

# Simulación quirúrgica en modelos biológicos porcinos en la formación de residentes de cirugía cardiotorácica

Carlos Rafael Sierra Fernández<sup>a,‡</sup>, María Fernanda Suárez Bravo<sup>b,§</sup>, Iván Hernández Mejía<sup>c,◊</sup>, Alejandro Juárez Hernández<sup>c,¶</sup>, César Castillo Romero<sup>c,◊</sup>, Jesús Sánchez Pacheco<sup>c,◊,\*</sup>

Facultad de Medicina



## Resumen

**Introducción:** Los planes de residencia médica quirúrgicos enfrentan el dilema de los métodos de enseñanza tradicionales, que promueven la adquisición de habilidades y competencias por medio de prácticas “in vivo”. Al día de hoy, el proceso de aprendizaje para la práctica quirúrgica de la cirugía cardiaca no ha logrado consolidarse totalmente. El desarrollo de nuevas estrategias de enseñanza es necesario para la evolución de los planes de entrenamiento. Una opción viable es generar programas de simulación en modelos biológicos que se sumen a los planes de enseñanza tradicionales.

**Objetivo:** Evaluar el impacto en el desarrollo de habilidades quirúrgicas de un programa de aprendizaje estructurado de técnicas de cirugía cardiaca en modelos

biológicos porcinos en un grupo de residentes de cirugía cardiotorácica.

**Método:** Se implementó un programa de simulación quirúrgica en modelos biológicos porcinos conformado por 20 sesiones teórico-prácticas, simulando la interacción entre cirujano y primer ayudante dentro de quirófano, guiados por un tutor y dos instructores. Se realizó una evaluación y análisis sobre el impacto del programa, en el desarrollo de habilidades y conocimientos adquiridos, al inicio y al término del programa.

**Resultados:** Se realizaron 20 prácticas durante el ciclo académico, con 10 médicos residentes participantes, observándose una evolución favorable en las habilidades motrices de los asistentes evaluados al finalizar el programa, con una media en la calificación inicial de 18.8

<sup>a</sup> Dirección de Enseñanza, Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez, Cd. Mx., México.

<sup>b</sup> Médico pasante de Servicio Social, Departamento de Cirugía Cardiotorácica, Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez, Cd. Mx., México.

<sup>c</sup> Departamento de Cirugía Cardiotorácica, Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez, Cd. Mx., México.

ORCID ID:

<sup>‡</sup> <https://orcid.org/0000-0002-7303-0935>

<sup>§</sup> <https://orcid.org/0000-0001-9825-2430>

<sup>◊</sup> <https://orcid.org/0000-0002-0381-2894>

<sup>¶</sup> <https://orcid.org/0009-0007-9375-3835>

<sup>◊</sup> <https://orcid.org/0000-0001-7628-3324>

<sup>◊</sup> <https://orcid.org/0000-0002-1701-3698>

Recibido: 26-junio-2023. Aceptado: 5-marzo-2024.

\* Autor de correspondencia: Jesús Sánchez Pacheco.

Departamento de Cirugía Cardiotorácica, Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez. Juan Badiano 1, Col. Belisario Domínguez, Sección XVI, Tlalpan, Cd. Mx. C.P.14080.

Correo electrónico: drjesussanchezpacheco@hotmail.com

Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

(DS  $\pm 4.686$ ), que evolucionó a 27.3 (DS  $\pm 2.003$ ) de un total de 30 puntos al final del programa.

**Discusión:** Con base en la evaluación del programa, se observó una mejoría en las habilidades quirúrgicas obtenidas por los médicos residentes.

**Conclusiones:** El aprendizaje por simulación implica un proceso de práctica segura para los residentes y pacientes, que tiene un impacto positivo en el desarrollo de habilidades motrices.

**Palabras clave:** Residencia en cirugía cardiotorácica; entrenamiento por simulación; simulación quirúrgica en modelo biológico; cirugía cardiotorácica.

Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## Surgical simulation on porcine biological models in the training of cardiothoracic surgery residents

### Abstract

**Introduction:** Surgical medical residency plans face the dilemma of traditional teaching methods, which promote the acquisition of skills and competencies through “in vivo” practices. To date, the learning process for surgical practice of cardiac surgery has not been fully consolidated. The development of new teaching strategies is necessary for the evolution of training plans. One viable option is to generate simulation programs on biological models that can be added to traditional teaching plans.

**Objective:** To evaluate the impact on the development

of surgical skills of a structured learning program of cardiac surgery techniques in porcine biological models in a group of cardiothoracic surgery residents.

**Methods:** A surgical simulation program was implemented in swine biological models consisting of 20 theoretical-practical sessions, simulating the interaction between surgeon and first assistant in the operating room, guided by a tutor and two instructors. An evaluation and analysis of the impact of the program on the development of skills and knowledge acquired at the beginning and end of the program was analyzed.

**Results:** 20 practical sessions were performed during the academic cycle, with 10 participating resident physicians, observing a favorable evolution in the motor skills of the assistants evaluated at the end of the program, with a mean initial score of 18.8 (SD  $\pm 4.686$ ), which evolved to 27.3 (SD  $\pm 2.003$ ) out of a total of 30 points at the end of the program.

**Discussion:** Based on the evaluation of the program, an improvement in the surgical skills obtained by the resident physicians was observed.

**Conclusions:** Simulation learning implies a safe practice process for residents and patients, which has a positive impact on the development of motor skills.

**Key words:** Cardiothoracic surgery residency, simulation training, biological simulation model, cardiothoracic surgery.

This is an Open Access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## INTRODUCCIÓN

La enseñanza médica de calidad demanda la generación constante de estrategias funcionales y efectivas, que impacten de manera positiva en el desarrollo de los médicos en formación. En la enseñanza enfocada a especialidades quirúrgicas, específicamente la enseñanza para adquisición de habilidades quirúrgicas, el objetivo principal es generar Cirujanos técnicamente competentes, con habilidades motrices determinadas que se reflejen en resultados posquirúrgicos favorables en los pacientes. En diversos

programas, el proceso tradicional de enseñanza en Cirugía basado en la adquisición de habilidades en el paciente o enseñanza “in vivo”, referido en la literatura como el método “ve una, haz una, enseña una” propuesto originalmente por el Dr. Langenbeck y perfeccionado por el Dr. Halsted hace más de 100 años, es practicado aún hoy en día, a pesar de las implicaciones éticas y legales que pudieran atribuírsele en la actualidad<sup>1,2</sup>.

Al día de hoy existen fundamentos éticos que respaldan la necesidad de reducir el uso de este método

tradicional, lo que ocasiona falta de práctica en los residentes, prolongación en las curvas de aprendizaje y en tiempos quirúrgicos, así como un aumento en la incidencia de eventos adversos<sup>3-5</sup>. Más allá de involucrar activamente al médico en desarrollo en su proceso de aprendizaje utilizando distintas estrategias como la realización de resúmenes, diagramas o preguntas directas durante las actividades clínicas o quirúrgicas del residente; la adquisición de habilidades motrices amerita el ejercicio de las mismas de manera periódica y ordenada, ya que en la enseñanza de la cirugía existe una curva de aprendizaje que debe superarse<sup>1,3</sup>. El proceso de adquisición de habilidades motrices en el ámbito quirúrgico es complejo y demanda la integración de estrategias que, aunadas a un aprendizaje teórico sólido, promuevan la evolución profesional y desarrollo de los médicos en formación.

El uso de modelos biológicos para la enseñanza y adquisición de habilidades en cirugía, no es una idea reciente y ha sido una herramienta utilizada, para el entrenamiento de residentes y cirujanos en el desarrollo de habilidades específicas<sup>1,4,6</sup>. El entrenamiento por simulación en las especialidades quirúrgicas otorga una experiencia inmersiva en un ambiente confortable y controlado para el médico en formación, sin comprometer la seguridad del paciente<sup>7</sup>. Existen diversos ejemplos de la enseñanza en cirugía cardiotorácica por medio del uso de simuladores en modelos biológicos, incluso para el aprendizaje y entrenamiento en técnicas quirúrgicas complejas en cirugía de cardiopatías congénitas, como el expuesto en el trabajo de Castillo et al. para la práctica del procedimiento de Nikaidoh<sup>8</sup>. El estudio, elaborado por Valdis et al., comparó los resultados de 40 médicos en entrenamiento para cirugía cardíaca robótica por medio de talleres. Los integrantes del estudio fueron divididos en 4 grupos, un grupo practicó en modelo biológico porcino, el segundo en simuladores de realidad virtual, el tercero se sometió a entrenamiento directo en el robot y el cuarto grupo fue considerado control, por lo que no fue partícipe de ningún entrenamiento. Los resultados indicaron una mejora en la adquisición de habilidades y disminución de tiempo quirúrgico en el grupo de simulación biológica<sup>9</sup>. En el estudio publicado por Smelt et al. se utilizó una escala de evaluación basada en otorgar una califi-

cación a la práctica en modelo biológico bajo un análisis subjetivo y guía por parte de los tutores del curso en el que se demostraron buenos resultados en el análisis general de los evaluados, que a pesar de ser resultados de una evaluación subjetiva sugieren que este tipo de práctica representa un buen escenario para el desarrollo de habilidades específicas en cirugía cardíaca<sup>10</sup>. Aunado a los anteriores, otras instituciones han establecido, de manera aislada, prácticas cada vez más enfocadas y organizadas en modelos biológicos, que tienden a ser costoefectivas al momento de ser evaluadas<sup>1,11</sup>.

En el Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez consideramos que el aprendizaje estructurado de técnicas quirúrgicas desarrollado en un modelo biológico implementado como parte del programa académico formal de la subespecialidad, tiene un impacto mayor en el desarrollo y evolución profesional de los futuros cirujanos cardiotorácicos, a diferencia de la práctica a la que pudieran verse expuestos en cursos ocasionales durante su preparación como residentes o como cirujanos recién egresados. También postulamos que la simulación quirúrgica en modelos biológicos porcinos, ideada de una manera integral y con un enfoque realista de aproximación a la práctica “in vivo” en sala de operaciones, tiene un impacto positivo en la evolución del médico en formación. Basado en lo estipulado anteriormente, en el año 2021 el programa de residencia en Cirugía Cardiotorácica en conjunto con la Dirección de Enseñanza del Instituto, establecimos la necesidad de iniciar un programa de talleres de simulación en modelos biológicos que impactara de manera positiva en el desarrollo de los cirujanos en formación. En 2022 se modificó el programa original con la intención de ofrecer una simulación más apegada al proceso quirúrgico en sala de operaciones. El objetivo del programa fue establecer una práctica continua y monitorizada para los residentes, libre de riesgo para pacientes y residentes, en la que el impacto de la misma en el desarrollo de habilidades motrices pudiera ser evaluado.

## OBJETIVO

Evaluar el impacto en el desarrollo de habilidades quirúrgicas de un programa de aprendizaje estructurado de técnicas de cirugía cardíaca en modelos

biológicos porcinos, en un grupo de residentes de cirugía cardiotorácica.

## MÉTODO

Se realizó un estudio prospectivo, observacional y longitudinal de marzo 2022 a febrero 2023. La población del estudio incluyó a todos los residentes de cirugía cardiotorácica inscritos en el programa del Instituto Nacional de cardiología Ignacio Chávez en la Ciudad de México en ese periodo académico, un total de 10 residentes fueron incluidos.

El diseño del programa de simulación constó de 20 sesiones sabatinas, realizando una sesión cada 15 días. La sesión integró una clase teórica de 2 horas y un taller de simulación con duración aproximada de 3 horas, para un total de 5 horas. La parte inicial de la sesión se enfocó a la exposición de la técnica quirúrgica y el análisis de posibles complicaciones, continuando con el taller de simulación del tiempo quirúrgico principal de un determinado procedimiento utilizando un modelo biológico de corazón porcino para trabajar en equipos de 2 médicos residentes, simulando la interacción quirúrgica real entre cirujano y primer ayudante en la sala de operaciones, guiados por un tutor principal y 2 instructores, cuya función fue monitorizar y evaluar de manera constante el desarrollo de la práctica. Se otorgó una retroalimentación continua durante toda la simulación, priorizando la calidad de la técnica, sin la imposición rigurosa de un tiempo quirúrgico. El programa se diseñó abarcando las técnicas quirúrgicas más comunes en cirugía cardiotorácica. La selección del temario se realizó en conjunto entre el coordinador del curso y los instructores tomando en cuenta dos consideraciones, la frecuencia de realización de los procedimientos y la complejidad de los mismos. Se formuló también la necesidad de una evolución natural en la adquisición de habilidades, iniciando por los procedimientos técnicamente menos demandantes, escalando en complejidad conforme avanza el curso. El temario fue subdividido en 3 secciones: cirugía cardíaca en pacientes adultos, cirugía de cardiopatías congénitas y finalmente cirugía mínimamente invasiva, con un total de 20 sesiones como puede observarse en la **tabla 1**.

La procuración de los modelos anatómicos se realiza metódicamente de forma que los órganos

se mantengan lo más lozano posible para simular al corazón humano *ex vivo*. La práctica tiene lugar aproximadamente 48 horas posteriores a la inmolación del animal, manteniendo los modelos biológicos en refrigeración a 4 °C. Se utilizaron un total de 12 modelos por sesión, distribuyendo 1 modelo por equipo para la mayoría de las prácticas. En todos los talleres se utilizaron guantes por parte de los residentes e instructores para el manejo de los corazones porcinos. Los modelos utilizados, las agujas y punzocortantes se depositaron en un recipiente específico para tal propósito y se desecharon bajo las normas de manejo de residuos peligrosos biológico infecciosos por parte del personal encargado de manejo de residuos en el Instituto.

Las prácticas se realizaron en un aula estándar, utilizando el mobiliario habitual de la misma. Las mesas utilizadas tienen 78 cm de altura por 60 × 60 cm en la parte superior, las bases para la práctica fueron elegidas de acuerdo a la preferencia del participante entre dos modelos, el primer modelo es una base de acrílico de 25 × 25 × 25 cm, el segundo modelo es una base de plástico de 35 × 25 × 30 cm, en la parte superior de las bases se colocó una estructura circular con orificio central para el posicionamiento del modelo y ranuras periféricas para la distribución de suturas. Para posicionar el modelo se utilizaron dos agujas de tejer de 25 cm. Los materiales utilizados de manera regular son guantes de látex o nitrilo, instrumental quirúrgico habitual de cirugía cardiovascular y suturas no estériles, reutilizadas y recolectadas de manera intencional al término de los procedimientos regulares, o suturas caducadas donadas por el Instituto con la intención de su uso durante el programa; los materiales utilizados y la disposición para su uso durante la fase práctica puede observarse en la **figura 1**. Otros materiales adicionales incluyen: válvulas protésicas biológicas, anillos valvulares, parches de pericardio e injertos vasculares, todos por donación institucional o por parte de casas comerciales. Se cumplieron un total aproximado de 100 horas del programa de simulación durante el año académico. La asistencia al curso fue variable, con una asistencia aproximada de 90% por parte de los médicos residentes. Las ausencias se presentaron cuando coincidieron las sesiones con periodos vacacionales de los médicos residentes, pro-

**Tabla 1.** Temario del programa de sesiones teórico-prácticas

Tema	
1	Anatomía cardiaca
2	Canulación y CEC
3	Cambio valvular aórtico/ampliación del anillo aórtico: Nicks/Manouguian
4	Cambio valvular mitral
5	Cambio valvular tricúspideo
6	Reparación de la válvula mitral/tricúspide
7	Revascularización coronaria/anastomosis vascular
8	Bentall y De Bono
9	Cirugía conservadora de la válvula aórtica
10	Commando mitro-aórtico
11	Cierre de CIV / aneurisma ventricular
12	CIA / Fístulas sistémico-pulmonares
13	Trasplante cardiaco
14	Cirugía de cardiopatías congénitas Jatene
15	Cirugía de cardiopatías congénitas Konno-Rastan
16	Cirugía de cardiopatías congénitas cambio valvular pulmonar
17	Cambio valvular aórtico mínimamente invasivo
18	Cambio valvular mitral mínimamente invasivo
19	Cambio valvular tricúspideo mínimamente invasivo
20	Cirugía de reparación valvular/tricúspide mínimamente invasiva

CEC: circulación extracorpórea; CIV: comunicación interventricular; CIA: comunicación interauricular.



**Figura 1.** Trabajo en equipos de 2 integrantes y material utilizado para la práctica  
a) Trabajo en equipos de 2 integrantes, simulando la interacción entre cirujano y primer ayudante en el procedimiento quirúrgico en el quirófano. b) Material utilizado para la práctica.

Tabla 2. Hoja de evaluación

Habilidad	1 Frecuente/Repetidamente	2 Ocasionalmente	3 Mínimo	4 Ocasionalmente	5 Frecuente
Manejo de tejido	Uso de fuerza y daño ocasionado al tejido por uso inapropiado del instrumental	Manejo adecuado del instrumental con daño inadvertido de tejido		Manejo adecuado del instrumental con daño mínimo al tejido	
Tiempo y Motricidad	Movimientos innecesarios	Adecuado tiempo, pero movimientos innecesarios		Adecuados movimientos y eficiencia en tiempo	
Manejo de instrumental	Uso inapropiado del instrumental con múltiples movimientos	Uso inapropiado del instrumental		Movimientos fluidos, uso adecuado del instrumental	
Progresión y técnica	Pausas continuas e inseguridad del siguiente movimiento	Pausas al planear el siguiente movimiento Progresión adecuada del procedimiento		Planeación clara del procedimiento, sin dificultad para cambiar de un movimiento a otro	
Dirección del médico ayudante	Incapacidad de dirigir la asistencia o mala dirección de la asistencia	2 Mínimamente	3 Mayormente	4 Mínimamente	5 Mayormente
		Uso apropiado de la asistencia la mayor parte del tiempo		Uso estratégico, adecuado y eficiente de asistencia	
Conocimiento / Teoría	Conocimiento deficiente, necesidad de instrucciones para realizar el siguiente movimiento	Conoce los pasos relevantes del procedimiento		Demuestra familiaridad con cada paso del procedimiento	

Basado en Smelt, J et al. (7), con modificaciones de Suárez para la evaluación de habilidades y adquisición de conocimiento teórico.

gramación sabatina de procedimientos quirúrgicos y/o necesidades asistenciales indispensables; esto último debido a que hasta el momento no existe en nuestro sistema de residencia el modelo de tiempo académico protegido. Se integraron también a las prácticas, médicos residentes de cirugía cardiotorácica de otras sedes hospitalarias, médicos pasantes de servicio social del Instituto y médicos rotantes del servicio. La evaluación se realizó de manera exclusiva a los médicos residentes del servicio de cirugía cardiotorácica de nuestro hospital.

La evolución en el desarrollo de las habilidades adquiridas se evaluó por medio de una tabla adaptada donde se asignó de manera subjetiva por parte de los instructores una puntuación del 1 al 5 en relación a la frecuencia en la que una acción determinada se realizó de una manera específica por cada uno de los residentes, siendo 5 la mayor calificación posible. Esta evaluación se realizó en dos momentos diferentes del ciclo de 20 sesiones, la primera durante la fase práctica de la tercera sesión, la segunda durante la última sesión, ambos resultados se compararon entre sí para determinar el desarrollo de habilidades. Las habilidades evaluadas y las puntuaciones se observan en la **tabla 2**.

Se realizó también una evaluación subjetiva basada en los distintos niveles cognitivos de la taxonomía de Bloom, para valorar el nivel de aprendizaje personal y académico en los participantes del programa; esta evaluación también fue realizada por los tutores y los instructores del curso.

Por último, se realizó una encuesta para “calificar” el curso impartido, dicha encuesta fue realizada por los médicos residentes de manera electrónica y anónima, la razón de esta encuesta fue esclarecer los objetivos personales, prioridades y evaluar propuestas de mejora por parte del grupo de residentes.

### Análisis de datos

Los datos se analizaron con el programa SPSS® versión 20.0 (IBM, Nueva York, EE.UU.). Todos los datos descriptivos se expresan como media  $\pm$  desviación estándar.

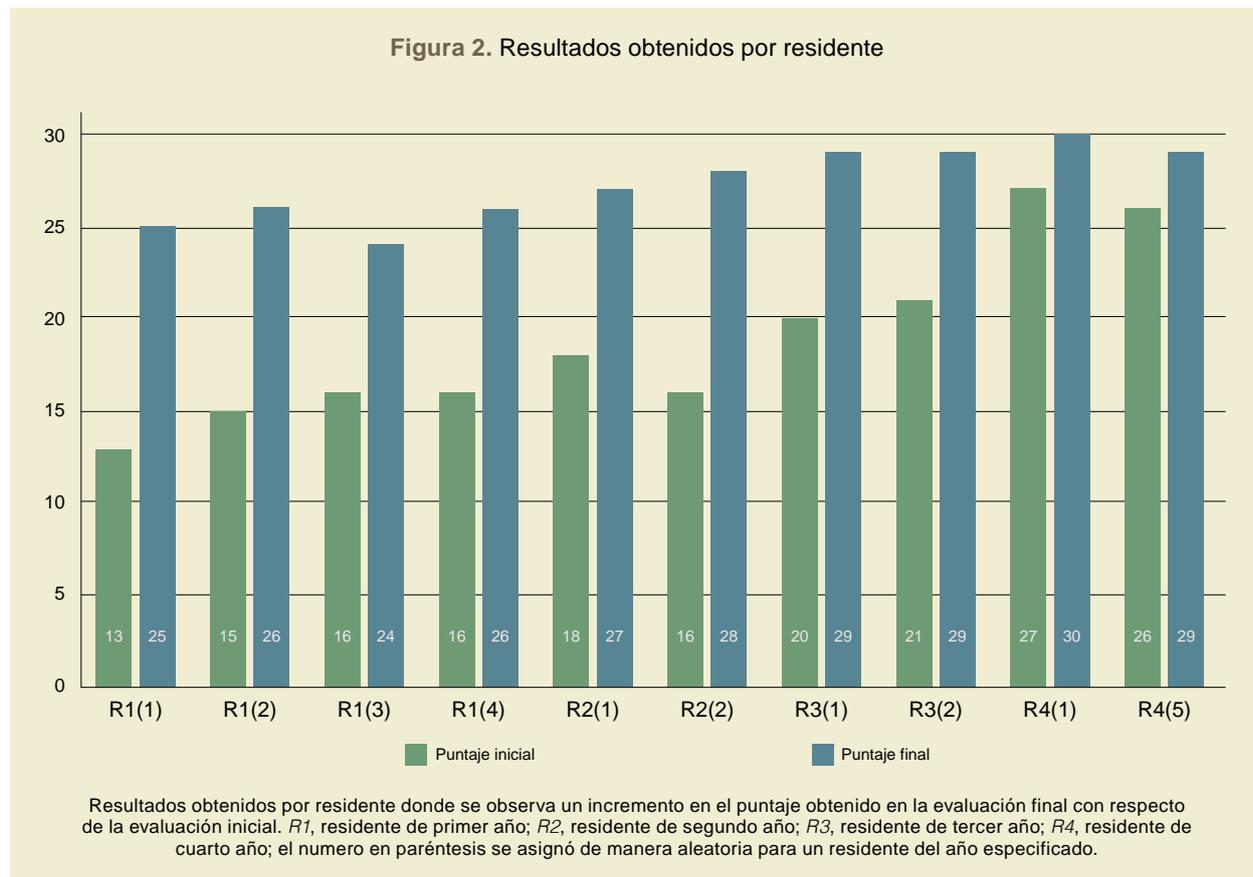
### Consideraciones éticas

Todos los involucrados en el protocolo otorgaron su consentimiento de manera voluntaria para participar con firma de consentimiento informado. La procuración de modelos biológicos se realizó por parte de una institución ajena tomando en cuenta

**Tabla 3.** Resultados de la evaluación inicial y final

	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
<b>Puntaje inicial</b>	13	27	18,80	4,686
<b>Puntaje final</b>	24	30	27,30	2,003

Se muestran puntaje mínimo y máximo, así como la media de ambos puntajes y su desviación estándar.



las normas internacionales para procuración y manejo de animales de experimentación, haciéndose responsables de las declaraciones correspondientes a la procuración de dichos modelos.

### RESULTADOS

Se evaluaron los resultados de los 10 residentes, comparando las calificaciones obtenidas en la evaluación inicial y final. La media de la calificación inicial del grupo fue de 18.80 puntos, con un puntaje mínimo de 13 y un puntaje máximo de 27. La media de la calificación final fue de 27.3 puntos, con un puntaje mínimo de 24 y un puntaje máximo de 30, como se

observa en la **tabla 3**. Se notó una evolución favorable en las habilidades evaluadas al final del programa con respecto de la evaluación inicial, observando la mejoría menos significativa en el puntaje de los residentes de último año como se observa en la **figura 2**.

La evolución general e individual del grupo evaluada por medio de la taxonomía de Bloom, se determinó favorable por parte del tutor y los instructores, para el uso del programa como estrategia didáctica en la evaluación de conocimiento, comprensión y aplicación de la enseñanza teórica, impartida previa a la clase; sin embargo, no se observó mejoría en el análisis y síntesis de los temas desarrollados a largo

plazo. La consolidación del conocimiento teórico se vio afectada de manera positiva, de acuerdo a lo evaluado de manera subjetiva por los instructores por medio de la taxonomía de Bloom. Como punto adicional, se observó una mejoría en la integración del grupo de médicos residentes, con impacto positivo en la interacción interpersonal y colectiva del equipo, en la práctica académica y asistencial durante el año.

La evaluación subjetiva por parte de los residentes acerca del curso, concluyó que el método de aprendizaje basado en talleres de simulación se percibe como adecuado por parte de los 10 residentes. El conocimiento de la anatomía cardíaca fue considerado como el aporte primordial del programa al desarrollo de la habilidad quirúrgica. La adquisición de conocimiento teórico se calificó como el aporte principal al desarrollo profesional de los residentes, mientras que el uso adecuado de la asistencia transoperatoria por el primer ayudante, el manejo adecuado del instrumental y el tiempo del procedimiento, se tomaron como los aportes con menor importancia. Todos los encuestados consideraron que el programa es una herramienta de utilidad en su desarrollo profesional. La adquisición de conocimiento teórico y el desarrollo de habilidades quirúrgicas, se valoró por todos los encuestados, como la prioridad del aprendizaje durante su desarrollo profesional en la residencia médica. El fortalecimiento de las relaciones interpersonales entre el grupo de residentes, fue referido como un aporte relevante del programa por la mayoría de los encuestados.

## DISCUSIÓN

Este trabajo analiza la evolución en el desarrollo de habilidades quirúrgicas en un grupo de residentes de cirugía cardíaca posterior a la exposición de los mismos a un programa de simulación en modelos biológicos porcinos. Se describe también la experiencia institucional en el desarrollo de un nuevo modelo de asignatura implementado en el programa de residencia de cirugía cardiotorácica, siendo un aditamento positivo en la práctica y una ventaja de utilidad a nivel curricular.

Existen diversas opciones para consolidar de forma efectiva el aprendizaje integral de los residentes de cirugía cardiotorácica. Con base en la evaluación

del programa, el aumento en la evaluación final respecto de la evaluación inicial, traduce una mejoría en las habilidades quirúrgicas de los residentes: como manejo de tejidos, orientación espacial, manejo de instrumental quirúrgico, disminución en tiempos de anudado de suturas, entre otros que forman parte de los parámetros evaluados y sugeridos en la **tabla 2**; dicha mejoría se reflejó de manera más evidente en los residentes de primer y segundo año, que en los residentes de tercer y cuarto año, en quienes se observó una mejoría menor en el puntaje, probablemente secundario a la mayor experiencia, habilidades y conocimiento de las técnicas quirúrgicas desarrolladas de manera natural durante su formación y contar desde el inicio con un puntaje elevado. En la evaluación subjetiva se observó gran conformidad con la práctica; sin embargo, también fue evidente un desinterés en cuanto al desarrollo de relaciones interpersonales y agotamiento, probablemente secundario a la carga de trabajo asistencial y falta de tiempo libre, para realizar actividades extracurriculares que puedan impactar de manera positiva, en la actitud del residente ante propuestas diferentes de aprendizaje. Esto invita a analizar los métodos de aprendizaje aplicados durante los cursos de residencia, evaluar el desarrollo académico y de habilidades de enseñanza de los involucrados, con la intención de mejorar de manera constante e integral los programas. Por ejemplo, el estudio de la Universidad de Stanford enfocado a las estrategias de enseñanza en un ambiente de simulación en cirugía cardíaca, demostró que las habilidades del equipo de instructores, pueden ser mejoradas en los siguientes aspectos: clima de aprendizaje, control de la sesión, comunicación de objetivos, fomento de la comprensión, fomento de la retención y la capacidad de evaluación<sup>11</sup>.

A nivel Latinoamérica, identificamos publicado un curso similar en la “Universidad de Medicina de Sao Paulo”, en el cual destaca el trabajo de máximo 2 residentes por modelo anatómico, así como la evaluación de los participantes por medio de una evaluación de su autoría. Se observó una disminución del 15-20% del tiempo requerido en la práctica de anastomosis vascular<sup>12</sup>. Similar al modelo brasileño, nuestro programa se enfocó a la interacción rigurosa de 2 participantes por estación de trabajo. Las

características diferenciales de nuestro programa radican en que las sesiones fueron sabatinas, realizadas de manera quincenal, con duración promedio de 5 horas, combinando una sesión teórica previa a la sesión práctica, utilizando exclusivamente modelos porcinos y siguiendo un temario calendarizado.

Existen simuladores no biológicos que demuestran el enorme avance tecnológico, al que se tiene acceso actualmente y que han sido utilizados para el entrenamiento de habilidades específicas con resultados prometedores, por ejemplo: el modelo desarrollado por la clínica de cirugía cardiovascular del Hospital Universitario de Zurich, para la práctica de revascularización coronaria con y sin circulación extracorpórea<sup>13</sup>; sin embargo, la realidad que enfrentan varios países en vías de desarrollo, es el acceso limitado a estas tecnologías, por lo que proyectos accesibles y de bajo costo, son la opción ideal en la búsqueda de un entrenamiento integral para los médicos en formación<sup>12</sup>. Es importante señalar que el modelo porcino es muy similar al corazón humano, semejando la anatomía quirúrgica a la que los futuros cirujanos se verán expuestos durante su práctica profesional.

El aprendizaje por simulación de alta fidelidad y el aprendizaje por simulación de baja fidelidad, mejoran el rendimiento cuando se comparan con grupos control que no se someten a ningún entrenamiento<sup>14</sup>. A este respecto, se debe señalar que en la mayoría de los estudios no se observa ninguna ventaja significativa de la simulación con alta fidelidad, sobre la simulación de baja fidelidad con diferencias medias que oscilan entre el 1 y el 2%<sup>14</sup>; por lo que la propuesta de simulación en modelos biológicos, a pesar de considerarse de baja fidelidad, es una opción viable, siendo reproducible y accesible para la mayoría de las instituciones encargadas de la formación de médicos residentes.

Consideramos que la selección del temario para este programa promueve la evolución natural en el desempeño de un cirujano cardiovascular en formación, pues el iniciar el programa con los procedimientos comunes en la práctica de la cirugía cardiovascular y técnicamente poco demandantes, y evolucionar en el programa a procedimientos menos comunes y con una complejidad mayor, semejan la evolución en la práctica profesional de un cirujano

cardiovascular. En 2012, el Departamento de Cirugía de University Southern California desarrolló un currículum de simulación en cirugía cardíaca basado en la opinión de un grupo de residentes y cirujanos cardiovasculares, sobre los procedimientos más comunes en cirugía cardíaca y que de acuerdo al criterio de los encuestados tuvieran mayor necesidad de práctica previo a su realización en pacientes in vivo. Los temas seleccionados para nuestro programa, aunque no determinados de manera similar, ni basados en la referencia antes citada, coinciden en gran medida con los temas propuestos en el mencionado currículum<sup>15</sup>.

Al igual que concluyen Guillinov et al.<sup>16</sup> en su artículo “Watch one, do one, teach one”, coincidimos en que no existe un único paradigma que sea aplicable a todos los cursos y a todos los residentes, por lo que el esfuerzo de los encargados de la enseñanza debe enfocarse a combinar de una manera óptima todas las estrategias que puedan ser de utilidad para el aprendizaje de la cirugía cardiotorácica, desde sus cimientos en las ciencias básicas, hasta la adquisición de habilidades necesarias para realizar técnicas quirúrgicas complejas, de una manera efectiva durante la práctica profesional de los futuros cirujanos.

Los autores consideramos que la limitante más importante de nuestro programa es la ausencia actual de evaluaciones objetivas, que puedan sustentar el impacto del programa en el desarrollo de habilidades en los médicos residentes de una manera más sólida. Sin embargo, lo anterior es un problema ya conocido y que, hoy en día, se continúa en busca de evaluaciones estructuradas y confiables, para la evaluación del impacto de estos programas de entrenamiento, sin que la falta de estas evaluaciones objetivas descarte la utilidad del programa.

## CONCLUSIONES

La instauración de un programa de técnicas quirúrgicas en modelos biológicos, favorece el desarrollo de habilidades y destrezas para los médicos en formación; en un ambiente seguro, libre de consideraciones éticas que involucren a pacientes humanos, con una aproximación a la práctica real en la sala de operaciones. Este ambiente posibilita una formación académica apropiada y permite la alternancia con distintos métodos de aprendizaje, que conceden

adaptarse a las diferentes necesidades de los integrantes de un curso de posgrado, incentivando a los residentes a desarrollar el perfeccionamiento de las técnicas quirúrgicas y, de esta forma, obtener mejores resultados a largo plazo.

### CONTRIBUCIÓN INDIVIDUAL

- CRSF, MFSB, IHM, JSP: Diseño y estructuración del protocolo.
- MFSB, IHM, AJH, CCR, JSP: Trabajo de campo y aplicación del protocolo.
- CRSF, MFSG, IHM, JSP: Análisis estadístico y estructuración de manuscrito.

### PRESENTACIONES PREVIAS

Ninguna.

### FINANCIAMIENTO

El financiamiento para la adquisición de modelos biológicos, insumos y préstamo de instrumental quirúrgico, fue otorgado por el Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez.

### CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses. 🔍

### REFERENCIAS

1. Inam H, Asif N, Sohail AA, Fatimi SH. Wet labs: A useful tool in training surgical residents in a third world country. *Ann Med Surg (Lond)*. 2020;57:137-9. <http://dx.doi.org/10.1016/j.amsu.2020.07.014>
2. Porras-Hernández JD. Enseñanza y aprendizaje de la cirugía. *Investig educ médica*. 2016;5(20):261-7. <http://dx.doi.org/10.1016/j.riem.2016.05.008>
3. Rao S. Ethics on the learning curve. *J Indian Assoc Pediatr Surg [Internet]*. 2022;27(2):191-5. [http://dx.doi.org/10.4103/jiaps.JIAPS\\_364\\_20](http://dx.doi.org/10.4103/jiaps.JIAPS_364_20)
4. Bernstein M, Knifed E. Ethical challenges of in-the-field training: a surgical perspective. *Learn Inq [Internet]*. 2007;1(3):169-74. <http://dx.doi.org/10.1007/s11519-007-0010-4>
5. Escobar MA, McCullough LB. Responsibly managing ethical challenges of residency training: A guide for surgery residents, educators, and residency program leaders. *J Am Coll Surg*. 2006;202(3):531-5. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jamcollsurg.2005.11.006>
6. Krishnamoorthy, Wr C, Shah, Bartely, Kendall, Lewis, et al. An intensive training of cardiothoracic surgical skills and simulation course increases procedural knowledge - feedback from fifteen courses. *Blood Hear Circ*. 2019;3(1). <http://dx.doi.org/10.15761/bhc.1000149>
7. Rabenstein AP, Khomutova A, Shroyer ALW, Scriven R, McLarty A, Tannous H, et al. Cardiac surgical simulation program during general surgery residency increases resident physician exposure to cardiac surgery and technical expertise. *JTCVS Open*. 2022;9:179-84. <http://dx.doi.org/10.1016/j.xjon.2022.01.002>
8. Castillo Romero C, Ricciardi G. Nikaidoh procedure: The Wet Lab trainee's perspective. *World J Pediatr Congenit Heart Surg*. 2021;12(1):124-7. <http://dx.doi.org/10.1177/2150135120957644>
9. Valdis M, Chu MWA, Schlachta C, Kiaii B. Evaluation of robotic cardiac surgery simulation training: A randomized controlled trial. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2016;151(6):1498-1505.e2. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtcvs.2016.02.016>
10. Smelt J, Valencia O, Nowell J, Roberts N, Jahangiri M. Agreement between examiners in wet lab assessment of cardiothoracic trainees. *Bull R Coll Surg Engl*. 2017;99(5):190-4. <http://dx.doi.org/10.1308/rcsbull.2017.190>
11. Fann JI, Sullivan ME, Skeff KM, Stratos GA, Walker JD, Grossi EA, et al. Teaching behaviors in the cardiac surgery simulation environment. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2013;145(1):45-53. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtcvs.2012.07.111>
12. Brandão CM de A, Dallan LRP, Dinato FJ, Monteiro R, Fiorelli AI, Jatene FB. Evaluation method of training simulation on biological models for cardiovascular surgery residents. *J Card Surg*. 2021;36(7):2247-52. <http://dx.doi.org/10.1111/jocs.15524>
13. Reuthebuch O, Lang A, Groscurth P, Lachat M, Turina M, Zünd G. Advanced training model for beating heart coronary artery surgery: the Zurich heart-trainer. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2002;22(2):244-8. [http://dx.doi.org/10.1016/s1010-7940\(02\)00269-5](http://dx.doi.org/10.1016/s1010-7940(02)00269-5)
14. Norman G, Dore K, Grierson L. The minimal relationship between simulation fidelity and transfer of learning: Simulation fidelity. *Med Educ*. 2012;46(7):636-47. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2923.2012.04243.x>
15. Baker CJ, Sinha R, Sullivan ME. Development of a cardiac surgery simulation curriculum: from needs assessment results to practical implementation. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2012;144(1):7-16. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtcvs.2012.03.026>
16. Gillinov, M., Mick, S., Mihaljevic, T., & Suri, R. M. (2016). Watch one, do one, teach one. *JTCVS*, 151(6), 1506-1507. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2016.02.033>