



Angiología

www.elsevier.es/angiologia



CCEV. MESA REDONDA: FORMACIÓN EN CIRUGÍA ENDOVASCULAR

Utilización de simuladores en técnicas endovasculares

M. Guerra, C. Morata Pilar, B. García-Fresnillo y E. Blanco

Servicio de Angiología, Cirugía Vasculare y Endovascular, Hospital Universitario de Guadalajara, Guadalajara, España

Introducción

El uso de las tecnologías de simulación está bien establecido en diversos campos al margen de la medicina como parte de los programas de entrenamiento para situaciones de alto riesgo. La industria de las aerolíneas ha estado al frente de las tecnologías en simulación para el entrenamiento de pilotos y mantenimiento del nivel de habilidades de los mismos. Han realizado un excelente trabajo en el aprendizaje de grupos frente a situaciones de emergencia y en la evaluación de las capacidades de dichos grupos; estos mismos programas de entrenamiento han sido también desarrollados en el ámbito militar.

Quizás en el campo médico no han sido asimilados aún de la misma forma. Las nuevas tecnologías y la enorme variabilidad de técnicas y materiales emergentes en el campo de la cirugía endovascular incitan a introducir nuevos métodos educativos para la adquisición de habilidades. El modelo introducido por Halted de "aprender haciendo" puede no ser válido en la práctica moderna¹.

Fitts y Posner sugieren que el proceso de aprendizaje de habilidades complejas es secuencial y debe ocurrir a través de tres fases. La primera es el nivel cognitivo adquirido a través de explicaciones y demostraciones impartidas por un tutor. El segundo es el nivel asociativo, relacionando los conocimientos mientras que se ponen en marcha las maniobras músculo-esqueléticas, durante esta fase el tutor mantiene el *feed-back* con el alumno. La tercera fase y última es la de automatización en la que el alumno desarrolla las actividades de forma automática² y el tutor desempeña un papel de consultor a distancia.

De este modo, en intervencionismo vascular periférico deberíamos inicialmente poseer conocimientos acerca de los dispositivos y fundamentos clínicos para la realización de pro-

cedimientos mínimamente invasivos; las habilidades cognitivas como la detección de errores, planificación de la técnica a desarrollar y árbol decisional, son cruciales y necesarios para establecer una metodología didáctica antes de pasar a la fase de entrenamiento de habilidades psicomotoras.

En 2004 la Food and Drug Administration sugirió que la simulación debería ser parte integral del entrenamiento de los intervencionistas que desearan realizar procedimientos de *stenting* carotídeo, considerando esta técnica de alto riesgo de complicaciones derivadas de la técnica endovascular. Consecuentemente, en la última década se ha incrementado el interés científico por la validación de los simuladores para el entrenamiento de intervencionistas noveles y experimentados³.

Justificación de la simulación

La obtención de competencia en el desarrollo de las técnicas endovasculares se va a soportar, como en otros aprendizajes, en la adquisición de conocimientos teóricos acerca de los materiales que se deben utilizar y de las técnicas que se deben desarrollar y, por otro lado, la adquisición de habilidades basadas en el entrenamiento y repetición de las actividades, tutorizados; esta tutorización es continua en su fase inicial, a distancia posteriormente y como consultoría en la fase final.

La utilización de la simulación en nuestro campo surge con la intención de disminuir los riesgos para el paciente en la práctica clínica, mediante la adquisición de habilidades que disminuyan los tiempos de fluoroscopia, uso de contrastes y errores posibles, pero también con la intención de mantener el nivel de experiencia una vez adquirido y se proyecta como un posible método de evaluación de los profesionales.

El European Board of Vascular Surgery utiliza la simulación como método de evaluación de las habilidades adquiridas para cirugía abierta y endovascular y apoya el uso de la simulación como método de entrenamiento para adquirir experiencia en bien de los pacientes y como método para mantener un alto nivel y promover la uniformidad de las habilidades.

Existe la necesidad de adquirir habilidades no sólo durante el período de formación en la especialidad, sino más allá del mismo, por lo que la simulación puede ser una oportunidad en muchos niveles¹.

Modelos de simulación

El entrenamiento endovascular para cirujanos vasculares comienza a mediados de los años noventa; en ese momento son los modelos de flujo de plástico y cristal los considerados como las pruebas de oro de la simulación. La Sociedad de Cirugía Vascular Clínica, bajo la dirección del Dr. Kim Hodgson, fue la primera en utilizar estos modelos y el arco en "C" portátil para el entrenamiento en el uso de catéteres y adquisición de habilidades.

La simulación médica se define como los dispositivos o equipos destinados a reproducir problemas reales, con la finalidad de educar y evaluar las habilidades frente a los mismos.

Las características comunes a los simuladores hoy en día son:

- Capacidad de reproducir situaciones y consecuencias derivadas de las mismas lo más cercanas a la realidad.
- Utilidades para resolver y simular situaciones complejas.
- Limitaciones tecnológicas.
- Alto coste.

Podemos utilizar modelos biológicos inertes^{4,5} como arterias de cadáver que, tras obtener las autorizaciones pertinentes, no parece que conllevaran excesivas connotaciones éticas, pero su aplicación en simulación sería limitada a la punción y cateterización.

También existen modelos biológicos con seres vivos, ya sea con la aplicación terapéutica en pacientes, que conlleva una serie de connotaciones éticas, como con el uso de animales de experimentación^{6,7}.

Este último es considerado por algunos grupos el modelo adecuado como paso intermedio entre el uso de los no biológicos y la práctica clínica.

Los modelos animales llevan consigo la ventaja de resultar más atractivos para el alumno y pueden reproducir complicaciones similares a las reales (roturas arteriales, espasmos, etc.), si bien ha de optarse por un animal que tenga unas dimensiones acordes con los dispositivos endovasculares a utilizar y una anatomía lo más semejante a la humana.

Por otro lado, implica imposibilidad para la repetición ilimitada de procedimientos, consumo de material implantable elevado al no poder ser recuperable y cuenta con la dificultad añadida para simular situaciones patológicas; en algunos casos, se han asociado técnicas quirúrgicas para crear el modelo de entrenamiento con la sutura de parches aórticos para recrear aneurismas con el consecuente aumento de complejidad de la técnica.

Otros simuladores utilizados son los modelos no biológicos, que aprovechan sistemas mecánicos informáticos y electrofisiológicos o los más recientes programas de realidad virtual⁸.

Por tanto, podemos encontrar los diseños más simples con tubos de plástico o silicona para la simulación de la punción y cateterización y pueden modificarse en simuladores hemodinámicos introduciendo flujos dinámicos propulsados por bombas dentro de los mismos modelos plásticos (fig. 1).

Sin embargo, gracias a la tecnología podemos encontrar hoy modelos complejos de realidad virtual, constituidos por programas informáticos que, por un lado, instruyen al alumno a nivel teórico presentando la patología, el árbol decisional y las opciones de material que se debe emplear; además, han conseguido recrear las posibles complicaciones derivadas de nuestra actuación de manera que consigue el *feed-back* con el alumno para el aprendizaje.

En la actualidad, existen dos compañías, Mentice y Symbionix, que han demostrado especial interés en el desarrollo y actualización de simuladores. Gracias a ellos disponemos de simuladores fijos y portátiles con programas de entrenamiento para sector carotídeo, renal, aórtico torácico y abdominal, ilíaco, fémoro-poplíteo y distal, embolización, etc. (figs. 2-4).

Los modelos biológicos cuentan con la ventaja de la repetición ilimitada del procedimiento y el menor gasto de material endovascular, pero en los simuladores de realidad virtual aparece el inconveniente del coste elevado del simulador.

En 2008 Barry et al⁹ publicaron un análisis económico comparando el coste-efectividad de la simulación en laboratorio animal y sistemas de realidad virtual. Para ello se eligieron 12 alumnos con un tiempo de entrenamiento de 2 días y un total de 16 h, implantándose 72 *stents* ilíacos en cada tipo de simulador. Concluyeron que el entrenamiento de habilidades con la simulación virtual es mucho más económico que en el laboratorio animal. No se han encontrado estudios que comparen la eficacia del laboratorio animal frente a la realidad virtual en la adquisición de habilidades endovasculares para su aplicación en la práctica real. Por tanto, queda la pregunta en el aire: ¿puede en un futuro soportarse el uso de animales para la adquisición de habilidades en terapia endovascular?

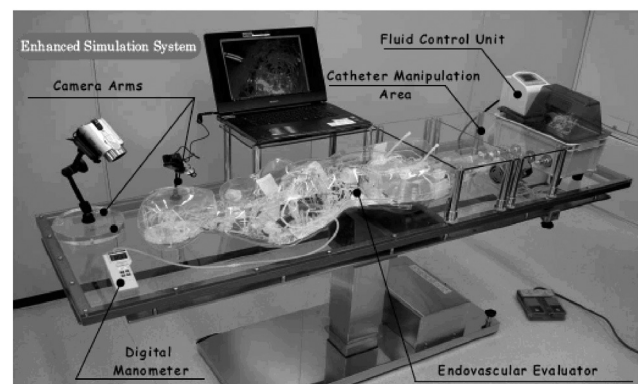


Figura 1 Modelo de silicona. Fain Biomedical Inc.



Figura 2 Simulador para técnicas endovasculares de Mentice Medical Simulation. Procedius-VIST®.



Figura 3 Simulador fijo para técnicas endovasculares de Symbionix. AngioMentor®.



Figura 4 Simuladores portátiles de Symbionix. AngioMentor® Mini y Express.

Ventajas e inconvenientes de la simulación

Dayal et al¹⁰ en 2004 publicaron la ganancia exponencial de habilidades con el entrenamiento de técnicas basadas en el uso de catéteres en situaciones clínicas simuladas, demostrando mayor beneficio para el grupo de participantes noveles frente a aquellos con experiencia previa en intervencionismo.

Van Herzeele et al demostraron la necesidad de un entrenamiento cognitivo integrado en la simulación, mediante la realización de un estudio no aleatorizado prospectivo de 20 cirujanos noveles frente a 27 experimentados en intervencionismo^{2,11}. Se objetivó mayor adquisición de habilidades en los que tuvieron inicialmente un entrenamiento de conocimientos teóricos antes de pasar a la fase psicomotora, que los que no lo tuvieron.

Sin embargo, la simulación también tiene inconvenientes, McGaghie et al¹² proponen una ecuación cuyos elementos son necesarios para la educación basada en la simulación. Esta ecuación plantea que para que la simulación sea efectiva va a depender del dispositivo de entrenamiento utilizado, multiplicado por el curriculum de la institución donde se imparte el programa de simulación, por el tutor del entrenamiento y por el soporte financiero del curso de simulación.

Con respecto a este último parámetro, es conocido por todos que en la práctica habitual es la industria la que se ha interesado en invertir en la simulación y son en la actualidad los principales promotores de los cursos. De este modo W.L. Gore & Associated, en colaboración con Symbionix Ltd., ha desarrollado una plataforma para el entrenamiento en las técnicas endovasculares de aorta abdominal y Medtronic, Inc. (Minneapolis MN) ha sido la primera compañía en desarrollar un entorno de simulación torácica en colaboración con Medical Simulation Corporation (Denver, CO) para el desarrollo de su endoprótesis. También es interesante el modelo de disección, pero no fue aprobado en Estados Unidos, ya que esta patología no estaba incluida en sus instrucciones de uso¹³.

De esto podemos deducir que es absurdo que el mayor o menor desarrollo de los programas de simulación dependa de esta forma de los dispositivos de las compañías médicas y que los diseños vayan encaminados sólo al entrenamiento con sus dispositivos.

Por otro lado, todo esto ha conllevado que en la actualidad no dispongamos de una validación de estos simuladores ni de los centros de simulación, si bien se han reportado distintos trabajos que apuntan los posibles beneficios de la simulación como parte integral de los programas de formación de especialistas¹⁴.

Futuro de la simulación

De todo lo expuesto podemos extrapolar que, a pesar de los avances en simulación y del aumento progresivo de la difusión de su uso, queda pendiente demostrar cuál es la eficacia de los distintos simuladores en cuanto a transferencia de habilidades en la práctica clínica, disminución de las curvas de aprendizaje, disminución de errores, tiempos de fluoroscopia, volúmenes de contraste, etc.

Debemos validar los centros de simulación así como el tipo de simulación, lo que supondrá una mejora no sólo en la adquisición de capacidades, sino también en la mayor uniformidad de las mismas, y conseguiremos al mismo tiempo un abaratamiento de los costes, lo que podría llevar consigo una mayor independencia de la industria médica.

Por último, la validación de estos sistemas debería llevar consigo la inclusión en un programa establecido de simulación, que se integraría en el programa formativo general de la especialidad y que pudiera considerarse como modelo de evaluación¹⁵.

Conclusiones finales

Dada la rápida evolución de las terapias endovasculares, será necesario el entrenamiento en los nuevos dispositivos y las nuevas técnicas.

No pretendemos que la simulación debiera reemplazar la interacción que habitualmente existe en la práctica clínica, pero es un método indispensable para cambiar la educación en cirugía vascular una vez que validemos los modelos y los centros y se establezca un plan integrado en el programa de formación de la especialidad.

La expansión de casos simulados, la capacidad para desarrollar modelos cada vez más parecidos a los pacientes reales y el desarrollo de simuladores de mayor complejidad incrementarán su utilidad.

Bibliografía

1. Bismuth J, Donovan MA, O'Malley MK, El Sayed HF, Naoum JJ, Peden EK, et al. Incorporating simulation in vascular surgery education. *J Vasc Surg.* 2010;52:1072-80.
2. Van Herzele I, Aggarwal R, Neequaye S, Darzi A, Vermassen F, Cheshire N. Cognitive training improves clinically relevant outcomes during simulated endovascular procedures. *J Vasc Surg.* 2008;48:1223-30.
3. Willaert WI, Aggarwal R, Van Herzele I, O'Donoghue K, Gaines PA, Darzi AW, et al. Patient-specific endovascular simulation influences interventionalists performing carotid artery stenting procedures. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2011;41:492-500.
4. Vaquero C, Del Río L, Martín Pedrosa M, Torres A, Barrios A, Del Blanco I, et al. Simuladores en el adiestramiento de técnicas endovasculares. *Spanish J Surg Res.* 2001;IV:119-25.
5. Vaquero C, Del Río L, Martín Pedrosa M, Torres A, Ibañez MA, Barrios A, et al. Modelos experimentales animales de entrenamiento en técnicas endovasculares. *Spanish J Surg Res.* 2001;IV:111-8.
6. Vaquero C. Procedimientos endovasculares. Métodos de adiestramiento en técnicas endovasculares. Valladolid. Gráficas Martín S.L.; 2006. p. 218-34.
7. Vaquero C, Gutiérrez V, González-Fajardo JA. Modelos experimentales animales de entrenamiento en técnicas endovasculares. *Técnicas Endovasculares.* 2001;4:382-93.
8. Lynch J, Aughwane P, Hammond TM. Video games and surgical ability: a literature review. *J Surg Educ.* 2010;67:184-9.
9. Berry M, Hellström M, Göthlin J, Reznick R, Lönn L. Endovascular training with animals versus virtual reality systems: an economic analysis. *J Vasc Interv Radiol.* 2008;19:233-8. Erratum en: *J Vasc Interv Radiol.* 2008;19:959.
10. Dayal R, Faries PL, Lin SC, Bernheim J, Hollenbeck S, DeRubertis B, et al. Computer simulation as a component of catheter-based training. *J Vasc Surg.* 2004;40:1112-7.
11. Narra P, Kuban J, Grandpre L, Singh J, Barrero J, Norbash A. *J Vasc Interv Radiol.* 2009;20:1215-23.
12. McGaghie WC, Issenberg SB, Petrusa ER, Scalese RJ. A critical review of simulation-based medical education research: 2003-2009 [review]. *Med Educ.* 2010;44:50-63.
13. Lumsden A, Bismuth J, Donovan M. The role of simulation in aortic endografting. *Endovascular Today.* 2011;2:14-8.
14. Passman MA, Fleser PS, Dattilo JB, Guzman RJ, Naslund TC. Should simulator-based endovascular training be integrated into general surgery residency programs? *Am J Surg.* 2007;194:212-9.
15. Seymour NE, Gallagher A, Roman S, O'Brien M, Bansal V, Andersen D, et al. Virtual reality training improves operating room performance. *Ann Surg.* 2002;236:458-64.