

**ARTÍCULO**

## **Caracterización de las arterias coronarias en corazón de porcino como modelo anatómico didáctico en estudiantes del área de la salud**

**Daniel Vargas<sup>1</sup>, Juana Camacho<sup>1</sup>, Laura Alvarado<sup>1</sup>, Óscar Cuervo<sup>1</sup>, Laura Leguizamón<sup>1</sup>, Angie Triviño<sup>1</sup>, Laura Díaz<sup>1</sup>, Yobany Quijano Blanco<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Estudiantes de Medicina, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales, Programa de Medicina, Departamento de Morfología.

<sup>2</sup> Profesor titular de Anatomía, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales, Programa de Medicina, Departamento de Morfología.  
globdimorf@udca.edu.co

---

### **CARACTERIZACIÓN DE LAS ARTERIAS CORONARIAS EN CORAZÓN DE PORCINO COMO MODELO ANATÓMICO DIDÁCTICO EN ESTUDIANTES DEL ÁREA DE LA SALUD**

#### **RESUMEN**

El corazón humano tiene una disposición característica de irrigación dada por dos arterias coronarias izquierda y derecha. Dependiendo de cuál sea el recorrido de estas arterias se puede determinar la importancia y la relación clínica con el electrocardiograma, ya que las ramas de las coronarias tienen una dominancia distinta en diferentes territorios de irrigación.

**Objetivos:** El presente trabajo de investigación tiene un enfoque descriptivo en el que se buscó determinar las principales diferencias estructurales en la irrigación del corazón de porcino y del humano con el fin de establecer una herramienta de aprendizaje para los estudiantes del área de ciencias de la salud.

**Metodología:** El estudio se realizó en la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales (UDCA); donde se tomó una muestra de 28 corazones de porcino los cuales fueron inyectados con látex y posteriormente disecados.

**Resultados:** Las arterias evaluadas del corazón del porcino presentaron una morfología similar a la del humano; sin embargo, la arteria interventricular posterior mostró una variación anatómica respecto a su origen. El territorio de irrigación fue dado por la arteria coronaria derecha en la totalidad de las muestras. Se recomienda usar un número mayor de especímenes a evaluar.

**Palabras clave:** Látex; perfusión; anatomía; corazón; circulación coronaria.

## INTRODUCCIÓN

El corazón humano tiene una disposición característica de irrigación dada por dos arterias coronarias: izquierda y derecha. Dependiendo de cuál sea el recorrido de estas arterias se puede determinar la importancia y la relación clínica con el electrocardiograma, ya que las ramas de las coronarias tienen una dominancia distinta en diferentes territorios de irrigación, la dominancia fue propuesta por Schlesinger (1940), quien describió que la dominancia derecha se da cuando la arteria coronaria derecha le da irrigación al área posterior del ventrículo derecho donde se da origen a la rama interventricular posterior, desviando su trayecto delimitado por la cruz cardiaca e irrigando el ventrículo izquierdo. La dominancia izquierda da irrigación al área posterior del ventrículo izquierdo, la sección posterior del septum interventricular y la parte posterior del ventrículo derecho. (1)

La arteria coronaria izquierda se origina en la arteria aorta a nivel de la valva semilunar izquierda y del seno aórtico. Aproximadamente su calibre se encuentra en un rango de 3 a 4 mm, en un adulto promedio de 1.70 de altura y su recorrido está dado por un trayecto corto posterior al tronco pulmonar y oculta por la orejuela izquierda, debido a que las orejuelas en el porcino tienden a ser de mayor tamaño que las del corazón humano. (2,3)

Su primera rama terminal es la arteria interventricular anterior la cual está

ubicada en el surco interventricular anterior y se dispone hacia abajo para dar sus ramas colaterales; arteria del ventrículo izquierdo (para su cara anterior), arterias del ventrículo derecho (rama del cono arterioso y rama anastomótica para la marginal derecha) y arterias septales (2/3 anteriores del tabique interventricular). La rama circunfleja transita por el surco coronario en su porción izquierda y termina en la cara inferior del ventrículo izquierdo dando sus ramas colaterales como: ramas auriculares (auriculares anteriores, intermedias y anastomóticas) y ramas ventriculares (marginal izquierda y ramas ventriculares anteriores y posteriores). - Su territorio de irrigación permite la circulación de la mayoría de sangre a la aurícula y el ventrículo izquierdo, y la mayor parte del tabique interventricular, incluyendo el fascículo auriculoventricular y sus ramas. (4)

Ahora bien, la arteria coronaria derecha se origina de la aorta a la altura de la valva semilunar derecha y del seno aórtico. Tiene un calibre similar a la de la coronaria izquierda. En sus ramas terminales se encuentra la interventricular posterior; esta se encarga de irrigar la aurícula y el ventrículo derechos, los nódulos sinusal y auriculoventricular, el tabique interauricular, una parte de la aurícula izquierda, el tercio posteroinferior del tabique interventricular y parte de la cara posterior del ventrículo izquierdo. (4)

Con relación a lo mencionado anteriormente, en el humano como en el porcino las arterias coronarias presentan un mismo origen y la arteria coronaria izquierda exhibe las mismas ramas terminales, por lo que el estudio “*The coronary circulation of the pig heart: comparison with the human heart*”(33), propone que se escoja al cerdo como el donador de órganos, en especial el corazón, ya que es más factible para la especie humana. Por tal motivo, se ha implementado un desarrollo de cerdos transgénicos con el fin de proveer corazones para realizar un xenotransplante sin rechazo, no obstante, es un estudio en prueba, puesto que aún no se tiene certeza de su funcionamiento exitoso, y continua en investigaciones. (5) Debido a esto, se estudia la circulación coronaria dando hallazgos como: presencia de alta similitud entre la estructura de las arterias coronarias del porcino y el humano, permitiendo el flujo normal de sangre al momento de ser implantado dado que la circulación

arterial es similar con una frecuencia de 58 a 86 latidos/min (20); también se puede apreciar que la reiteración de variaciones anatómicas en la distribución de sus vasos coronarios disminuye en el porcino en comparación con el ser humano. (33,1) Por su parte, García y Rivera (2015) describen que la Arteria Coronaria Izquierda se origina en el seno aórtico izquierdo y la Arteria Coronaria Derecha tiene como origen el seno aórtico derecho, además de que la Arteria Circunfleja y la Arteria Interventricular paraconal son ramas de la Arteria coronaria izquierda. (6,7)

Con relación a la descripción de las arterias coronarias del porcino, en medicina veterinaria la nomenclatura de estas difiere levemente a la usada en medicina humana. Rivera y Garzón (2015) mencionan que la Federative Committee on Anatomical Terminology es usada para medicina humana e International Committee on Veterinary Gross Anatomical nomenclatura para medicina veterinaria. (7). Ver tabla No. 1.

Federative Committee on Anatomical Terminology	International Committee on Veterinary Gross Anatomical Nomenclature	Descripción
Arteria coronaria izquierda	Arteria coronaria izquierda	Vaso sanguíneo originado en el seno aórtico izquierdo
Arteria coronaria derecha	Arteria coronaria derecha o arteria circunfleja derecha	Vaso sanguíneo originado en el seno aórtico derecho
Arteria interventricular o descendente anterior	Arteria interventricular paraconal	Vaso sanguíneo originado de la coronaria izquierda
Arteria interventricular o descendente posterior	Arteria interventricular subsinusal	Vaso sanguíneo originado de cualquiera de las coronarias
Arteria circunfleja	Arteria circunfleja o circunfleja izquierda	Vaso sanguíneo originado de la coronaria izquierda

**Tabla No.1.** Terminología anatómica de las arterias coronarias en medicina humana y medicina veterinaria.  
Referencia: Tomada de Rivera y García<sup>4</sup>

En otro orden de ideas, un estudio realizado en 2007 sobre la población mestiza colombiana sugiere y establece que el diámetro de las arterias coronarias difiere, siendo la arteria coronaria derecha menor en diámetro con dominancia izquierda y la arteria circunfleja menor en diámetro con patrón de dominancia derecha. <sup>(6)</sup>

En la literatura actualmente se encuentra un amplio espectro de información sobre la anatomía cardíaca en seres humanos implementando para este fin la imagenología por ejemplo: cardioresonancia, angiotomografía, angiografía coronaria, etc.; sin embargo, el presente estudio se basa en piezas anatómicas porcinas puesto que se dificulta usar modelos anatómicos

humanos, debido a que en Colombia impedimentos legales, ya que estos procesos requieren más tiempo y consentimiento y licencias correspondientes, por lo que se recurrió a realizar el estudio en piezas porcinas con el fin de llevar a cabalidad el estudio e investigaciones planteadas. <sup>(10)</sup>

La relevancia de conocer la morfología del corazón respecto a su irrigación con enfoque en la dominancia coronaria es importante ya que se utiliza para diferentes fines como recurso académico, cirugía cardiovascular, técnicas hemodinámicas, etiología de las arritmias causadas por obstrucción de las arterias coronarias y en manejo del trauma cardíaco. <sup>(12)</sup>

## METODOLOGÍA

Se realizó una revisión de la literatura que se encuentra en las diferentes bases de datos médicas como Ebsco Host, Elsevier, ClinicalKey, ScienceDirect, Scielo, Spine Access Medicine y revistas como: JAMA y New England of Journal of Medicine; se seleccionaron 57 artículos con los siguientes criterios de inclusión: anatomía del corazón, irrigación, corazón de cerdo, dominancia, anatomía del porcino, comparación anatómica e irrigación coronaria.

Así mismo, se tomaron criterios de inclusión como: los corazones de porcino deben ser de origen colombiano, sin

ningún tipo de herida o lesión en el músculo miocárdico, la arteria aorta ascendente debe ser conservada y con un recorrido mínimo de 15 centímetros desde su salida del ventrículo izquierdo

Se evaluaron 28 corazones de cerdo individuales en el anfiteatro anatómico de la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales (U.D.C.A) los cuales se disecaron para la posterior identificación de las arterias coronarias y sus distintas ramas. Como criterio de exclusión se determinó que ningún corazón debe tener ninguna estructura afectada o lesionada. Ver Figura No. 1



*Figura No. 1. Corazones de porcinos recolectados*

Luego de recolectar los corazones, se continuó con la remoción de los coágulos y desechos sanguíneos que estaban presentes en los atrios, ventrículos y las arterias coronarias con sal disuelta en agua tibia. Inmediatamente, se localizó la arteria

aorta ascendente para realizar la inyección de una solución conformada por látex líquido y temperas rojas en vez de usar tinta china ya que esta última es más costosa y más difícil de adquirir. Ver Figura No. 2



*Figura No. 2. Materiales para la inyección de la solución*

La inyección se ejecutó por medio de sondas nasogástricas pediátricas y para adultos (calibre 20 y 22) y jeringas de 20cc y 60 cc, se aplicó la solución hasta que se pudiera visualizar el líquido fluyendo por las arterias coronarias y sus ramas. Ver Figura No. 3

Para terminar el proceso de inyección, se administró alcohol por medio de jeringas de 10cc para que al mezclarse con el látex

se solidificara instantáneamente. A comparación con el Veracril<sup>®</sup>, que requiere de 3 a 5 horas para que se solidificar.

Terminada la inyección de los 28 corazones de cerdo, se prosiguió con la disección de los corazones para identificar de manera adecuada cada una de las ramificaciones de las arterias coronarias sin llegar a afectar ninguna estructura vascular. Ver Figura No. 4



**Figura No. 3.** Remoción de coágulos sanguíneos en las estructuras vasculares del corazón. Fotografía tomada en el anfiteatro de la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales (U.D.C.A)



**Figura No. 4.** Corazón de porcino posterior a inyección. Fotografía tomada en el anfiteatro de la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales (U.D.C.A)

Los especímenes de porcino se sumergieron en formaldehído para fijarlos y evitar su descomposición.

Se tomaron las medidas de diámetro y longitud para las arterias coronaria izquierda (ACI), coronaria derecha (ACD), interventricular izquierda, interventricular derecha, circunfleja y marginal. Se registraron los datos en tablas y se determinó el territorio de irrigación para cada uno de los corazones según el criterio de Schlesinger, el cual estableció que para se hablará de dominancia

coronaria derecha cuando la ACD después de originar a la interventricular posterior (interventricular subsinusal en animales) se prolongue por debajo del seno coronario y origine las ramas posterolaterales (RPL); la dominancia coronaria izquierda se determinará cuando la ACI sea quien origine las RPL y finalice como interventricular posterior. El concepto de co-dominancia o circulación balanceada aplicará cuando las RPL se originen de la ACI y la ACD termine como interventricular posterior.

## RESULTADOS

Todas las arterias de los 28 corazones del porcino mostraron similitudes con respecto a la anatomía cardíaca del ser humano. Las arterias coronarias izquierda y derecha se originaron de la

aorta ascendente; así mismo, la arteria interventricular anterior y la circunfleja son ramas terminales de la coronaria izquierda y la marginal es rama colateral de la circunfleja. Ver Figuras Nos. 5 y 6



**Figura No. 5.** Corazón de porcino No. 15. Fotografía tomada por los autores en el anfiteatro de la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales (U.D.C.A)





**Figura No. 6.** Corazón de porcino No. 27. Fotografía tomada por los autores en el anfiteatro de la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales (U.D.C.A)

Normalmente la arteria interventricular posterior es rama terminal de la coronaria derecha pero se encontró que en el 46.42% es rama de la circunfleja (rama de la coronaria izquierda), con una cantidad de 13 corazones; en el 50% es rama de la coronaria derecha, con una cantidad de 14 corazones; y el 3.57%, de la aorta ascendente, con una cantidad de 1 corazón. Según esto, es claro notar que se encontró una variación anatómica del origen de la arteria interventricular posterior en la aorta ascendente. Ver tabla No. 2

ORIGEN INTERVENTRICULAR POSTERIOR		
ARTERIA	CANTIDAD	PORCENTAJE
CORONARIA DERECHA	14	50%
CIRCUNFLEJA	13	46.42 %
AORTA	1	3.57 %

**Tabla No. 2.** Origen de la arteria interoventricular posterior. Tabla elaborada por los autores

El promedio de longitud de las arterias estudiadas fue mayor para la arteria interventricular anterior con 106.8

milímetros; en cambio, el menor promedio fue para la arteria coronaria izquierda con 11.5 milímetros. El



promedio mayor de diámetro fue para la arteria coronaria izquierda con 5 milímetros y el menor promedio fue

para la arteria marginal con 1.8 milímetros. Ver tablas Nos. 3 y 4

DIAMETRO		
ARTERIA	PROMEDIO (mm)	MODA (mm)
CORONARIA DERECHA	2.8	2.8
CORONARIA IZQUIERDA	5.0	4.8
INTERVETRICULAR ANT	3.1	3.6
INTERVETRICULAR POST	2.7	2.5
CIRCUNFLEJA	2.9	3.2
MARGINAL	1.8	1.8

**Tabla No.3.** Medidas de tendencia central para el diámetro. Tabla elaborada por los autores

LONGITUD		
ARTERIA	PROMEDIO	MODA
CORONARIA DERECHA	68.0	49.6
CORONARIA IZQUIERDA	11.5	12.6
INTERVETRICULAR ANT	106.8	97.1
INTERVETRICULAR POST	63.8	52.8
CIRCUNFLEJA	76.8	75.8
MARGINAL	61.6	46.7

**Tabla No.4.** Medidas de tendencia central para la longitud. Tabla elaborada por los autores

Con respecto al territorio de irrigación en los corazones de porcino, se encontró que del total de la muestra estudiada, el 46.42% corresponde a una dominancia de la arteria coronaria

izquierda, el 50% corresponde a la dominancia de la arteria coronaria derecha y el 3.57% para la dominancia de la aorta. Ver tabla No. 5

DOMINANCIA TERRITORIAL	
ARTERIA	DOMINANCIA
CORONARIA IZQUIERDA	46.42 %
CORONARIA DERECHA	50%
AORTA	3.57 %

**Tabla No. 5.** Territorio de irrigación. Tabla elaborada por los autores

## DISCUSIÓN

Actualmente en la literatura internacional se encuentran pocos estudios que determinen la dominancia arterial en corazones de especímenes porcinos.

Con base en los resultados expuestos en artículo *“Determinación de la Dominancia Coronaria en Población Mestiza Colombiana”* un estudio anatómico directo mostró como resultado descripciones cuantitativas de las arterias circunfleja y coronaria derecha, las cuales no son específicas en una medida de longitud; por el contrario, en este estudio se realizó la medición cuantitativa de diámetro y longitud con un análisis enfocado en el origen y dominancia del territorio de irrigación en arterias como coronaria derecha, coronaria izquierda, interventricular anterior, interventricular posterior, circunfleja y marginal, dando resultados específicos en milímetros. Ver tabla No. 6

Según el artículo *“Anatomía coronaria del cerdo determinada por inyección con látex”* para el procedimiento usado en la conservación y manejo de la muestra compuesta por 100 corazones porcinos enfocándose en el diámetro, se

implementó un proceso similar al del presente estudio, ya que en ambos casos se lavaron y disecaron los grandes vasos para así tener una mejor visualización del seno coronario y hacer las mediciones antes nombradas, pero durante la inyección del látex con pigmento rojo en nuestro estudio se procedió a sellar la aorta ascendente y así obtener una distribución más uniforme y selectiva sobre las arterias coronarias; en contraste con el estudio a comparar, el cual tuvo el objetivo de inyectar directamente el látex por medio de la administración directa del compuesto arteria por arteria, cayendo en el riesgo de inyectar un vaso coronario de origen venoso dificultando su análisis posterior.

Así mismo, la solución con que se inyectaron los corazones fue una mezcla de látex con tinta china a diferencia del presente estudio que usó una mezcla de látex con ténpera, la cual demostró que es más económica y más fácil de manejar al entrar en contacto con alcohol para su rápido endurecimiento y con los mismos o mejores resultados.

NOMBRE DEL ARTICULO	AUTOR	PAIS	CIUDAD	ARTERIA	DOMINANCIA
Determinación de la Dominancia Coronaria en Población Mestiza Colombiana. Un Estudio Anatómico Directo	Ballesteros, Corzo, Saldarriaga	Colombia	Bucaramanga	Coronaria Derecha	83.70%
				Coronaria Izquierda	7.10%
				Codominancia	9.20%
CARACTERIZACIÓN DE LAS ARTERIAS CORONARIAS EN CORAZÓN DE PORCINO COMO MODELO ANATÓMICO DIDÁCTICO EN ESTUDIANTES DEL ÁREA DE LA SALUD	Vargas, Camacho, Alvarado, Cuervo, Leguizamón, Triviño, Colmenares, Díaz	Colombia	Bogotá D.C	Coronaria Derecha	50%
				Coronaria Izquierda	46.42%
				Aorta	3.57%
				Codominancia	0%

*Tabla No.6. Comparación de la dominancia arterial. Tabla elaborada por los autores*

## CONCLUSIONES

1. Se logró establecer un modelo anatómico más económico y más asequible con corazones de porcino en comparación con los modelos previos con corazones del ser humano.
2. Las arterias del porcino tienen una gran similitud con respecto a la anatomía humana, lo que nos permite utilizar los corazones de porcino como método de estudio y como herramientas quirúrgicas, por su facilidad de obtención y su semejanza morfológica.
3. El territorio de irrigación con mayor dominancia arterial fue la coronaria derecha con un 50%.
4. Se encontró que se presenta una variación anatómica en el origen de la arteria interventricular posterior rama de la aorta, el cual evidencia que el 3.57% de los especímenes la presentan.
5. Se recomienda usar una muestra más amplia para evaluar si la variación anatómica se encuentra en el mismo porcentaje de corazones de porcino.
6. La mezcla de látex con ténpera ("TEMPELAX") fue una solución adecuada y fácil de trabajar para la plastinación de estructuras vasculares en los corazones de cerdo.
7. Se recomienda utilizar "TEMPELAX" para estudios donde se dificulte el tiempo de inyección y el número de muestras ya que se endurece fácilmente al entrar en contacto con el alcohol y es una mezcla asequible económicamente.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la facultad de medicina de la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales (U.D.C.A), a Laura Catalina Cantor por la traducción del artículo, al Dr Yobany Quijano por guiarnos en el trabajo, al departamento de Anatomía por brindarnos los

conocimientos para la realización del proyecto, y a los técnicos por brindarnos las piezas necesarias para la investigación.

### Referencias bibliográficas

1. Ballesteros, A. Ernesto, L. Corzo, E. Saldarriaga, B. Coronary's Dominance Determination in Racially Mixed Colombian Population: A Direct Anatomical Study. *Int. J. Morphol.* [Internet]. 2007 Sep [citado 2018 Oct 03]; 25(3): 483-491. Disponible en: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-95022007000300003&lng=es](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95022007000300003&lng=es). <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022007000300003>
2. Latarjet, M. Ruiz, A. Anatomía humana. 4th. Buenos Aires. Médica panamericana. 2011.
3. Tellez A, Sanguino Á, Ballantyne C, Granada JF La inyección intramural de lípidos en arterias coronarias induce lesiones ateroscleróticas complejas que expresan citoquinas inflamatorias: Implicación para el desarrollo de un modelo porcino de placa vulnerable *Rev Mex Cardiol* 2011; 22 (2)
4. Drake, R. Vogl, A. Mitchell, A. Gray anatomía para estudiantes. 3th. España. Elsevier. 2015.
5. Riquet M1, Souilamas R, Hubsch JP, Brière J, Colomer S, Hidden G. Lymphatic drainage of heart and lungs: comparison between pig and man. 2000;22(1):47-50. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10863747>
6. BALLESTEROS, LE; CORZO, EG; SALDARRIAGA, B. Determinación de la dominancia coronaria en la población mestiza colombiana Un estudio anatómico directo. En t. *J. Morphol.*, V.25, p.483-491, 2007.
7. Rivera Gi, Garzón V. Determinación de las características anatómicas de las arterias coronarias de cerdo mediante técnica de inyección con látex. ISSN. 2015; vol.1(1). Disponible en: <http://revistas.javerianacali.edu.co/index.php/salutemscientiaspiritus/article/view/1357/pdf>
8. Crick SJ1, Sheppard MN, Ho SY, Gebstein L, Anderson RH. Anatomy of the pig heart: comparisons with normal human cardiac structure. *J Anat.* 1998 Jul;193 ( Pt 1):105-

19. Disponible  
 en: <https://static.cambridge.org/resource/id/urn:cambridge.org:id:binary:20170213064902107-0847:S0021878298003781:S002187829800378Xa.pdf>
9. Gómez, F.A., & Ballesteros, L.E.. (2015). Evaluation of coronary dominance in pigs; a comparative study with findings in human hearts. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 67(3), 783-789. <https://dx.doi.org/10.1590/1678-4162-6637>
10. M. Rodrigues, A.C. Silva, A.P. Águas and N.R. Grande. The coronary circulation of the pig heart: comparison with the human heart. *Eur J Anat*, 9 (2): 67-87 (2005). <https://pdfs.semanticscholar.org/3f4c/62028a16c22ddf07177577491ff7c6f0039b.pdf>
11. Weaver ME, Pantely GA, Bristow JD, Ladley HD. A quantitative study of the anatomy and distribution of coronary arteries in swine in comparison with other animals and man. *Cardiovasc Res*. 1986 Dec;20(12):907-17. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=A+quantitative+study+of+the+anatomy+distribution+of+coronary+arteries+in+swine+in+comparison+with+other+animals+and+man>
12. Robert Grant Dr, David McGiffin Prof, Robert Tam Dr, Sumit Yadav Dr, Harmanjit Dev Ms y Pankaj Saxena Dr. The Value of Cardiac Dissection Workshop to Medical Students. *Heart, Lung and Circulation*, 2017-01-01, Volumen 26, Páginas S369-S369, Copyright © 2017. Disponible en: <https://bibliobd.udca.edu.co:2071/#!/content/journal/1-s2.0-S1443950617301695>
13. Alejandro, F. G., Ballesteros, L. E., & Stella, L. C. (2015). Morphological description of great cardiac vein in pigs compared to human hearts. *Brazilian Journal of Cardiovascular Surgery - BJCVS = Revista Brasileira De Cirurgia Cardiovascular - RBCCV*, 30(1) doi:<http://dx.doi.org/10.5935/1678-9741.20140101>. Disponible en: <https://bibliobd.udca.edu.co:2091/central/docview/1772149776/F223303370C44A56PQ/5?accountid=47900>
14. Gómez, F.A., Ballesteros, L. E., & Estupiñan, H.Y. (2017). Morphological characterization of the left coronary artery in horses. comparative analysis with humans, pigs, and other animal species. *Italian Journal of Anatomy and Embryology*, 122(2), 137-146. doi:<http://dx.doi.org/10.13128/IJAE-21318>. Disponible en: <https://bibliobd.udca.edu.co:2091/central/docview/1942217050/F223303370C44A56PQ/6?accountid=47900>

15. Fais P, Mazzotti MC, Montisci M, Palazzo C, Leone O, Cecchetto G, Viel G, Pelotti S. Post-mortem thermal angiography: a pilot study on swine coronary circulation. 2018 Sep 14. Vol. 1. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30218174>
16. Mohr FW1, Grundfest W, Litvack F, Forrester J, Matloff J, Kirchhoff PG. [Digital thermo-coronary angiography--development and validation of the method in comparison with conventional cine-coronary angiography]. 1989 Jul;78(7):441-52. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/m/pubmed/2773540/?i=2&from=/30218174/related>
17. Uwatoko M1, Miyagi Y, Nomura M, Shiga Y, Koike A, Tateishi R, Mitsuguchi F, Mano K, Hishida H, Mizuno Y. [Evaluation of coronary blood flow using digital subtraction technique and cine coronary angiography: a preliminary report]. 1988 Jun;18(2):279-90. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/m/pubmed/2977791/?i=3&from=/2773540/related>
18. Carlson EB, Morris KG, Hinohara T, Sintetos AL.. Digital subtraction angiography in angioplasty of total coronary artery occlusion. 1987 Sep;92(3):560-2. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/m/pubmed/2957177/?i=5&from=/2977791/related>
19. Gómez FA, Ballesteros LE. Morphologic expression of the left coronary artery in pigs. An approach in relation to human heart. 2014 Apr-Jun;29(2):214-20. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25140471>
20. Sahni D1, Kaur GD, Jit H, Jit I. Anatomy & distribution of coronary arteries in pig in comparison with man. 2008 Jun;127(6):564-70. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18765875>
21. LÓPEZ CENTENO M, RUIZ RIPSTEIN G, RAMÍREZ RUIZ M, ARCE RUELAS A. [Internet]. Redalyc.org. 2018 [cited 4 October 2018]. Available from: <http://www.redalyc.org/pdf/142/14260103.pdf>
22. Madrid A, González Rebollo J, Del Rey J, Peña G, Camino A, Vázquez C et al. Estudio macro y microscópico de la arteria coronaria derecha tras ablación con catéter y radiofrecuencia del istmo cavotricuspidé en un modelo experimental | Revista Española de Cardiología [Internet]. Revespcardiol.org. 2018 [cited 4 October 2018]. Available

from: <http://www.revespcardiol.org/es/estudio-macro-microscopico-arteria-coronaria/articulo-resumen/13013862/>

23. Micheli Serra, A., Iturralde Torres, P. and Aranda Fraustro, A. (2018). *Orígenes del conocimiento de la estructura y función del sistema cardiovascular*. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-99402013000300016](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-99402013000300016)
  
24. Núñez M, Sandoval M, Trindade de Veglia H. [Internet]. Unne.edu.ar. 2018 [cited 4 October 2018]. Available from: <http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/cyt/2003/comunicaciones/03-Medicas/M-003.pdf>
  
25. Roppa L. [Internet]. Produccion-animal.com.ar. 2018 [cited 4 October 2018]. Available from: [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_porcina/00-produccion\\_porcina\\_general/95-humano.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_porcina/00-produccion_porcina_general/95-humano.pdf)
  
26. RODRIGUEZ J, MARIÑO M, AVILAN N, ECHEVERRI D. [Internet]. 2018 [cited 4 October 2018]. Available from: [https://www.researchgate.net/publication/284943947\\_Medidas\\_fractales\\_de\\_arterias\\_coronarias\\_un\\_modelo\\_experimental\\_en\\_restenosis\\_armonia\\_matematica\\_intrinseca\\_de\\_la\\_estructura\\_arterial](https://www.researchgate.net/publication/284943947_Medidas_fractales_de_arterias_coronarias_un_modelo_experimental_en_restenosis_armonia_matematica_intrinseca_de_la_estructura_arterial)
  
27. Galon M, Takimura K, Chaves M, Campos J, Krieger J, Gutierrez P, Laurindo F, Filho K, Neto L. Modelo porcino para evaluación y desarrollo de diferentes dispositivos coronarios basados en catéter: herramienta preclínica fundamental, *Rev. Bras. Cardiol. Invasiva*, 2013; 21(4): 378-383. disponible en: [https://solaci.org/wp-content/uploads/es/pdfs/revista\\_cardiologia\\_invasiva/diciembre2013/13\\_zanotti\\_galon\\_articulo.pdf](https://solaci.org/wp-content/uploads/es/pdfs/revista_cardiologia_invasiva/diciembre2013/13_zanotti_galon_articulo.pdf)
  
28. Lelovas PP, kostomitsopolus NG, xanthos TT. A comparative anatomic and physiologic overview of the porcine heart, *Rev. J. Am. Assoc. Lab. Anim. Sci.* 2014; 53(3): 432-438. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25255064>
  
29. Sahni D, Kaur GD, jit H, jit L. Anatomy & distribution of coronary arteries in pig in comparison with man. *Rev. indian j. med res.* 2008; 127(6): 564-570. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18765875>



30. Rodrigues M., Silva A.C., Aguas A.P., Grande N.R. The coronary circulation of the pig heart: Comparison with the human heart. *rev. European journal of anatomy* 2005; 9(2): 67-87 Disponible en: <http://eurjanat.com/web/paper.php?id=05020067>
31. Balen EM, Saez MJ, Cienfuegos JA, Zazpe CM, Ferrer JV, Herrera J, Lera JM, Anatomía del cerdo aplicada a la experimentación en cirugía general. *Rev. Cirugía española.* 2000; 67(6): 525-627. Disponible en: <http://www.elsevier.es/es-revista-cirugia-espanola-36-articulo-anatomia-del-cerdo-aplicada-experimentacion-10593>
32. Gomez FA, Ballesteros LE, Cortes LS. Morphological description of great cardiac vein in pigs compared to human hearts. *Rev bras cir cardiovasc.* 2015; 30(1): 63-69. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4389521/>
33. Gomez FA, Ballesteros LE, Cortes LS. Morphological expression of the pig coronary sinus and its tributaries: a comparative analysis with the human heart. *Rev. eur. J. anat.* 2015; 19(2): 139-144. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/281789654\\_Morphological\\_expression\\_of\\_the\\_pig\\_coronary\\_sinus\\_and\\_its\\_tributaries\\_A\\_comparative\\_analysis\\_with\\_the\\_human\\_heart](https://www.researchgate.net/publication/281789654_Morphological_expression_of_the_pig_coronary_sinus_and_its_tributaries_A_comparative_analysis_with_the_human_heart)
34. Rodrigues M, Silva AC, Aguas AP, Grande NR, The coronary circulation of the pig heart: comparison with the human heart. *Rev eur. J. anat.* 2005; 9(2): 67-87. Disponible en: <https://pdfs.semanticscholar.org/3f4c/62028a16c22ddf07177577491ff7c6f0039b.pdf>
35. GHASSAN S. KASSAB, CARMELA A. RIDER, NINA J. TANG, AND YUAN-CHENG B. FUNG Department of Applied Mechanics and Engineering Sciences|Bioengineering, and Institute for Biomedical Engineering, University of California, San Diego, La Jolla, California 92093-0412. Disponible en: [ftp://ftp.tuebingen.mpg.de/pub/kyb/bweber/papers\\_db/1993/Kassab/Am%20%20Physiol%201993%20Kassab.pdf](ftp://ftp.tuebingen.mpg.de/pub/kyb/bweber/papers_db/1993/Kassab/Am%20%20Physiol%201993%20Kassab.pdf)
36. Carolien J. van Andel, MSc, PhD, Peter V. Pistecky, MSc, and Cornelius Borst, MD, PhD Experimental Cardiology Laboratory, Heart Lung Center Utrecht, University Medical Center Utrecht, Utrecht, and Department of Design, Engineering and Production, Delft University of Technology, Delft, The Netherlands

37. JAMES L. BERGEY \*, KAREN NOCELLA and JOHN D. MCCALLUM Wyeth Laboratories, Inc., P.O. Box 8299, Philadelphia, PA 19101, U.S.A.
38. Masroor Badshah, Mamoon Qadir, Jamshid Hasnain, Roger Soames, Zahid Iqbal  
Department of Anatomy, Pak International Medical College, Peshawar - Pakistan
39. BY TETSUHIKO NAGAO AND PAUL M. VANHOUTTE From the Center for  
Experimental Therapeutics, Baylor College
40. Nordon, DG.\* and Rodrigues Júnior, OF. Departamento de  
Medicina, Faculdade de Ciências Médicas e da Saúde de  
Sorocaba, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo - PUC-  
SP, Praça José Ermírio de Moraes, 290, CEP 18030-095, Sorocaba, SP, Brazil \*E-mail:  
david@drnordon.com.br
41. Burton B. Howe, Paul A. Fehn 1 and Robert R. Pensinger 2  
Department of Pharmacology, Warner-Lambert Research Institute, Morris Plains,  
New Jersey, USA
42. Josep Reiga,b, Àngel Plansb y Màrius Petitb aDepartamento de Ciencias Morfológicas  
as. Unidad de Anatomía y Embriología. Facultad de Medicina.  
Universidad Autónoma de Barcelona. Bellaterra.  
Barcelona. bLaboratorio de Morfología Cardíaca. Departamento de Cardiología.  
Centro Quirúrgico Sant Jordi. Centro Monográfico Cardiovascular. Barcelona.
43. Kalpana, R. Department of Anatomy, Thanjavur Medical College, Thanjavur, INDIA
44. BRUCE F. WALLER, M.D.,\*? CHARLES M. ORR, M.D.,? JOHN D.  
SLACK, M.D.,? CASS A. PINKERTON, M.D.,? JAMES VAN  
TASSEL, M.D.,? THOMAS PETERS, M.D.? \*Cardiovascular Pathology Registry, St.  
Vincent Hospital; tNasser, Smith & Pinkerton Cardiology, Inc., and The Indiana  
Heart Institute, St. Vincent Hospital, Indianapolis, Indiana, USA
45. J. Reig Vilallonga Unidad de Anatomía y Embriología, Departamento  
de Ciencias Morfológicas, Facultad de Medicina, Universidad Autónoma de  
Barcelona, Spain
46. Grandmougin D, Casse JM 3, Chalon A, Luo y , Falanga A, Marie V 4 , Groubatch-  
Joineau F, Mourer B, Grandmougin M, Grandmougin D, Gauchotte G, Maureira JP,  
Tran N. Desarrollo de un modelo porcino de latidos cardíacos de retroperfusión auto-

miocárdica: evaluación de las respuestas hemodinámicas y cardíacas a la isquemia y aplicaciones clínicas

47. Alejandro Diaz Juan Manuel Camus Edmundo Ignacio Cabrera Fischer. MODELOS EXPERIMENTALES DE INSUFICIENCIA CARDÍACA EN GRANDES ANIMALES. May 2011. Edition: 1, Chapter: Modelos experimentales de insuficiencia cardiaca en grandes animales., Publisher: Idearium, Editors: Universidad de Mendoza, pp.69-93
48. Gómez, FA y Ballesteros, LE. Estudio anatómico de la arteria coronaria derecha en cerdos. Revisión de características en comparación con la arteria humana. Estudio anatómico de la arteria Coronaria Derecha en Cerdos. Revisión de sus características en comparación con el Humano. En t. J. Morphol. vol.31 no.4 Temuco dic. 2013
49. Saami K. Yazdani. Modelos animales de reparación vascular y reendotelización. Investigación traslacional cardiovascular. Volumen 13, Suplemento 5 , 2013 , páginas 20-28
50. L. Alvarez R. Saucedo Antonia aranega Consolación Melguizo Y Celia velez Amelia E. Aránega. Corazón Cerdo: Sistema Papilo - Tendino - Valvular del Ventrículo Derecho. diciembre de 1993. Anatomía, Histología, Embriología Volumen 22, Número 4
51. Lila N 1 , McGregor CG , Carpentier S , Rancic J , Byrne GW , Carpentier A. Gal pericardio de cerdo knockout: nueva fuente de material para las bioprótesis de válvula cardíaca. Transplante De Pulmón J Heart. 2010 mayo; 29 (5): 538-43. Doi: 10.1016 / j.healun.2009.10.007. Epub 2009 29 de diciembre
52. Castañeda Zo, García An, Longo Jo, Florido Ca. Guía de estudio de la anatomía cardíaca. Disección de corazón porcino. Morfología. 2013; vol5 (2) <http://bdigital.unal.edu.co/37743/1/39721-177364-1-PB.pdf>
53. Jordão Mt, Gomes S, Santos J, Valdeverde N. Estudio anatómico de la arteria diaonal en corazones de porcinos. Rev. chil. anat.. 2013; v.17 (1). [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0716-98681999000100011&script=sci\\_arttext&tlng=en](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0716-98681999000100011&script=sci_arttext&tlng=en)
54. Silverio Aj, Manuel J. Caracterización del Sistema cardiovascular porcino mediante resonancia magnética. Buleria. 2014-07-30. P317 <http://buleria.unileon.es/xmlui/handle/10612/368>

55. González Lo, La anatomía comparada del corazón, una necesidad de práctica de laboratorio en la carrera de medicina. ISSN. 2018; vol. 32(2) <http://ems.sld.cu/index.php/ems/article/view/1261>
56. Rivera Gi, Garzón V. Determinación de las características anatómicas de las arterias coronarias de cerdo mediante técnica de inyección con látex. ISSN. 2015; vol.1(1) <http://revistas.javerianacali.edu.co/index.php/salutemscientiaspiritus/article/view/1357/pdf>
57. Reyes Di, Rivera Ja, Gómez Fa, Cortes Lu. Study of coronary sinus and its tributaries in pigs. *Spei Domus*. 2015;11(23) 25-31. <http://dx.doi.org/10.16925/sp.v11i23.1365>
-