

Creación de modelo tridimensional de arterias coronarias a partir de modelo biológico.

Carolina Senderos-Sánchez¹, Xalli Gómez-Galván¹, José Alberto Rodríguez-Zúñiga¹

¹Universidad La Salle México, Facultad de Medicina. Ciudad de México, México.

carolinasenderos@lasallistas.org.mx, xalligomez@lasallistas.org.mx,
jose.rodriguez.5@lasallistas.org.mx

Resumen. Dentro de la carrera de medicina el uso de recursos didácticos y biológicos, atribuyen al estudiante un acercamiento a su objeto de estudio. La falta de recursos didácticos dificulta el aprendizaje de los estudiantes; en dicha carrera, es importante contar con este tipo de materiales puesto que brinda opciones para complementar su estudio. Este artículo presenta una propuesta para desarrollar modelos tridimensionales de estructuras anatómicas con lumen arterias utilizando la técnica de repleción-corrosión con un polímero elástico, con el objetivo de mejorar la enseñanza y aprendizaje de la anatomía humana en estudiantes de pregrado de medicina. Se describe el procedimiento utilizado en base a las arterias coronarias extraídas de un corazón de cerdo. El procedimiento involucra la extracción de la estructura, la identificación, la inyección del polímero y la corrosión del tejido circundante. Los resultados muestran modelos tridimensionales precisos de las estructuras anatómicas que reflejan de forma macroscópica la anatomía humana. Se sugiere la ampliación en el uso de esta técnica para otras estructuras anatómicas y así crear modelos los cuales se obtienen a un menor costo a comparación de otro tipo de modelos. Esta propuesta contribuirá a formar profesionales de la salud mejor preparados y mejorar el acceso a recursos didácticos en anatomía humana para mejorar la comprensión de la anatomía y aumentar el interés de los estudiantes.

Palabras Clave: Material Biológico Humano, Arterias coronarias, modelos tridimensionales, enseñanza, aprendizaje, anatomía humana, repleción, corrosión.

1 Descripción de la problemática prioritaria abordada

Dentro de la enseñanza y aprendizaje, es de vital importancia desarrollar un sistema de calidad, el cual mantenga a los estudiantes atentos, interesados y propuestos a indagar e investigar más acerca de cualquier tema, para desarrollar en sí un óptimo aprendizaje. Sin duda esto ha sido un gran reto para cumplir uno de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) planteados por la ONU.

El objetivo número 4, plantea una educación de calidad, para garantizar un aprendizaje íntegro a todas las personas. Siendo así, el uso de recursos didácticos aumenta las estrategias de aprendizaje, dando múltiples opciones a los estudiantes para reforzar su desarrollo intelectual. Dado a la falta de estos recursos, se dificulta el completo aprendizaje del estudiante de cualquier nivel académico.

En la carrera de medicina el uso de material didáctico y biológico atribuye al estudiante, un acercamiento importante a su objeto de estudio. En la actualidad se ha observado la utilización

de modelos 3D como material pedagógico complementario a la teoría y a las lecciones de anatomía, lo que favorece la enseñanza y aprendizaje.

Sin embargo, su acceso es limitado, y la existencia de estos modelos es escasa en gran parte de las escuelas de medicina, lo que dificulta el correcto aprendizaje de estructuras anatómicas haciendo y limita el desarrollo completo de los futuros médicos.

2 Objetivo

Desarrollar modelos tridimensionales a partir de modelos biológicos, con técnica de repleción por medio de un polímero elástico, para mejorar la enseñanza y aprendizaje en la materia de anatomía humana, para alumnos de pregrado.

3 Propuesta teórico-metodológica

El corazón, así como cualquier otro órgano o tejido del cuerpo, recibe un aporte de oxígeno por medio de arterias, la cual es dada por las arterias coronarias. Las arterias coronarias, siendo las primeras ramas de la aorta ascendente, tienen un recorrido asimétrico y originan ramas para irrigar las diferentes partes del corazón (Moore, 2007).

En este proyecto se busca integrar la anatomía de las arterias coronarias en modelos tridimensionales a partir de modelos biológicos, para desarrollar un modelo de las arterias coronarias que permite el estudio anatomo-fisiológico siendo un complemento innovador, lo cual promueve los conocimientos, el interés por la investigación, promoviendo el avance del ambiente médico, siendo una alternativa competente.

Se recurre a modelos biológicos como referencia para la creación del modelo tridimensional; estos modelos biológicos pueden obtenerse de diversas maneras, aprovechando la disponibilidad de especímenes en algunas facultades de medicina o adquiriendo órganos de animales cuya anatomía guarda similitudes con la humana. En instituciones educativas, es posible acceder a bancos de cadáveres donados para fines educativos y de investigación. Especies como cerdos, por ejemplo, proporcionan modelos anatómicos relevantes para prácticas de estudio comparativo.

A partir del conocimiento de la estructura anatómica y la función de las arterias coronarias. Se consideran aspectos como la ramificación de las arterias, los diámetros de los vasos y las características de flujo sanguíneo en el sistema coronario. Se emplea la teoría y técnicas del modelado tridimensional para recrear la geometría y las características espaciales de las arterias coronarias. Esto implica la representación precisa de las estructuras vasculares en tres dimensiones, considerando aspectos como la curvatura y bifurcaciones de los vasos.

La técnica de repleción-corrosión (RC) es una técnica anatómica mixta de preservación utilizada como una herramienta para la educación e investigación en ciencias médicas como la anatomía. (Muñetón, C., & Ortiz, J., 2011).

A través de este método se pueden visualizar y analizar las estructuras anatómicas de forma tridimensional, especialmente en conductos como vasos sanguíneos. Para poder realizar esta técnica se requiere de estructuras biológicas con lumen, en donde se pueda llenar para repletar, de esta manera, idealmente se utiliza en conductos como arterias y venas. El principal objetivo de la RC es la obtención de piezas tridimensionales de estructuras iguales a las del espécimen, libres de riesgo biológico adyacente para una mejor representación y estudio. Esta técnica está compuesta de dos procesos; la repleción, que consiste en repletar los conductos del órgano con polímeros de forma líquida ya se sea con algún pigmento o no; y la corrosión, que consiste en la degradación

del tejido colindante para obtención del modelo, previamente solidificado. (Rueda-Esteban, R. J, 2017).

Debe de tomarse en cuenta que previamente se debe hacer una preparación y una disección del órgano que se tomará como modelo (se recomienda que el órgano sea fresco), también se debe realizar un drenaje de los conductos para permitir la correcta repleción y posteriormente se debe disecar las estructuras que se van a inyectar para una mejor y observación de éstas y finalmente sellar los posibles puntos de fuga. (Rueda-Esteban, R. J, 2017).

Materiales:

- Espécimen biológico (corazón de cerdo)
- Elastómero
- Pigmento rojo
- Silicona de polivinilsiloxano
- Jeringa de 10 ml
- Punzocat calibre 16
- KOH al 10% (Hidróxido de Potasio)
- Equipo de protección personal
- Guantes de nitrilo
- Careta
- Estuche de disección
- Suturas

Procedimiento:

- Extracción del órgano: Se realiza una incisión en la cavidad torácica del cerdo para acceder al órgano deseado, en este caso el corazón. Se toman las precauciones necesarias para garantizar la asepsia y minimizar el riesgo de contaminación.
- Fijación del órgano: Una vez extraído, el órgano se sumerge en un líquido preservador que consiste en una mezcla de alcohol isopropílico y una baja proporción de formol al 2%. Esta solución ayuda a preservar la estructura y evitar la descomposición del tejido.
- Identificación de las estructuras vasculares: Se identifican las estructuras vasculares, especialmente las arterias coronarias, que se encargan de suministrar sangre al órgano. Esto se realiza para garantizar una adecuada inyección del polímero.
- Canulación de los vasos sanguíneos: Se realiza la canulación, es decir, se insertan pequeños tubos o cánulas en los vasos sanguíneos que se desean estudiar. Esto permite una inyección precisa del polímero.
- Inyección polimérica pigmentada: Se inyecta un polímero en estado líquido a través de las cánulas. Este polímero puede estar pigmentado con colorantes para resaltar las diferentes estructuras y vasos sanguíneos del órgano. La inyección se realiza de manera gradual y cuidadosa para asegurar una distribución uniforme.
- Solidificación del polímero: Después de la inyección, el polímero se deja reposar durante aproximadamente 24 horas para que se solidifique y adquiera la forma tridimensional deseada. Durante este tiempo, el polímero se endurece y se fija en el interior de los vasos sanguíneos, creando un modelo sólido.

- Corrosión del tejido muscular: Una vez que el polímero se solidifica, se sumerge el órgano completo en hidróxido de potasio (KOH). Este compuesto químico se utiliza para corroer y eliminar el tejido muscular circundante, dejando únicamente el modelo de polímero sólido.
- Retirada del tejido degradado y enjuague: El tejido muscular degradado por el KOH se retira cuidadosamente del órgano, dejando únicamente el modelo tridimensional de polímero. El órgano se enjuaga con solución salina del 0.9% para eliminar cualquier residuo remanente.
- Secado y barnizado: Una vez limpio, el modelo de polímero se deja secar completamente. Después del secado, se aplica un barniz de celulosa transparente para proteger el modelo y darle un acabado brillante. Este barniz proporciona una capa de protección adicional y asegura la conservación a largo plazo del modelo.
- Resguardo en acrílico: Finalmente, el modelo de órgano preservado se guarda en una caja o recipiente de acrílico para su mejor conservación. El acrílico proporciona una protección física y evita daños por golpes, polvo u otros agentes externos.
- Manejo de residuos: Todo residuo biológico se desecha en la bolsa correspondiente de residuos biológicos. Los productos químicos corrosivos como deben almacenarse en recipientes adecuados y etiquetados correctamente para su posterior manejo y desecho.

4 Discusión de resultados

Tras haberse realizado la técnica de repliación-corrosión, se obtuvo un modelo tridimensional de las arterias coronarias, donde se pueden observar tanto sus ramas colaterales y terminales que demuestran que el resultado fue preciso a la de la anatomía humana. (Figura 1 y 2). Los resultados reflejan las dimensiones reales tanto de la longitud y volumen de las estructuras biológicas que corresponden al modelo biológico en cuestión. Esto destaca con modelos previamente existentes que no logran representar adecuadamente ni el tamaño ni el volumen de estas estructuras en su forma real. Estos modelos realizados por la técnica de repliación y corrosión, proporcionan una valiosa técnica de estudio que se adapta a estudiantes que buscan una alternativa al estudio de estructuras anatómicas para la comprensión de la capacidad estructural y funcional de las arterias coronarias como es el caso.

5 Conclusiones y perspectivas futuras

El desarrollo estos modelos a partir de modelos biológicos utilizando la técnica de repliación con un polímero elástico ha demostrado ser una metodología eficaz para mejorar la enseñanza y el aprendizaje de la anatomía humana. Estos recursos permiten una visualización detallada y precisa de las estructuras con lumen, lo que facilita la comprensión de la anatomía y su relación espacial.

Las perspectivas futuras se centran en ampliar su aplicación para la incorporación en la enseñanza de la anatomía, este método no sólo aplicado para las arterias coronarias como es el caso, sino también a otras estructuras anatómicas relevantes para el estudio macroscópico de la medicina y así promover su adopción en los programas educativos y clínicos. Por otro lado, explorar técnicas avanzadas para crear modelos tridimensionales más precisos y personalizados, pueden satisfacer las necesidades individuales de los estudiantes.

Estas acciones contribuirán a formar profesionales de la salud mejor preparados y aumentarán el acceso a recursos didácticos de calidad en el campo de la anatomía humana.

6 Agradecimientos

Como agradecimiento quisiéramos agradecerle a la Facultad Mexicana de Medicina La Salle por la colaboración al permitirnos el acceso a sus instalaciones y material para la creación de modelos tridimensionales con repleción de polímeros elásticos a partir de material biológico. Esta contribución apoyó significativamente para que este proyecto de investigación pudiera llevarse a cabo.

Asimismo, un especial reconocimiento al asesor Dr. Erick Alejandro Gonzalez Sánchez y al Dr. Antonio Soto Paulino por su dedicación y orientación a lo largo de todo el proceso. Sus conocimientos y apoyo fueron fundamentales para el éxito de este proyecto.

7 Referencias

1. Addicted04. (2013). Circulación arterial coronaria, con etiquetas en español [Imagen]. Wikipedia. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Coronary_arterial_circulation_-_es.svg#/media/Archivo:Coronary_arterial_circulation_-_es.svg
2. Borja Santillán, M. A., Rincón Ríos, T., Santos Jiménez, O. C. y Gurumendi España I. E. (2021). Uso del material didáctico para la mejora del proceso de enseñanza aprendizaje en medicina. Revista Científica Mundo de la Investigación y el Conocimiento, 5 (3), 168-187. <https://recimundo.com/index.php/es/article/view/1242>
3. Moore, K. (2007). Anatomía con orientación clínica. Wolters Kluwer.
4. Muñetón, C. y Ortiz, J. (2011, September 21). Conservación y elaboración de piezas anatómicas con sustancias diferentes al formol en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de La Salle. Revista Médica Veterinaria, 22, 51-55.
5. Pró, E. (2012). Anatomía Clínica. Panamericana.
6. Rueda-Esteban, R. J. (2017) Determinación de las características mecánicas de modelos poliméricos rígidos para educación en Anatomía. [Tesis para optar al grado de mágister en ingeniería biomédica, Universidad de los Andes]. <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/34312/u807347.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=La%20técnica%20de%20repleción%2Dcorrosión,Rueda%2DEsteban%20R%20et%20al.>
7. Suárez-Escudero, J. C., Posada-Jurado, M. C., Bedoya-Muñoz, L. J., Urbina-Sánchez, A. J., Ferreira-Morales, J. L. y Bohórquez-Gutiérrez, C. A. (2021). Enseñar y aprender anatomía. Modelos pedagógicos, historia, presente y tendencias. Acta Medica Colombiana, 45(4), 48-55. [.https://doi.org/10.36104/amc.2020.1898](https://doi.org/10.36104/amc.2020.1898)

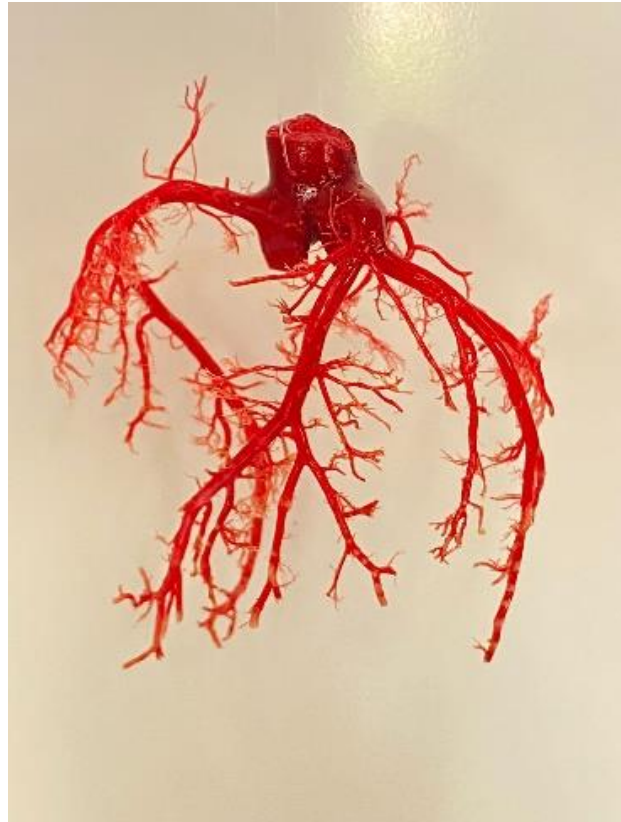


Figura 1. Modelo tridimensional de las arterias coronarias. Elaboración Propia.

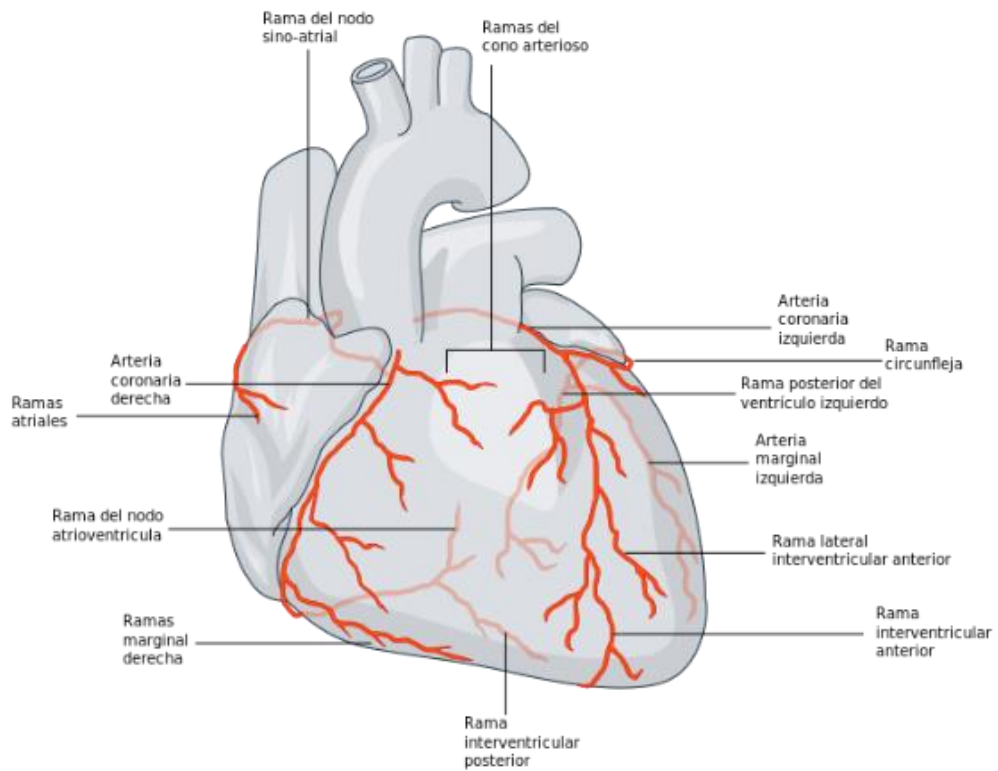


Figura 2. Circulación arterial coronaria, con etiquetas en español. Elaborada por Addicted O4.