

# La simulación con modelo biológico, como herramienta en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la residencia de Cirugía Torácica en México

Juan Carlos Vázquez-Minero,✉ Juan Raúl Olmos-Zúñiga, Enrique Guzmán de Alba, Marco Antonio Iñiguez-García, Patricio Santillán-Doherty, Arturo Chávez-Tinoco, Rogelio Jasso-Victoria

Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias Ismael Cosío Villegas, Ciudad de México, México.

**RESUMEN. Introducción.** La simulación es hoy una gran herramienta didáctica para mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje en la medicina, existen muchos modelos que pueden ser utilizados como simulador. Uno de ellos es el modelo biológico, el cual puede ser con animales vivos o muertos. Para el proceso de la enseñanza en cirugía, la utilidad mayor es en modelos vivos para tratar de recrear la realidad lo mejor posible. **Material y métodos:** Se hicieron escenarios de simulación con cerdos raza Landrace de 20-22 kg con un total de 84 divididos en dos grupos, el primero se hizo la procuración del bloque corazón-pulmón y en el segundo se realizó el trasplante del pulmón del lado izquierdo. **Resultados:** La práctica se llevó a cabo siguiendo los pasos ya previamente estandarizados y el objetivo era llevar a término con vida y sin accidentes el trasplante, lo cual se logró en todos los casos. **Conclusión:** El recrear un escenario lo más real posible ayuda al residente a habituarse, como en este caso, a las estructuras anatómicas y su manejo quirúrgico adecuado, poniendo en práctica las diferentes técnicas de manejo de los vasos sanguíneos, la aurícula izquierda y el bronquio. El evaluar al final de las prácticas con un cuestionario el cómo les fue de utilidad la práctica es una manera de observar si se cumplieron o no los objetivos de aprendizaje. La simulación es una herramienta indispensable en el proceso de aprendizaje de la cirugía en nuestro tiempo.

**Palabras clave:** Simulación, herramienta didáctica, modelo biológico, cirugía torácica.

## The simulation with a biological model, as a tool in the process of teaching of the residence of thoracic surgery in Mexico

**ABSTRACT. Introduction:** The simulation is currently a great teaching tool to improve the teaching and learning process in medicine, there are many models that can be used as a simulator. One of them is the biological model which can be with live or dead animals. **Material and methods:** For the process of teaching in surgery the greatest use is in live models, to try to recreate reality as best as possible. Simulation scenarios were made with Landrace race pigs of 20-22 kgs with a total of 84 divided into two groups. The first one was the procurement of the heart lung block and in the second lung transplant was performed on the left side. **Results:** The practice was carried out following the steps previously standardized and the goal was to bring the transplant to life and without accidents, which is achievement in all cases. **Conclusion:** The recreating a scenario as real as possible helps the resident to become accustomed, as in this case, to the anatomical structures and their proper surgical management, putting into practice the different techniques for the management of the blood vessels, the left atrium and the bronchus. The evaluation at the end of the practices with a questionnaire, how the practice was useful to them, is a way to observe if the learning objectives were fulfilled or not. Simulation is an indispensable tool in the learning process of surgery in our time.

**Key words:** Simulation, didactic tool, biological model, thoracic surgery.

## INTRODUCCIÓN

Desde que el ser humano se percató que en ciertas circunstancias se va a enfrentar a situaciones previstas e imprevistas, debe actuar con ciertos parámetros secuenciales establecidos, es así como nacen en su mente los escenarios. Estos escenarios mentales nos ayudan a «simular» ante las situaciones que el

### ✉ Autor para correspondencia:

Dr. Juan Carlos Vázquez Minero, Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias Ismael Cosío Villegas, Ciudad de México, México.  
Correo electrónico: minerojc@hotmail.com

Trabajo recibido: 20-VI-2018; aceptado: 12-VII-2018

Este artículo puede ser consultado en versión completa en <http://www.medigraphic.com/neumologia>

ser humano enfrenta en todos los ámbitos y es una herramienta útil en el aprendizaje. Por tanto, al definir simulación como herramienta didáctica, decimos que es el proceso de diseñar un modelo de un sistema real y llevar a término experiencias con el mismo.<sup>1</sup>

En la historia de la medicina, aunque no se consideraba no se definía como tal, hubieron intentos de hacer simulación en la enseñanza. En el siglo III a.C., el cirujano hindú Sushruta fue el primero en utilizar la simulación en el entrenamiento quirúrgico recomendando usar un melón para aprender a hacer incisiones y una muñeca de lino, de tamaño natural, para practicar los vendajes.<sup>2</sup>

En la enseñanza de la medicina tradicional se consideraba, en lo posible, el reconocimiento y manejo de pacientes reales vivos. Pero esto condiciona riesgos importantes, para poder realizar esto con seguridad se puede utilizar, en el caso de la cirugía, la simulación con los modelos biológicos.<sup>3</sup>

El mejorar la enseñanza y prevenir los errores es una tendencia actual de la medicina. Esto con el fin de mejorar la seguridad de los pacientes. En el año de 1999, el Instituto de Medicina de Estados Unidos publicó un reporte titulado *Errar es humano: construyendo un sistema de salud más seguro*, en éste, se estimó que ocurren de 44,000 a 98,000 muertes anuales atribuidas directamente a errores médicos prevenibles. Una manera de hacer prácticas médicas más seguras es la simulación donde en los escenarios nos podemos equivocar las veces necesarias sin causar ningún daño.<sup>4</sup>

Un punto importante es que la simulación en cirugía pretende mejorar las competencias profesionales, las cuales se han definido como la práctica quirúrgica basada en el empleo juicioso del conocimiento médico y del razonamiento clínico, junto con habilidades técnicas y de comunicación, aplicados con actitudes positivas y valores. La competencia profesional permite a los médicos actuar beneficiando a los pacientes y a la comunidad a la que pertenecen y tener una práctica quirúrgica segura.<sup>5</sup>

En el Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias Ismael Cosío Villegas (INERICV) de la Ciudad de México, durante mucho tiempo se han realizado procedimientos quirúrgicos en trasplante pulmonar con modelo biológico, el cual está encaminado al adiestramiento del residente para su formación. Este procedimiento es de alta complejidad con morbilidad muy alta y debe ser dominado como parte de la formación del residente de cirugía de tórax.<sup>6</sup> Es importante destacar que, además de los modelos biológicos, existen modelos de alta fidelidad que también son una herramienta muy útil para el adiestramiento del cirujano de tórax.<sup>7</sup>

Una práctica quirúrgica segura debe tener como parte fundamental la simulación, como una herramienta que facilite el proceso de aprendizaje de manera segura. El mejor método que existe para ciertas prácticas en la cirugía es el modelo biológico, pues facilita este proceso de aprendizaje, todo esto con el fin de tener un proceso progresivo de dominio de las competencias a fin de tener una vida profesional mejor.

## METODOLOGÍA

Se decidió llevar a cabo dos escenarios de simulación con grupos heterogéneos de residentes de primer a cuarto año de cirugía torácica, para ello se utilizaron 84 cerdos Landrace clínicamente sanos, sin importar el sexo, con un peso entre 20-22 kg, obtenidos de una granja que cumple con todos los requerimientos para la producción y manejo de animales, misma que proporcionó el certificado médico para su uso como animal de laboratorio.

Una vez adquiridos, los cerdos se mantuvieron en el bioterio del INERICV hasta su uso. Este protocolo fue aprobado por el Comité de Bioética del Instituto (número de protocolo B08-15), y se realizó de acuerdo con las especificaciones técnicas para el cuidado y uso de animales de laboratorio de la Norma Oficial Mexicana (Estados Unidos Mexicanos. AFÍA. Especificaciones Técnicas para la Producción, Cuidado y Uso de Animales de Laboratorio de la Norma Oficial Mexicana NOM-062-ZOO-1999. Diario Oficial de la Federación, 6 dic, 1999.) y la *Guide for the Care and Use of Laboratory Animals of USA (National Institutes of Health U.S.A. Guía Para el Cuidado y Uso de Los Animales de Laboratorio. Department of Health and Human Services, Public Health Service, National Institutes of Health U.S.A. Edición Mexicana Auspiciada por la Academia Nacional de Medicina. México, D.F. 2002.*<sup>8,9</sup>

El primer escenario es la procuración del bloque corazón-pulmón y la preparación del injerto para trasplante del pulmón izquierdo. Como objetivos de aprendizaje el alumno debió llevar a cabo la adecuada preservación del hilio pulmonar, con separación adecuada de la arteria, venas pulmonares y bronquio. En este escenario se valora como resultado de aprendizaje por parte de los alumnos la adecuada técnica quirúrgica (figura 1).

El segundo escenario es la realización del trasplante pulmonar izquierdo. El objetivo de aprendizaje es la realización de la neumonectomía izquierda y el implante del injerto, con adecuada anastomosis de las venas pulmonares a la orejuela izquierda, la anastomosis de la arteria pulmonar y del bronquio (figura 2). En este escenario se valora como resultado de aprendizaje por



**Figura 1.** Preparación del pulmón izquierdo como injerto por parte de los residentes.



**Figura 2.** Cirugía de trasplante por parte de los residentes.

parte de los alumnos la técnica quirúrgica y la viabilidad del injerto durante un lapso de dos horas.

En total se utilizaron 84 cerdos, realizando 42 procuraciones correspondientes al primer escenario y 42 trasplantes correspondientes al segundo escenario. Todos los animales tuvieron preparación preoperatoria con anestesia general, soporte ventilatorio transoperatorio y en el grupo del trasplante postoperatorio por 2 h, después de lo cual se llevó a eutanasia al espécimen.

## RESULTADOS

En los dos escenarios se llevaron a cabo los objetivos de aprendizajes de manera correcta; en el primero, en relación a la preparación adecuada del bloque corazón-pulmón y del injerto del pulmón izquierdo, no existieron complicaciones con ninguno de los grupos quirúrgicos. En el segundo, la realización adecuada del trasplante que fueron en total 42, todos los injertos fueron viables durante el tiempo estimado de dos horas postoperatorias. Los objetivos de aprendizaje se cumplieron adecuadamente obteniendo adecuados resultados de aprendizaje.

Para evaluar el sentir de los médicos residentes se aplicó una encuesta de salida de cinco preguntas, donde mencionaron sentirse bien en los dos escenarios. Los escenarios fueron muy útiles para poner en práctica las dos técnicas quirúrgicas descritas, les ayudó a mejorar su desempeño quirúrgico, mejoraron consecutivamente sus habilidades manuales y técnicas. Todos estuvieron de acuerdo en continuar realizando la simulación con modelo biológico vivo.

## DISCUSIÓN

La formación quirúrgica ha ido cambiando de manera sustancial desde los métodos halstedianos del siglo XX con la progresión de responsabilidades, a la introducción de las nuevas plataformas virtuales aplicadas a la medicina. Así también como los modelos simulados y los escenarios seguros para la práctica quirúrgica, como los simuladores de alta fidelidad en laparoscopia.<sup>10</sup>

La palabra cirugía proviene del griego *χειρουργία* (*cheirourgía*); *χειρ-* (*cheir-*) significa mano, *-ουργία* (*urgia*) de *ἔργον* (*ergon*) trabajo. Cirugía es trabajo manual. Implica la manipulación mecánica de las estructuras anatómicas de un ser humano con fines médicos, de ahí la importancia de tener entrenamientos que desarrollen habilidades técnicas adecuados, con escenarios seguros que permitan las fallas, pero que evalúen el resultado final. En nuestro estudio vimos la utilidad de usar un modelo biológico vivo, que permitiera la realización de técnicas quirúrgicas, pero con la finalidad de ver el trasplante pulmonar funcional, tanto el pulmón ventilado como el pulmón con circulación adecuada. Esto sólo lo pueden permitir modelos biológicos, ya que los modelos de alta fidelidad no tienen esta capacidad.<sup>11</sup>

Al presente, los cirujanos deben ser técnicamente competentes, socialmente relevantes, comprometidos con la calidad y el trabajo en equipo y profesionalmente íntegros. Estos atributos pueden ser desarrollados o consolidados con escenarios de simulación lo más cercanos a la realidad, donde la participación de varios residentes y demás personal de apoyo sirva para tener situaciones cercanas al campo profesional. Bajo estas aristas, seleccionamos escenarios complejos quirúrgicos, con un modelo vivo, ventilado y con monitorización que permita ver el avance técnico y los resultados de un grupo de residentes en formación.<sup>12</sup>

La simulación reproduce con gran realismo algunos de los escenarios de trabajo. El objetivo es permitir que los estudiantes o profesionales en formación se entrenen sin poner en riesgo la vida de los pacientes como se hacía tradicionalmente. Los cirujanos no deberían completar su curva de aprendizaje en el quirófano, sino en escenarios simulados, a fin de perfeccionar

sus técnicas y cometer errores sin daño al paciente, además de repetir las veces necesarias para mejorar en habilidades. En nuestro grupo de residentes, el hecho de repetir las técnicas del trasplante pulmonar en el modelo biológico permite reafirmar técnicas y aprender nuevas sin daño al paciente y con la posibilidad de que evalúen ellos mismos el resultado al ver viable el injerto trasplantado.<sup>13</sup>

Una parte fundamental del aprendizaje es la evaluación, permite ver a qué distancia está el alumno de lograr los objetivos trazados, puede hacerse con fines diagnósticos o fines propiamente evaluatorios. En nuestro caso, la evaluación fue a la par del proceso de retroalimentación a través de un cuestionario que permitió ver el grado de percepción que tiene de su propio aprendizaje.<sup>14</sup>

Diseñar una experiencia de aprendizaje en la cirugía debe tomar en cuenta el contexto práctico y social del mismo, considerando al alumno como alguien que a través de la práctica va consolidando su aprendizaje. La justificación pedagógica de emplear la simulación en la enseñanza de la cirugía va más allá de la adquisición de meras destrezas manuales, debe influir en un aprendizaje significativo y profundo que deje huella en el estudiante, deben ser diseñados los escenarios para reforzar lo que en la vida profesional se hace, además del contexto sociocultural al que pertenece. En nuestras prácticas se hizo hincapié en todo el contexto del trasplante dando importancia a cada paso desde el escenario de la procuración del injerto, hasta el propio trasplante con énfasis, además de en la técnica, en el cuidado transoperatorio y postoperatorio del espécimen.<sup>15,16</sup>

Para poder llevar a cabo los escenarios de simulación utilizamos un modelo biológico que nos diera la posibilidad de realizar la técnica quirúrgica lo más cercano a la realidad; por ello, el modelo debía estar vivo, pues los modelos biológicos inanimados tienen la limitación de que escenarios como el trasplante donde queremos ver la viabilidad del injerto no se pueden hacer ya que estos modelos sólo se limitan a la práctica de la técnica operatoria y nada más.<sup>17</sup>

Los modelos biológicos con animales de experimentación como el nuestro constituyen el nivel más alto de complejidad de todos los modelos experimentales y, por tanto, el más próximo a las condiciones reales. Es el modelo por excelencia y la fuente principal de conocimiento de la fisiopatología quirúrgica. Un modelo animal puede definirse como el uso de un animal de experimentación que reproduce una enfermedad o un estado fisiológico normal, de manera más o menos parecida al humano para permitir su conocimiento o abordaje mediante diferentes técnicas terapéuticas.

Un animal de laboratorio es aquél que se engendra y se cría para una investigación con algún fin científico. Nuestros animales son cerdos criados para experimentación que reproducen un buen escenario de simulación muy parecido al humano y donde los residentes pueden hacer procedimiento semejantes a los de su práctica profesional.<sup>18</sup>

Una manera de evaluar el desempeño en escenarios de simulación es la utilización de listas de cotejo o listas de verificación, estas últimas más sencillas de usar, en donde punto por punto vemos lo que el alumno va desarrollando. En nuestros residentes, todos cirujanos, no creímos conveniente hacer este tipo de evaluación, sino ver el resultado final del trasplante, con la viabilidad del injerto; y al final, hacer una encuesta en donde ellos opinaran sobre su contacto y aprendizaje con los escenarios de simulación. En todos los casos fue adecuada.<sup>19</sup>

## CONCLUSIONES

La simulación con modelo biológico vivo permite evaluar los resultados de aprendizaje con el adecuado funcionamiento del modelo. Es una herramienta útil para enfrentar al residente con la realidad; además, es muy adecuado para poder hacer que reconozca lo aprendido y lo que reforzó al final de los escenarios. Ésta debe ser una herramienta didáctica indispensable durante el entrenamiento quirúrgico que completará de manera muy adecuada la práctica clínica y quirúrgica real.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

## REFERENCIAS

1. Galindo LJ, Visbal SL. *Simulación, herramienta para la educación médica*. Sal Uninorte 2007;23(1):79-97.
2. Jakimowicz JJ, Jakimowicz MC. *Simulación en cirugía, ¿dónde estamos y a dónde llegaremos?* Cir Cir 2011;79(1):44-49.
3. Maran NJ, Glavin RJ. *Low- to high-fidelity simulation-a continuum of medical education?* Med Educ 2003;37(Suppl 1):22-28.
4. Committee on Quality of Health Care in America, Institute of Medicine. In: Kohn LT, Corrigan JM, Donaldson MS, editors. *To err is human: building a safer health care system*. Washington, DC: National Academy Press; 1999.p.10-15.
5. Vázquez-Mata G, Guillamet-Lloveras A. *El entrenamiento basado en la simulación como innovación imprescindible en la formación médica*. Educ Med 2009;12(3):149-155.
6. Iñiguez-García MA, Jasso-Victoria R, Olmos-Zúñiga R, et al. *Trasplante pulmonar en un modelo experimental*.



- Capacitación para residentes de cirugía torácica.* Neumol Cir Torax 2013;72(1):25-31.
7. Vázquez-Minero JC, Guzmán-de Alba E, Iñiguez-García MA, et al. *Utilidad de la simulación de realidad virtual en la residencia de cirugía de tórax en México.* Neumol Cir Torax 2018;77(1):10-13.
  8. *Especificaciones Técnicas para la Producción, Cuidado y Uso de Animales de Laboratorio de la Norma Oficial Mexicana NOM-062-ZOO-1999.* Diario Oficial de la Federación, 6 de diciembre, 1999. Estados Unidos Mexicanos.
  9. *Guía Para el Cuidado y Uso de Los Animales de Laboratorio.* Department of Health and Human Services, Public Health Service, National Institutes of Health U.S.A. Edición Mexicana Auspiciada por la Academia Nacional de Medicina. México, D.F., 2002.
  10. Saá AR, Losada RJ, Colina AA. *Enseñanza de la cirugía: nuevos tiempos, nuevos métodos.* Cir Esp 2012;90(1):17-23.
  11. Porras-Hernández JD. *Enseñanza y aprendizaje de la cirugía.* Inv Ed Med 2016;5(20):261-267.
  12. Abreu HL, Cid GA, Herrera CG, et al. *Perfil por competencias del médico general mexicano 2008.* México: Elsevier, Asociación Mexicana de Facultades y Escuelas de Medicina; 2008;15-35.
  13. Ruiz-Gómez JL, Martín-Parra JI, González-Noriega M, Redondo-Figuero CG, Manuel-Palazuelos JC. *La simulación como modelo de enseñanza en la cirugía.* Cir Esp 2018;96(5):313-314.
  14. Durante ML, Ortigosa RJ, Sánchez MM. *Evaluación en educación médica.* En: Grawue WE, Sánchez MM, Durante ML, editores. *Educación en las residencias médicas.* México: Editores de Textos Mexicanos; 2010.p.277-288.
  15. Wenger E. *Comunidades de práctica. Aprendizaje, significado e identidad.* Barcelona: Paidós; 2001.p.53-73.
  16. Kieu V, Stround L, Huang P, et al. *The operating theatre as classroom: a qualitative study of learning and teaching surgical competences.* Educ Health (Abingdon) 2015;28(1):22-28. doi: 10.4103/1357-6283.161845.
  17. Torres GB, Ramírez SME, Caravantes CMI. *Diseño y descripción del primer simulador biológico inanimado para el entrenamiento de cirugía de labio y paladar hendidos.* Cir Plast 2009;19(1-3):17-22.
  18. Molina MJL, Silveira PEA, Heredia RD, et al. *Los simuladores y los modelos experimentales en el desarrollo de habilidades quirúrgicas en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias de la salud.* Rev Electron Vet 2012;13(6):1-23.
  19. Granados-Romero JJ, Valderrama-Treviño AI, Mendoza-Barrera GE, et al. *Evaluación de competencias básicas en cirugía de mínima invasión en alumnos de pregrado de la Facultad de Medicina de la UNAM.* Cir Endosc 2014;15(1-4):24-29.