Aplicacion de la Anatomia

Recibido: 02.2025
Aceptado: 03.2025

Revista Argentina de Anatomía Online
2025, Vol. XVI, N° 1 pp. 38-41

Desarrollo de habilidades quirúrgicas en cirugía cardiovascular pediátrica con modelos porcinos

Development of surgical skills in pediatric cardiovascular surgery using porcine models

ARGENTINA

Schmidt, Leonel Iván;[1] Antoniazzi Pozzer, Guido Gracián;[1] Alderete, Nelson David;[2] Fogar, Gonzalo Sebastián;[1] Mijalec, Alexander;[2] Lagraña, Raúl;[2] Gorodner, Arturo Martín[1]
Universidad Nacional del Nordeste (U.N.N.E). Facultad de Medicina. Cátedra II de Anatomía Humana Normal. Corrientes, Argentina.
E-mail de autor: **Guido Gracián Antoniazzi Pozzer** guidoantoniazzi11@gmail.com

[1] Universidad Nacional del Nordeste (U.N.N.E). Facultad de Medicina. Cátedra II de Anatomía Humana Normal. Corrientes, Argentina.
[2] Universidad Nacional del Nordeste (U.N.N.E). Facultad de Medicina. Cátedra I de Anatomía Humana Normal. Corrientes, Argentina.

Resumen

Las cardiopatías congénitas (CC) son anomalías estructurales del corazón que requieren intervenciones quirúrgicas especializadas. Este estudio evaluó el uso de modelos porcinos en la enseñanza de cirugía cardiovascular, dada su similitud anatómica con el corazón humano. Se comparó la anatomía cardiovascular de ambos y se realizaron procedimientos quirúrgicos simulados, como la anastomosis de Blalock-Taussig modificada, el procedimiento de Fontan y el de Rastelli. Se observó una mejora en la destreza quirúrgica y en la reducción del tiempo de ejecución de los procedimientos. Se concluye que el uso de modelos porcinos es una herramienta eficaz para la formación en cirugía cardíaca pediátrica, permitiendo a los estudiantes mejorar sus habilidades antes de enfrentar cirugías en pacientes humanos.

Palabras clave: Cardiopatías congénitas, cirugía cardiovascular, modelos porcinos.

Abstract

Congenital heart diseases (CHD) are structural anomalies of the heart that often require specialized surgical interventions. This study assessed the use of porcine models for cardiovascular surgery training due to their anatomical similarity to the human heart. A comparative analysis of porcine and human cardiovascular anatomy was performed, followed by the simulation of key surgical procedures, including the modified Blalock-Taussig shunt, the Fontan procedure, and the Rastelli procedure. The results showed an improvement in surgical skills and a reduction in procedure execution time. The study concludes that porcine models are a valuable tool for pediatric cardiac surgery training, allowing students to develop technical proficiency in a controlled environment before performing surgeries on human patients.

Keywords: *Congenital heart disease, cardiovascular surgery, porcine models.*

Introducción

Las cardiopatías congénitas (CC) son una anomalía estructural grave del corazón o los grandes vasos.[1] Representan un grupo heterogéneo de anomalías que se originan debido a alteraciones en el desarrollo embrionario, típicamente se producen como resultado de alteraciones en el desarrollo embrionario del corazón, sobre todo entre la tercera y décima semanas de gestación.[2]

Pero el proceso de formación de las estructuras cardíacas definitivas es complejo. Se inicia alrededor de la tercera semana de vida intrauterina y finaliza posteriormente al nacimiento. El período crítico para el desarrollo de una malformación del corazón fetal, comienza a los 14 días de la concepción, y se puede extender hasta los 60 días.[3]

Estas malformaciones pueden variar en severidad, desde defectos leves que pueden no requerir intervención hasta afecciones graves que ponen en riesgo la vida del recién nacido y requieren una intervención quirúrgica urgente.

Durante el último siglo se han logrado avances enormes en el diagnóstico cardiovascular y la cirugía cardiotorácica, lo que ha permitido aumentar la supervivencia de los recién nacidos con cardiopatía congénita.[4] La cirugía cardiovascular es, por lo tanto, una disciplina esencial en la corrección de muchas de estas anomalías, especialmente en los casos en los que la vida del paciente depende de una corrección estructural inmediata.

Para garantizar el éxito de estas intervenciones, es imprescindible que los cirujanos estén capacitados y cuenten con un entrenamiento especializado en técnicas quirúrgicas avanzadas. Dado que las oportunidades de practicar son limitadas, los modelos animales, en particular los porcinos, se han convertido en una herramienta crucial para la enseñanza y perfeccionamiento de estas técnicas.

El corazón porcino, se parece mucho al corazón humano en cuanto a circulación coronaria y similitudes hemodinámicas,[5] y ofrece una fácil implementación de métodos prácticos, además de ser de fácil acceso, representa un excelente modelo para este tipo de entrenamiento.

Objetivos

- Comparar la anatomía cardiovascular porcina con la humana
- Realizar procedimientos quirúrgicos llevados a cabo en las Cardiopatías Congénitas
- Evaluar el tiempo y la calidad de los procedimientos

Materiales y métodos

Este estudio se realizó en las instalaciones de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE). El proyecto contó con la colaboración y supervisión de un médico cirujano especialista en cirugía cardiovascular pediátrica.

Inicialmente se obtuvo el material porcino para llevar a cabo el trabajo a través de donaciones del Centro de Entrenamiento en Cirugía Laparoscópica (CENCIL). Luego se realizó un análisis comparativo entre la anatomía cardiovascular de porcinos y humanos, especialmente en la configuración externa del corazón.

Se evaluaron en detalle las similitudes y diferencias entre las estructuras cardíacas y vasculares, así como otros órganos intratorácicos que podrían afectar la accesibilidad quirúrgica. Se emplearon técnicas de disección estándar para exponer y estudiar los órganos, y se documentaron las diferencias anatómicas significativas a través de registros fotográficos.

Posteriormente, se llevaron a cabo procedimientos quirúrgicos en los modelos porcinos, simulando las intervenciones comunes en el tratamiento de cardiopatías congénitas en pacientes humanos. Los materiales utilizados para realizar los mismos fueron obtenidos mediante donación.

Entre las técnicas practicadas se incluyó el procedimiento de Blalock-Taussig modificado, Bypass Total de Ventrículo Venoso Extracardíaco o de Fontan y Procedimiento de Rastelli.

Se realizó el registro fotográfico y audiovisual durante la realización de los procedimientos mencionados anteriormente con la finalidad de evaluar el desempeño y las mejoras en cuanto a tiempo y calidad de ejecución.

Resultados

En cuanto a la comparación de la anatomía cardiovascular comparada realizada para tener en cuenta los procedimientos a realizar, compartía una similitud en un 90% los ejemplares porcinos con el material cadavérico mediante el cual se hizo la comparación.

En cuanto a configuración externa, la orejuela izquierda de los porcinos en cuanto a tamaño era un poco mayor a la del ejemplar cadavérico.

Los porcinos estudiados tenían menos de un año de edad, y el 80 % de ellos presentaba el ductus arterioso. **(Fig. 1)**

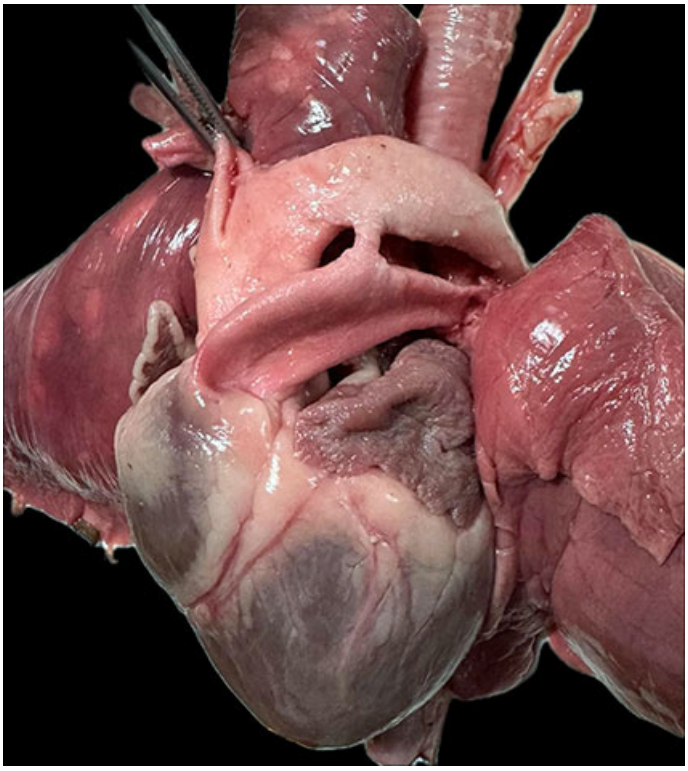


Fig. 1: Imagen anterior del mediastino porcino donde se observa la presencia del Ductus Arterioso.

En cuanto a los grandes vasos compartían similitudes anatómicas. Además, se observó que en los porcinos el bronquio lobar superior derecho nacía directamente de la tráquea a unos 5 cm de la bifurcación de la misma. No se realizó anatomía comparada de las configuraciones internas del corazón entre ambos ejemplares.

En la segunda etapa del trabajo, se procedió a simular los diferentes procedimientos quirúrgicos utilizados para tratamientos correctivos y/o paliativos en las diferentes cardiopatías congénitas. Las mismas se describen a continuación.

- **Anastomosis de Blalock – Taussig modificada:** Pertenece a una de las diferentes técnicas de anastomosis aortopulmonar que consiste en interponer una prótesis de PTFE entre la Arteria Subclavia y la Arteria Pul-

monar Derecha o Izquierda. Su uso es para mejorar el Flujo Pulmonar Restringido (presente en las Tetralogías de Fallot) o Nula (presente en la Atresia Pulmonar), entre otros.[6] **(Fig. 2)**

- **Bypass Total de Ventrículo Venoso Extracardíaco o de Fontan:** El procedimiento consiste en realizar un procedimiento de Glenn el cual consiste en realizar una sección de la Vena Cava Superior y realizar una anastomosis a la Arteria Pulmonar Derecha siendo uno de los procedimientos paliativos de las Cardiopatías Congénitas con Fisiología de Ventrículo Único. Además, en el procedimiento de Fontan se realiza una derivación de la Vena Cava Inferior con una prótesis tubular de PTFE.[7] **(Fig. 3)**

- **Procedimiento de Rastelli:** Consiste en una corrección intracardíaca mediante un parche que redirige el flujo de salida del ventrículo izquierdo hacia la aorta y cierra el defecto septal ventricular (VSD). Además, se realiza una reconstrucción extracardíaca mediante la interposición de una prótesis valvulada que conecta el ventrículo derecho con la arteria pulmonar, permitiendo el adecuado flujo sanguíneo hacia los pulmones.[8] **(Fig. 4)**

Los procedimientos fueron ejecutados con éxito en los modelos porcinos, demostrando que estos modelos son efectivos para la adquisición de destrezas y habilidades quirúrgicas.

Se observó una mejora en cuanto al tiempo de ejecución de los procedimientos ya que al inicio el tiempo promedio de duración por cada procedimiento fue de 90 minutos posteriormente, a partir del 4to procedimiento realizado el tiempo promedio por cada procedimiento disminuyó a 70 minutos. Además, se observó una mejora en la calidad de las suturas y manipulación del material de trabajo.

Discusión

El uso de modelos porcinos en el entrenamiento quirúrgico ofrece múltiples beneficios, especialmente en un campo tan complejo como la cirugía cardiovascular Los cerdos comparten una serie de características anatómicas clave con los seres humanos, lo que los convierte en un modelo idóneo para simular procedimientos quirúrgicos.[5]

Este estudio resalta la importancia de complementar la formación teórica con prácticas en modelos animales que, a diferencia de realizar las técnicas quirúrgicas en simuladores, la ventaja que incluye la utilización de estos modelos es que

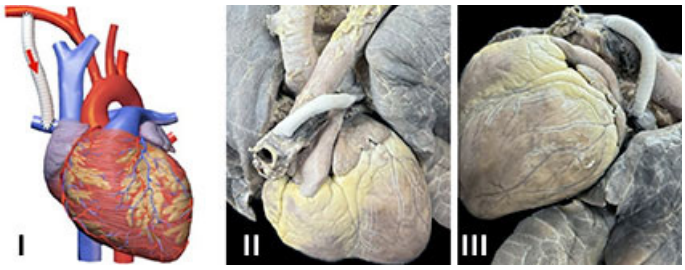


Fig. 2: Anastomosis de Blalock - Taussig modificada. I. Esquema del procedimiento. II. Vista Anterior. III. Vista Lateral Izquierda donde se observa la Anastomosis realizada entre el orificio de la Arteria Subclavia Izquierda y la Arteria Pulmonar Izquierda

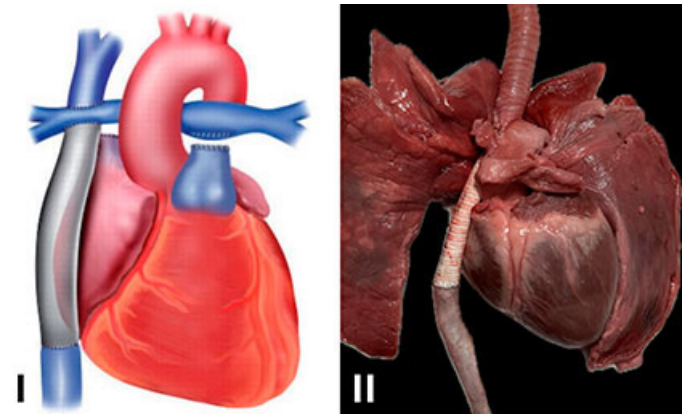


Fig. 3: Bypass Total de Ventrículo Venoso Extracardíaco o Procedimiento de Fontan. I. Esquema del Procedimiento. II. Vista Anterior donde se observa la anastomosis de la Vena Cava Inferior a la prótesis de PTFe y esta última a la Arteria Pulmonar Derecha.

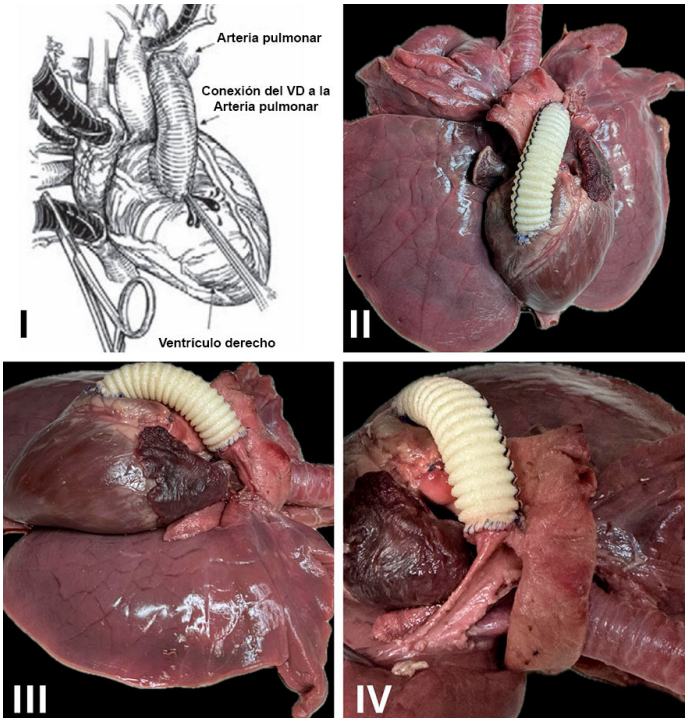


Fig. 4: Procedimiento de Rastelli. I. Esquema del Procedimiento. II. Vista anterior. III. Vista Lateral Izquierda. IV. Vista Superior donde se observa la Anastomosis de la prótesis de PTFe al Ventrículo Derecho y a la Arteria Pulmonar antes de su división.

mejora la formación en la diferentes técnicas ya que va más allá de realizar la sutura de las anastomosis o vasos porque el alumno además de llevar a cabo dicha sutura tiene que realizar la disección de varias estructuras para poder exponer el sitio de interés y llevar a cabo el procedimiento dando así la práctica para ejecutar la totalidad de la intervención.

Esto permite a aquellos estudiantes/residentes adquirir no solo la destreza de ejecutar el procedimiento, sino que también genera confianza y aumenta la precisión en un entorno controlado y sin riesgos antes de enfrentarse a intervenciones en pacientes, también tiene la posibilidad de repetir los procedimientos, y al estar siendo observados por un especialista corregirlos en tiempo real.

Además, subraya la necesidad de seguir perfeccionando estos modelos para mejorar su aplicabilidad adaptándose a las necesidades específicas de los procedimientos a realizar, enfocados en mejorar la representación anatómica de las estructuras cardiacas humanas y maximizar los beneficios del entrenamiento quirúrgico.

Además, la comparación continua entre los modelos porcinos y las características anatómicas humanas ayudará a ajustar y validar las técnicas quirúrgicas simuladas.

Conclusión

A pesar de las limitaciones inherentes al uso de modelos animales, como las diferencias anatómicas sutiles en comparación con los humanos, el estudio concluyó que los cerdos representan una herramienta valiosa para el entrenamiento quirúrgico.

La anatomía torácica comparada proporciona una base sólida para que los estudiantes de medicina en formación adquieran las habilidades necesarias antes de realizar procedimientos en pacientes humanos. El uso de modelos porcinos en la formación quirúrgica de estudiantes ha demostrado ser un recurso muy valioso para el perfeccionamiento de técnicas quirúrgicas en el tratamiento de cardiopatías congénitas.

Aunque existen limitaciones, la similitud anatómica entre los corazones porcinos y humanos proporciona un entorno realista para el desarrollo de habilidades quirúrgicas.

Referencias

1. Van der Bom T, Zomer AC, Zwinderman AH, Meijboom FJ, Bouma BJ, Mulder BJ. ***The changin epidemiology of congenital heart disease.*** Nat Rev Cardiol. 2011;8(1):50-60.
2. Sarmiento PY, Navarro ÁMD, Milián CRI. Caracterización clínica y epidemiológica de las cardiopatías congénitas. Rev Ciencias Médicas [Internet]. 2013. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-31942013000200006&lng=es&nrm=iso
3. Vega GE, Rodríguez VL, Gálvez MV. ***Incidencia y tratamiento de las cardiopatías congénitas en San Miguel del Padrón.*** Rev Cubana Med Gen Integr [Internet]. 2012. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21252012000300002
4. Van der Linde, D., Konings, E. E. M., Slager, M. A., Witsenburg, M., Helbing, W. A., Takkenberg, J. J. M., & Roos-Hesselink, J. W. (2011). ***Birth prevalence of congenital heart disease worldwide.*** Journal of the American College of Cardiology, 58(21), 2241–2247. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.jacc.2011.08.025
5. ***Journal of the American Association for Laboratory Animal Science*** , vol 53, número 5, septiembre 2014, págs. 432-438(7).
6. Jonas RA. ***Comprehensive surgical management of congenital heart disease.*** First Edition. CRC Press. 2004. ISBN 9781444112153.
7. Kaiser L, Kron IL, Spray TL. ***Maestry of cadiothoracic Surgery.*** First Edition. Lippincott Williams & Wilkins. 1998. ISBN-13: 978-1451113150
8. Castañeda AR, Jonas RA, Mayer Jr JE, Hanley FL. ***Cardiac Surgery of the Neonate and Infant.*** First Edition. Elsevier Health Sciences. 1994. ISBN-13: 978-0721643014.