la de un paciente real con ascitis.

Se buscaba diseñar y construir un simulador híbrido y de bajo costo para realizar paracentesis, analizar su funcionamiento y fidelidad, así como, realizar un video que ejemplifique la técnica correcta de paracentesis usando el simulador. Otro objetivo esencial es evaluar la importancia y el momento óptimo para la adquisición de ésta habilidad en la formación del médico general.

La simulación clínica es una técnica de aprendizaje para sustituir o amplificar experiencias reales por experiencias guiadas que evocan la realidad de forma interactiva. Es una metodología que aporta destreza, habilidad mental y capacidad de respuesta asertiva cuando se necesita. Se ha incluido de manera progresiva en los programas académicos de las ciencias de la salud durante las últimas décadas como método de enseñanza y aprendizaje efectivo para conseguir en los estudiantes el desarrollo de un conjunto de competencias necesarias para su profesión<sup>3</sup>.

En los últimos 20 años, la utilización de las simulaciones en la educación médica se ha extendido de forma progresiva en todo el mundo como una forma de mejorar la formación de los profesionales de la salud que tiene el potencial de revolucionar el cuidado de la salud frente a los problemas de

seguridad del paciente si se utiliza adecuadamente; siendo además una herramienta de aprendizaje para desarrollar y evaluar las habilidades de los alumnos<sup>4</sup>.

Un metaanálisis muestra que sin ninguna excepción y con un alto poder estadístico se puede afirmar que el aprendizaje basado en simulación con práctica deliberada es mejor que el método tradicional, para la adquisición de habilidades. Cada vez hay más evidencias de que el aprendizaje basado en simulación se traduce en mejoras en la atención, cuidado y desenlace del paciente<sup>5</sup>.

## Material y métodos

Se construyó un simulador de paracentesis conformado por:

1. Sistema interno para flujo de líquido: se utilizó un contenedor de solución fisiológica para colocar el líquido y se conectó, a través de una venoclisis, a un sistema de presión con una válvula unidireccional que desemboca en un cono de plástico acrílico-butadieno-estireno (ABS) con entrada lateral impreso en 3D el cual se encuentra unido y sellado mecánicamente al sitio de punción con Dragon Skin<sup>®</sup> (fig. 1).
2. Sitio de punción: se fabricó un contenedor cilíndrico de plástico con un diámetro aproximado de 10 cm y una altura de 4 cm, en el centro se colocó una esponja FlexFoam-iT!<sup>®</sup> III, la cual se cubrió en ambos extremos con Dragon Skin<sup>®</sup> 10 Medium, unido en su extremo proximal con el cono de ABS (fig. 2).

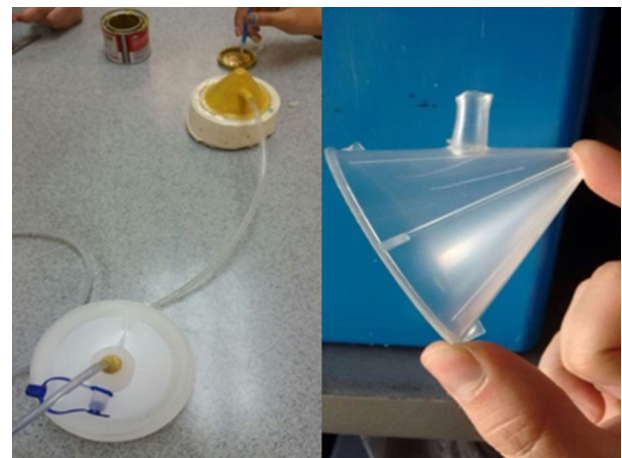


Figura 1 Sistema interno para flujo de líquido.



Figura 2 Sitio de punción unido al sistema de flujo de líquido.

3. La estructura de sostén para el abdomen de silicón se realizó con 2 playeras de algodón de la misma talla; una de ellas se utilizó completa como base, la otra se recortó de la parte inferior y se adaptó a la forma del abdomen de silicón, dejando espacio para el sitio de punción el espacio entre ellas que fue relleno de arroz crudo (en este simulador se utilizaron 6 kg) (fig. 3).
4. Para construir el abdomen se realizó un molde de yeso con forma de abdomen globoso, con extensiones rectangulares en ambos lados. Sobre este molde se colocaron 3 capas: la primera de vynipiel con la textura hacia arriba y 2 capas de red elástica, todas las capas se fijaron al molde de yeso usando clips. Posteriormente se mezcló, en proporción 1:1, medio litro de Ecoflex<sup>®</sup> 50 parte A y medio litro de parte B, por 9 min, el cual fue teñido con pintura para silicón color piel; la mezcla resultante se vertió sobre la tela y se esparció de manera uniforme en toda la superficie del molde, de manera rápida

para evitar el aumento en la consistencia del silicón. Se mezcló y teñó de color amarillo la misma cantidad y proporción de Ecoflex<sup>®</sup> 50 para simular tejido celular subcutáneo y finalmente para simular músculo se utilizó un litro de Ecogel<sup>®</sup>, mezclado de la misma forma y teñido de rojo. Cada capa de silicón se dejó secar por 45 min antes de colocar la capa siguiente. Al finalizar el secado de todas las capas se desmoldó e invirtió el abdomen de silicón, posteriormente se agregaron 8 capas de Dragon Skin<sup>®</sup> 10 Medium, teñido de color piel para lograr uniformidad, el cual se preparó de la misma forma que el Ecoflex<sup>®</sup>. Se realizaron adaptaciones con agujeta en el extremo para la posterior colocación (fig. 4).

La figura 5 muestra la apariencia final del simulador híbrido de paracentesis.

Se filmó un video representando la técnica de paracentesis, en el que explica el procedimiento de paracentesis<sup>6,7</sup>.



Figura 3 Estructura de sostén para el abdomen/vista con sito de punción agregado.



**Figura 4** Construcción del abdomen.

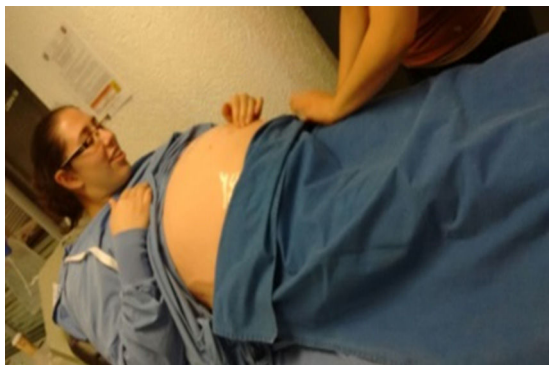
Se probó el simulador con 20 médicos de distintas especialidades y médicos generales, quienes replicaron el procedimiento después de ver el video.

Para evaluar el video, se diseñó una lista de cotejo que valora el desempeño de los participantes al realizar el procedimiento, después de ver el video.

Para evaluar el simulador se realizó un cuestionario que contestaron los médicos después de realizar el procedimiento.

## Resultados

Al realizar el análisis de los datos, el 55% de los participantes trabajan en una sede hospitalaria y el 45% en la Facultad de Medicina de la UNAM, el 90% habían realizado el procedimiento de paracentesis previamente, el 80% considera que el video fue muy adecuado para recordar la técnica, y el 20% que fue adecuado. El 85% de los participantes comentaron que el simulador favoreció, en gran medida, la experiencia de aprendizaje. Sobre la apariencia clínica del simulador, el 90% consideró que la apariencia del simulador es muy adecuada, y el 10% que es adecuada. El 100% de los encuestados consideran que la adquisición de la habilidad de paracentesis



**Figura 5** Apariencia final con el simulador puesto.

es relevante en alumnos de pregrado y la siguiente gráfica muestra los años de la carrera en la que consideran que se debería de aprender esta habilidad. El 95% de los encuestados considera que el simulador debería de ser utilizado en una práctica con paciente estandarizado.

En cuanto a los resultados que se obtuvieron de la lista de cotejo para evaluar el video, los ítems en donde más errores cometieron fueron: «Realiza una ligera tracción de la piel» (6%); «Extraer 20-50 ml en función de las muestras que se requieran» (18%); «Coloca el campo estéril» (35%), y «Realiza lavado clínico de manos» (52%). Los ítems que más participantes realizaron fueron: «Presentarse con el paciente» (100%); «Explicar el procedimiento al paciente» (100%), y «Realiza botón anestésico en el punto de punción» (100%).

Se realizaron 3 preguntas abiertas en la encuesta proporcionada a los evaluadores. Algunas de las respuestas más comunes fueron: «la adquisición de esta habilidad es importante porque es una práctica realizada con frecuencia en el hospital», «el material da una resistencia probablemente mayor a la adecuada, lo demás es excelente», «la experiencia es muy agradable, el simulador es muy real y definitivamente considero que este simulador se debe poner en práctica», «epidemiológicamente hablando la hepatopatía con ascitis es importante en nuestro medio y pocos lo enseñan» y «muy buen diseño, buena técnica».

## Conclusiones y discusión

Se logró construir un simulador híbrido y de bajo costo (\$3,500.00 MN), cuya apariencia y funcionalidad resultaron muy adecuadas para realizar esta práctica y que ayuda en la adquisición de la habilidad de paracentesis y permite la práctica de la misma. La gran mayoría de los participantes consideran que la paracentesis es un procedimiento que debe de aprenderse en pregrado, la mayoría en el cuarto año (8.º y 9.º semestre), así como que este simulador podría ser usado en un escenario de simulación con paciente estandarizado.

La mayoría de los encuestados consideraron que el video fue de utilidad para aprender y recordar el procedimiento de paracentesis, sin embargo, en la lista de cotejo encontramos que hay ciertas partes del procedimiento que no se realizaron correctamente, a pesar del video. Por esto, sería prudente, evaluar el video comparando un grupo control y un grupo experimental o a un mismo grupo antes y después de ver el video.

## Relevancia y transferibilidad

Como se ha mencionado a lo largo de este protocolo y en la literatura en general, la simulación es una de las mejores formas de aprendizaje con las que contamos en la actualidad. Teniendo esto en cuenta, la simulación debería de formar parte de los programas en las escuelas de medicina y, sin embargo, los simuladores que ya existen tienen precios elevados y, por lo tanto, poco accesibles.

El simulador de paracentesis construido para este protocolo ofrece una opción barata y fácil de construir, que cumple con los objetivos necesarios para aprender y



practicar el procedimiento de paracentesis. Además, puede ser utilizado por estudiantes tanto de pre y posgrado.

La adquisición de los conocimientos necesarios para realizar este procedimiento es esencial para cualquier alumno de pregrado, ya que las enfermedades hepáticas tienen una prevalencia y letalidad muy elevada en nuestra población. Teniendo esto en cuenta, un simulador híbrido, que permite la interacción con el paciente, así como la práctica continua del procedimiento, resulta una excelente opción para que los estudiantes aprendan el procedimiento y refuerzan las habilidades para mantener una buena relación médico-paciente.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Bibliografía

1. Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Causas de defunción. Defunciones generales totales por principales causas de mortalidad, 2013. (2015, septiembre 18) [consultado 18 Sep 2015]. Disponible en <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/sisept/Default.aspx?t=mdemo107&s=est&c=23587>
2. Secretaria de Enseñanza Clínica e Internado Médico. Plan 2010 10° 11° semestres: programa académico internado médico 2016. 2016; p. 115-117 [consultado 25 Ene 2016]. Disponible en [http://fournier.facmed.unam.mx/deptos/seciss/index.php?option=com\\_content&view=article&id=84&Itemid=632](http://fournier.facmed.unam.mx/deptos/seciss/index.php?option=com_content&view=article&id=84&Itemid=632)
3. Serna-Ojeda JC, Borunda-Nava D, Domínguez-Cherit G. La simulación en medicina: La situación en México. *Cir Cir*. 2012;80301-5. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=66223280016>
4. Friedman M. Simulation based on medical education From vision to reality. *Educ Med*. 2007;10:147-8.
5. McGaghie W, Issenberg B, Cohen E, Barsuk J, Wayne D. Does simulation-based medical education with deliberate practice yield better results than traditional clinical education. A meta-analytic comparative review of evidence. *Acad Med*. 2011;86:706-11.
6. Gutierrez P. Protocolos y procedimientos en el paciente crítico. 1.ª ed. México: Manual Moderno; 2010.
7. Sanders E, Mary T. Diagnóstico y tratamiento de urgencias. 4.ª ed. México: Manual Moderno; 1994.