

IRRIGACIÓN DEL NODO SINOATRIAL EN POBLACION COLOMBIANA

YOBANY QUIJANO BLANCO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

FACULTAD DE MEDICINA

MAESTRÍA EN MORFOLOGÍA HUMANA

BOGOTÁ

2011

IRRIGACIÓN DEL NODO SINOATRIAL EN POBLACION COLOMBIANA

YOBANY QUIJANO BLANCO

Director

DR. LUIS ENRIQUE CARO HENAO

Médico Cirujano

Profesor titular de morfología

Universidad Nacional de Colombia

Tutor

DR. RICARDO MIGUEL LUQUE BERNAL

Médico Cirujano

Msc. en Genética humana

Estudiante de Doctorado en Bioética

Asesor Metodológico

DRA. DIANA PATRICIA ESCOBAR GUTIÉRREZ

Bacterióloga

Magíster en Educación

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

FACULTAD DE MEDICINA

MAESTRÍA EN MORFOLOGÍA HUMANA

BOGOTÁ

2011

NOTA DE ACEPTACIÓN

Director

Tutor

Jurado

Jurado

Bogotá, 21 de Noviembre de 2011

DEDICATORIA

*A Marisol, mi esposa,
por su amor,
su paciencia,
y apoyo
para lograr este triunfo.*

*A Gabriela, mi bebe,
quien se ha convertido
en mi inspiración y
el motivo para culminar
este gran trayecto.*

*A mis Padres,
Leonidas y Luz Alba,
porque siempre
han luchado
por darme lo mejor,
así como su apoyo moral.*

AGRADECIMIENTOS

Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses, Regional Bogotá, por proporcionar el material bajo el convenio docencia e investigación con la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales - U.D.C.A.

Directivos, Facultad de Medicina, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales, por permitir realizar la fase práctica de la investigación.

Dr. Luis Enrique Caro Henao, Director Tesis, por los aportes dados para la ejecución del proyecto.

Dr. Ricardo Miguel Luque Bernal, Tutor Tesis, por los aportes y apoyo incondicional para la ejecución del proyecto.

Dra. Diana Patricia Escobar Gutiérrez, Asesora Metodológica, por su valioso apoyo a lo largo del desarrollo de la investigación.

Dr. Carlos Arturo Florido, Director y Docente de Morfología, Facultad de Medicina U. Nacional de Colombia, por los aportes en la corrección de estilo de la tesis.

Srs. Eugenio Barrios Sánchez y Guillermo Lombana Acuña, Técnicos del Laboratorio de Anatomía, U.D.C.A., por su colaboración en la ejecución práctica del proyecto.

A Mis estudiantes de Morfología, U.D.C.A, Facultad de Medicina, por ser fuente de inspiración para realizar este proyecto.

CONTENIDO

	pág.
DEFINICIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	12
JUSTIFICACIÓN	15
OBJETIVOS	17
Objetivo General	17
Objetivos Específicos	17
1. ARTERIAS CORONARIAS	18
1.1 ARTERIA CORONARIA IZQUIERDA	18
1.2 ARTERIA CORONARIA DERECHA	22
2. VENAS CORONARIAS	26
3. MORFOLOGÍA DEL SISTEMA DE CONDUCCIÓN CARDIACO	29
4. DISEÑO METODOLÓGICO	33
4.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	33
4.2 POBLACIÓN	33
4.3 MUESTRA	33
4.4 CRITERIOS DE INCLUSIÓN	33
4.5 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN	33
4.6 VARIABLES	34
4.7 MATERIALES	34
4.8 MÉTODOS	34
4.9 CONSIDERACIONES ÉTICAS	35
5. RESULTADOS	37
6. DISCUSIÓN	51
7. CONCLUSIONES	54
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55

ÍNDICE DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Distribución anatómica de la arteria del nodo sinusal.	50
Cuadro 2. Irrigación reportada del nodo sinusal observado por varios autores por porcentaje.	52

ÍNDICE DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Estructura anatómica de la arteria coronaria izquierda vista anterior.	21
Figura 2. Estructura anatómica de la arteria coronaria izquierda vista posterior.	22
Figura 3. Estructura anatómica de la arteria coronaria derecha vista anterior.	24
Figura 4. Estructura anatómica de la arteria coronaria derecha vista posteroinferior.	25
Figura 5. Estructura anatómica de las venas coronarias vista anterior.	28
Figura 6. Estructura anatómica de las venas coronarias vista posteroinferior.	28
Figura 7. Anatomía del sistema de conducción del corazón.	31
Figura 8. Anatomía del sistema de conducción del corazón.	32
Figura 9. Arterias coronarias y arteria del nodo sinusal.	37
Figura 10. Rama única lineal derecha.	43
Figura 11. Rama única lineal izquierda.	44
Figura 12. Rama lineal izquierda y derecha codominante.	45
Figura 13. Rama forma de Y derecha.	46

Figura 14. Tres ramas lineales en forma tridente.	48
Figura 15. Rama en forma de doble Y derecha.	49
Figura 16. Rama en forma de K invertida derecha y lineal izquierda.	50

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

	pág.
Fotografía 1. Aparato reproductor femenino.	38
Fotografía 2. Aparato reproductor masculino.	38
Fotografía 3. Corazón y pericardio.	39
Fotografía 4. Arteria coronaria derecha y arteria del nodo sinusal.	40
Fotografía 5. Arteria coronaria izquierda, rama circunfleja y arteria del nodo sinusal.	40
Fotografía 6. Arteria coronaria izquierda, rama circunfleja y arteria del nodo sinusal.	41
Fotografía 7. Rama única lineal derecha.	42
Fotografía 8. Rama única lineal izquierda.	43
Fotografía 9. Rama lineal derecha codominante.	44
Fotografía 10. Rama lineal izquierda codominante.	45
Fotografía 11. Rama forma de Y derecha.	46
Fotografía 12. Tres ramas lineales en forma tridente.	47
Fotografía 13. Rama en forma de doble Y derecha.	48
Fotografía 14. Rama en forma de K invertida derecha y lineal izquierda.	49

IRRIGACIÓN DEL NODO SINOATRIAL EN POBLACIÓN COLOMBIANA¹

SINOATRIAL NODE IRRIGATION IN COLOMBIAN POPULATION

RESUMEN

Antecedentes: El conocimiento exacto de la integración anatomofisiológica del sistema de conducción del corazón, es fundamental para la comprensión fisiopatológica, el diagnóstico y el manejo de muchas de las complicaciones de la enfermedad coronaria y de las cardiopatías en general. Uno de los aspectos fundamentales, más variable y con mayores repercusiones clínicas corresponde al origen y recorrido de las arterias encargadas de irrigar el nódulo sinoatrial.

Objetivo: Determinar el origen, recorrido y distribución de las arterias que irrigan el nódulo sinoatrial en población colombiana.

Materiales y métodos: La muestra de análisis fueron 60 bloques cardiopulmonares y digestivos seleccionados a través de muestreo por conveniencia. A estos se les realizó una disección convencional de los genitales para la determinación del sexo y posteriormente se procedió con la disección de las arterias coronarias específicamente de la arteria del nódulo sinoatrial, con el fin de establecer su origen y recorrido.

¹ Quijano Blanco, Yobany. Médico Cirujano, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A. Profesor de Anatomía de la Facultad de Medicina, U.D.C.A, Especialista en Docencia Universitaria, Universidad Militar Nueva Granada, Msc. Morfología Humana Universidad Nacional de Colombia.

Resultados: Como hallazgo principal se encontró que la irrigación de la arteria del nódulo sinoatrial en 75% provenían de la coronaria derecha, un 15% procedían de la arteria circunfleja y el 10% restante fue codominante. En cuanto al trayecto el 86,6% fueron lineales, mientras el 13,4% tuvieron formas alternas como Y, doble Y y en tridente.

Conclusiones: Se pudo evidenciar que el predominio en el origen de la arteria del nódulo sinoatrial en la coronaria derecha coincide con los hallazgos de investigaciones similares sin intervenir la procedencia geográfica y el origen racial. Sin embargo, en este estudio se evidencian recorridos no reportados con anterioridad en la literatura como la distribución en Y, Doble Y, K invertida y en tridente.

PALABRAS CLAVES.

Irrigación, Nodo sinoatrial, arteria nodo sinoatrial, dominancia coronaria, sistema de conducción cardiaco, arritmia y muerte súbita.

SUMARY

Background: Accurate knowledge of the integration anatomophysiological of the heart conduction system, is essential for understanding pathophysiology, diagnosis and management of many complications of coronary disease and heart disease in general. One of the fundamental aspects, more variable and with greater clinical impact corresponds to the origin and course of the arteries responsible for irrigating the sinoatrial node.

Objective: To determine the origin, course and distribution of the arteries supplying the sinoatrial node in Colombian population.

Materials and methods: 60 cardiopulmonary and digestive blocks were taken by

a convenience sample. It was done a conventional dissection of the genitalia to determine sex and later it was proceeded with the dissection of the coronary artery specifically of the sinoatrial node, in order to establish their origin and route in it.

Results: As a main finding it was found that the blood supply to the sinoatrial node artery in 75% came from the right coronary artery, 15% came from the circumflex artery and 10% was codominant. In terms of the course, 86.6% were linear, while 13.4% had alternative forms such as Y, Y and double trident.

Conclusions: The results show that the prevalence in the origin of the sinoatrial node artery in the right coronary artery is consistent with findings of similar research without intervening geographical and racial origin. However, in this study are reported some not courses in the literature as Y, Double Y, K inverted and in trident form.

KEYWORDS.

Irrigation, sinoatrial node, sinoatrial node artery, coronary dominance, cardiac conduction system, arrhythmia and sudden death.

IRRIGACIÓN DEL NODO SINOATRIAL EN POBLACIÓN COLOMBIANA

DEFINICIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El corazón depende para su adecuado funcionamiento de una integración exacta entre su estructura anatómica y los mecanismos fisiológicos que lo regulan. Esta interacción tiene como principal sustrato el sistema de conducción, siendo el nodo sinoatrial el primer componente de dicho sistema y tal vez el más importante de todos los elementos que lo componen al ser el encargado de dar el ritmo fisiológico al corazón (1,2).

El nodo sinoatrial es considerado el marcapasos fisiológico del corazón (1), ya que es el encargado de generar el impulso eléctrico que después de recorrer todo el sistema de conducción, él se acopla a través de discos intercalares al músculo cardiaco generando la contracción de este último (3). Es esta compleja integración anatomofisiológica y su importancia para la vida del paciente, la que impone un conocimiento exacto de la estructura del corazón, su integración con su sistema eléctrico y el sistema arterial coronario que lo irriga.

En Colombia al momento de realizar este estudio, no se han desarrollado investigaciones específicas que permitan entender la estructura y variaciones propias del sistema de conducción del corazón ni de la circulación acoplada a éste en población colombiana, dada su diversidad de orígenes (europeo, africano, asiático), el alto grado de mestizaje y las condiciones particulares de éste. Atendiendo lo anterior, se pretende hacer una descripción de la irrigación del nodo sinoatrial con fines de aplicación en ciencias morfológicas, cardiología, cirugía cardiaca, medicina forense y en la práctica clínica.

Desde el punto de vista de la morfología se conoce que el nodo sinoatrial está localizado en el atrio derecho y que su irrigación está dada en el 55% de las personas, por ramas de la arteria coronaria derecha o de la rama circunfleja de la arteria coronaria izquierda en el 45%, pero en la mayoría de los textos se hacen pocas referencias a las posibles variaciones anatómicas y a la implicación clínica de éstas (2).

Esto se evidencia desde la perspectiva del médico forense quien al explicar una muerte súbita de origen cardíaco, debe evaluar el sistema de conducción del corazón y la circulación coronaria, ya que se ha evidenciado que hasta en un 60% de los casos de muerte súbita de origen cardíaco existe relación directa con alguno de ellos dos o con ambos (4). Por lo anterior, se hace indispensable para el análisis forense del mismo, el conocimiento exacto de dichas estructuras anatómicas. Adicionalmente, dicho conocimiento puede extrapolarse a otras áreas de la medicina enfocadas en este caso particular a la prevención y al tratamiento eficaz del síndrome de muerte súbita cardíaca.

Dadas las características únicas de la población colombiana en cuanto a su composición étnica (5), la extrapolación de estudios previos sobre la estructura y las variaciones anatómicas del nodo sinoatrial y las ramas de la circulación coronaria encargadas de su irrigación, son por lo menos cuestionables. Adicionalmente, los estudios previos muestran un amplio rango de variaciones entre ellos, que permiten suponer que la irrigación del nodo sinoatrial no es constante, sino que por el contrario, presenta un amplio rango de variaciones anatómicas que son dependientes del origen étnico de la población. Por esto y dado el impacto de la relación entre la circulación coronaria, específicamente la arteria sinoatrial y el sistema de conducción del corazón, se hace indispensable iniciar una serie de estudios que permitan dilucidar el comportamiento anatómico de dicha relación en la población colombiana para así indicar las extrapolaciones clínicas y forenses necesarias que generan un impacto positivo en la prevención y

tratamiento de arritmias originadas por alteraciones a dicho nivel, pudiendo así realizar posteriormente las respectivas aplicaciones clínicas y forenses que tengan lugar.

Con base en lo anterior, la pregunta problema que orienta la presente investigación es:

¿Cuál es la irrigación del nodo sinoatrial en población colombiana y sus probables variaciones anatómicas?

JUSTIFICACIÓN

La enfermedad coronaria se ubica como la primera causa de muerte en la población colombiana y en el mundo, siendo sólo superada en algunos años por la violencia (6). En la actualidad con base en la literatura científica, se evidencia la relación entre las alteraciones del ritmo cardiaco y la aterosclerosis coronaria, encontrando que el 80% de pacientes con enfermedad coronaria presenta trastornos del ritmo cardiaco, siendo éstos la principal causa de muerte súbita asociada al infarto agudo de miocardio. (7)

Dichas arritmias, son la principal causa de muerte como consecuencia del infarto agudo del miocardio y son el producto de isquemia o infarto de células miocárdicas, que pueden o no incluir al sistema de conducción (8). Este sistema abarca una amplia porción del miocardio e incluye el nodo sinoatrial, el nodo atrioventricular, el fascículo atrioventricular con sus ramas derecha e izquierda y las ramas subendocárdicas(1, 2).

Teniendo en cuenta que estas arritmias pueden generarse en cualquier nivel del sistema de conducción, el conocimiento exacto de la forma, relaciones e irrigación de este sistema cobra especial importancia ya que permitiría mejorar los mecanismos de prevención, diagnóstico, intervención y rehabilitación de las arritmias cardiacas asociadas con enfermedad coronaria.

En Colombia existen muy pocos estudios específicos acerca de la irrigación del sistema de conducción, caso contrario a la realidad internacional donde existen múltiples investigaciones relacionadas con la distribución de las arterias coronarias. Éstas muestran que existe una gran diversidad en la distribución y origen de las arterias encargadas de la irrigación del sistema de conducción, siendo esto más marcado en la arteria del nodo sinoatrial (9, 10,11). Es así como se hace necesario iniciar la descripción de las variaciones anatómicas propias en población colombiana

y dado que el nodo sinoatrial es el marcapaso fisiológico del corazón, el conocimiento que se pueda generar acerca de las variaciones en la arteria del nodo sinoatrial y su recorrido se convierte en un punto de partida para ampliar los conocimientos de la irrigación del sistema de conducción en esta población.

Por otro lado, desde la perspectiva pedagógica, la realización de trabajos de investigación en anatomía puede generar un impacto positivo en el perfeccionamiento de métodos de investigación en el área, en las habilidades de las técnicas de disección y proyectar diversos estudios con técnicas diferentes como la inyección corrosión y la plastinación.

OBJETIVOS

Objetivo General

Identificar y describir el origen y recorrido de las arterias que irrigan el nodo sinoatrial de bloques cardiopulmonares y digestivos de población Colombiana.

Objetivos Específicos

- Determinar el origen de la arteria del nodo sinoatrial.
- Describir la distribución anatómica de la irrigación del nodo sinoatrial.
- Identificar la probable existencia de variaciones anatómicas del origen y trayecto de la circulación del nodo sinoatrial.

MARCO TEÓRICO

1. ARTERIAS CORONARIAS

Las arterias coronarias son las arterias nutricias del corazón. Se originan de la aorta ascendente a nivel de la parte inicial de la raíz aórtica (10, 11,12), la cual está ocupada por los senos aórticos, en los que se encuentran los orificios de salida de las arterias coronarias, es decir, que la arteria coronaria derecha se origina en el seno aórtico derecho y la arteria coronaria izquierda en el seno aórtico izquierdo (12). Aunque las arterias coronarias tienen un recorrido constante, tienen múltiples anastomosis entre ellas, que les permiten suplirse entre sí en casos de estenosis, trombos o embolismos (10, 12,13).

Los orígenes de estas arterias pueden variar significativamente en relación a la unión sinotubular, y también en su proximidad a las zonas de aposición entre las valvas de las válvulas (13, 14,15).

1.1 ARTERIA CORONARIA IZQUIERDA

Se origina de la aorta, a la altura del borde libre de la valva semilunar izquierda y en el seno aórtico correspondiente; en su calibre mide de 3 a 4 mm, en término medio en el adulto (11).

Da como ramas terminales la rama interventricular anterior y la arteria circunfleja, que a su vez puede dar la irrigación del nodo sinoatrial en el 45% de los casos (2).

La arteria coronaria izquierda se origina de la raíz de la aorta ascendente, a nivel del orificio del seno aórtico izquierdo (11,12). El plano de la válvula semilunar es inclinado, de manera que el orificio de la arteria coronaria izquierda es

superior y posterior al orificio de la arteria coronaria derecha (16). La arteria coronaria izquierda viaja anterior e izquierda a la arteria aorta, y pasa entre los troncos pulmonares y la orejuela del atrio izquierdo, donde se divide en la parte anterior, en la arteria interventricular anterior y en la arteria circunfleja. La arteria coronaria izquierda puede estar ausente, es decir, la arteria interventricular anterior y la circunfleja surgen de forma independiente en el seno aórtico izquierdo (11, 12,16).

La arteria interventricular anterior, rama de la coronaria izquierda, desciende por el surco interventricular anterior (2, 13,16). Durante su recorrido, esta arteria da como ramas las arterias perforantes septales, que entran en el miocardio septal para suministrar irrigación a los dos tercios anteriores del tabique interventricular (en alrededor del 90% de los corazones) (16). Las arterias perforantes en realidad son una serie de arterias que perforan la pared miocárdica para irrigar el septo interventricular. La primera de ellas, recibe el nombre de primera perforante o arteria septal superior, y es la encargada de suministrar la mayor parte del aporte sanguíneo al nodo atrioventricular. La segunda arteria perforante, es en cerca del 80% de los individuos, la más larga y principal arteria del nodo sinoatrial, por lo que se le describe en ocasiones como la arteria septal principal. Esta arteria suministra irrigación a la porción media del septo interventricular. Curiosamente, esta arteria también envía una rama a la banda moderadora o trabécula septomarginal, al músculo papilar anterior y al músculo que rodea la válvula tricúspide (ventrículo derecho). Esta arteria a menudo se llama arteria moderadora (11, 13,16).

La rama terminal de la arteria interventricular anterior, es una rama para el cono arterioso que se anastomosa con la arteria coronaria derecha para proporcionar una importante red anastomósica.

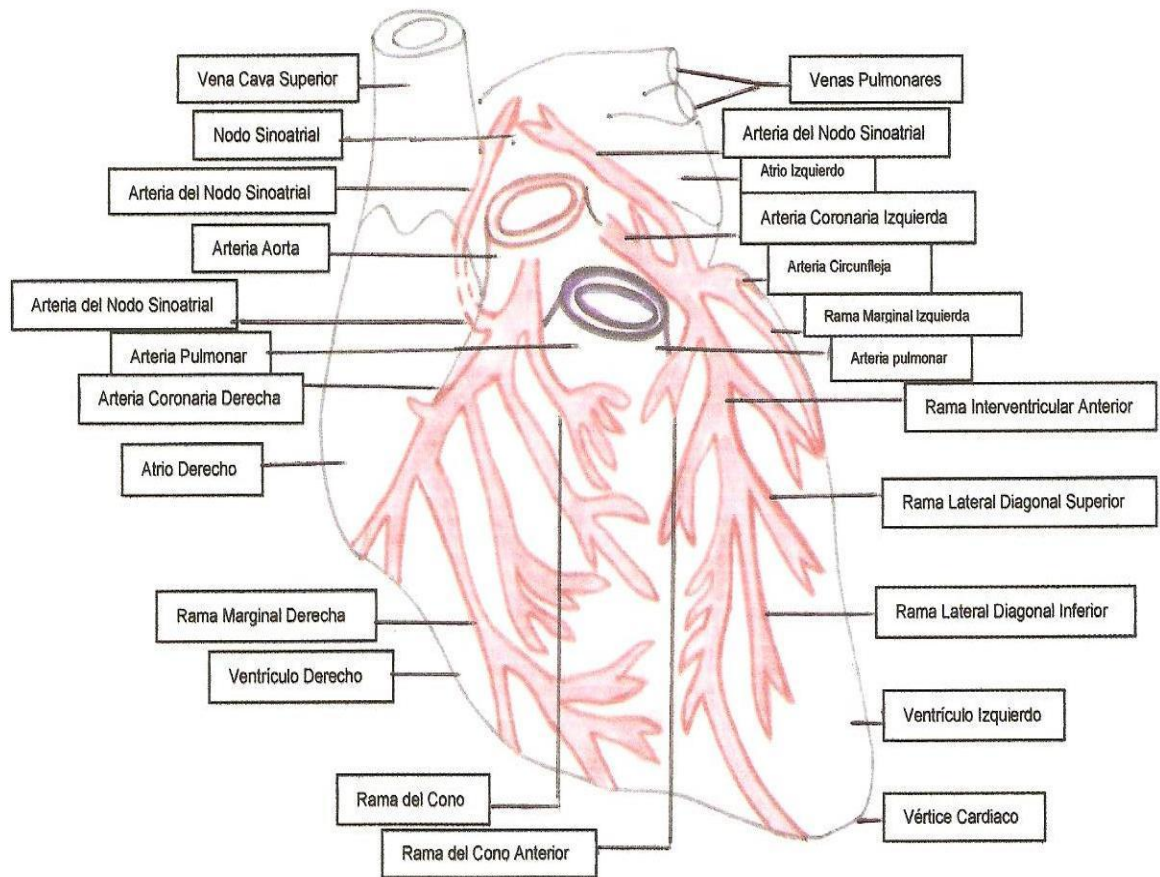
Adicionalmente, la arteria interventricular anterior proporciona ramas que se dirigen a la pared anterior del ventrículo izquierdo, las cuales se denominan arterias diagonales. Estas se encuentran numeradas de acuerdo con su secuencia

de origen, como arterias diagonales primera, segunda y así sucesivamente. La arteria interventricular anterior alrededor del ápice se desplaza en sentido superior en el surco interventricular posterior para anastomosarse con la descendente posterior, rama de la arteria coronaria derecha (11, 13, 14, 16).

En resumen, el territorio arterial de la arteria interventricular anterior y sus ramas, corresponde a la irrigación del tabique o septo interventricular anterior, las paredes apicales del ventrículo izquierdo, el fascículo atrioventricular, el músculo papilar anterior y la válvula aórtica (ventrículo izquierdo). También proporciona irrigación en el ventrículo derecho a su pared anterior, y a la porción posterior del tabique interventricular junto con la arteria interventricular posterior (2, 11, 13, 14,16).

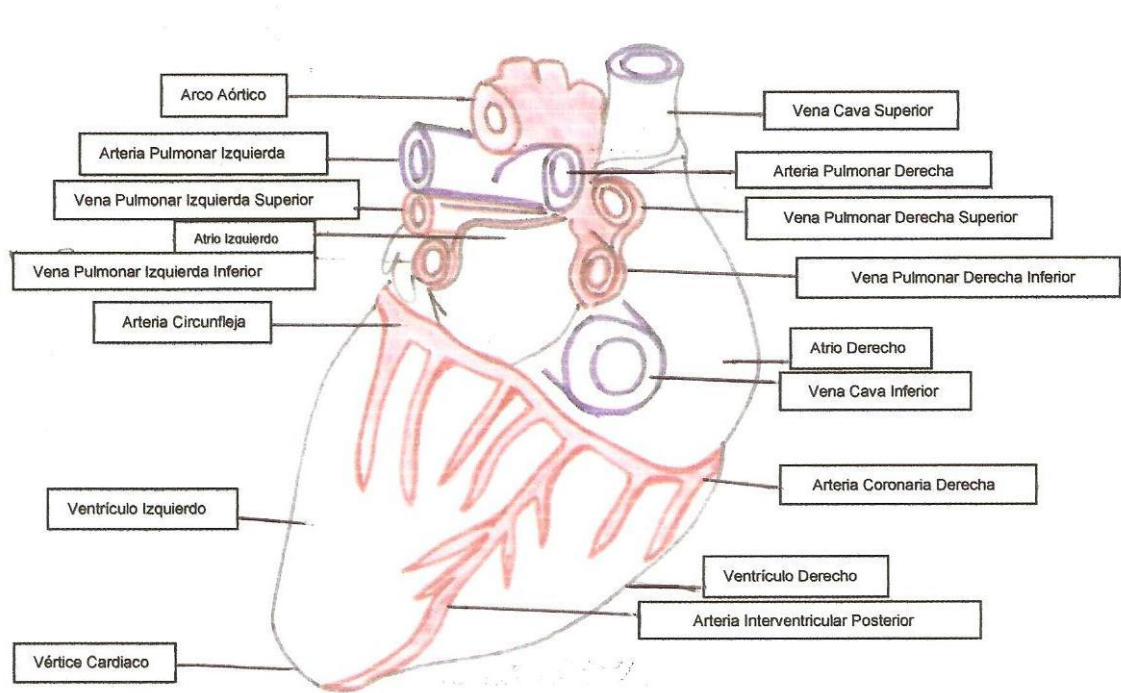
La arteria circunfleja, la otra rama terminal de la arteria coronaria izquierda, recorre el corazón de derecha a izquierda y de anterior a posterior, siguiendo el surco coronario, su rama principal es la rama marginal izquierda que recorre el borde izquierdo del corazón. El mayor porcentaje de la irrigación de la arteria circunfleja se dirige al atrio izquierdo o aurícula izquierda y a las paredes posterior y lateral del ventrículo izquierdo (2, 11, 13, 14,16). (Ver Figuras 1 y 2).

Figura 1. Estructura anatómica de la arteria coronaria izquierda vista anterior



Elaborada por el autor del proyecto.

Figura 2. Estructura anatómica de la arteria coronaria izquierda vista posterior



Elaborada por el autor del proyecto.

1.2 ARTERIA CORONARIA DERECHA

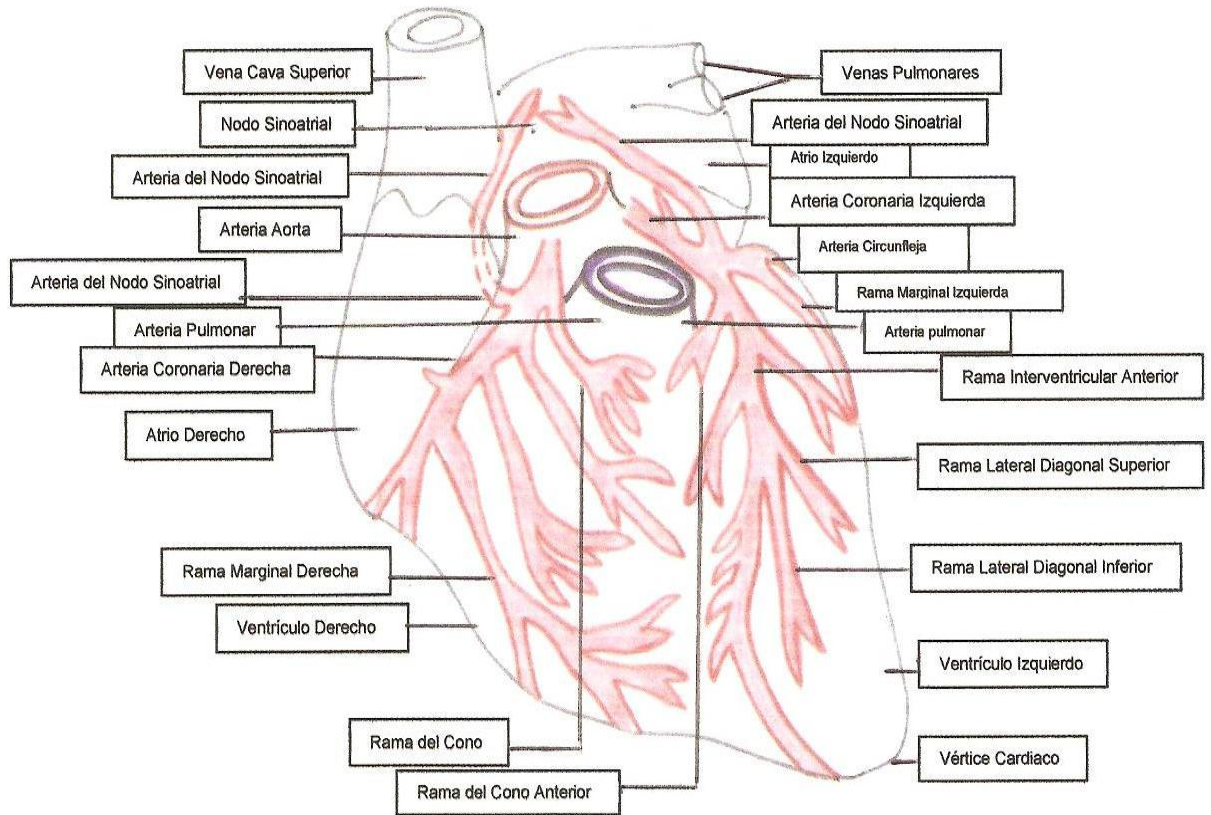
Su origen se encuentra a nivel del borde superior de la válvula semilunar derecha, en la raíz de la aorta, en el seno aórtico correspondiente. A ese nivel, el diámetro promedio es de aproximadamente 3 a 4 mm. Desciende por la pared medial del atrio derecho, entre el cono arterioso y la aurícula del atrio derecho, para llegar al surco atrioventricular derecho, donde continua curvándose en sentido posterior derecho. A pocos milímetros después de salir de la aorta, la arteria coronaria derecha emite dos ramas: la arteria para el cono arterioso (a la derecha del tracto de salida ventricular), y la rama atrial o auricular (a la derecha del atrio derecho). Esta última es la encargada de proporcionar, en el 55% de los individuos, la arteria del nodo sinusal que se extiende a lo largo del atrio derecho, anterior a la vena

cava superior rodeándola en el sentido de las agujas del reloj o en sentido contrario, antes de alcanzar el nodo sinoatrial. La arteria nodal sinoatrial suministra irrigación al nodo sinoatrial, a la fibra internodal anterior, la cresta terminal y al la atrio derecho (2, 11, 14, 16).

La arteria coronaria derecha continúa en el surco atrioventricular derecho y emite un número variable de ramas al atrio derecho y al ventrículo derecho. La rama más prominente es la rama marginal derecha, que corre por el margen o borde derecho del corazón, suministrando irrigación a esta porción del ventrículo derecho. La arteria coronaria derecha luego emite dos o hasta tres ramas. Una primera rama emitida es la arteria interventricular posterior, la cual discurre por el surco interventricular posterior y se dirige hacia el ápice del corazón para suministrar irrigación a la pared posterior libre del ventrículo derecho. En el 85-90% de los corazones humanos, ramas de esta arteria (arterias septales posteriores) facilitan la irrigación del tercio posterior del tabique interventricular. La segunda arteria es la del nodo atrioventricular, la cual pasa hacia delante a lo largo de la base del tabique interauricular con el fin de irrigar el nodo atrioventricular (en el 50-60% de corazones). Otra arteria cruza el surco atrioventricular izquierdo para irrigar la superficie diafragmática del ventrículo izquierdo y el músculo papilar posterior (2, 11, 14, 16).

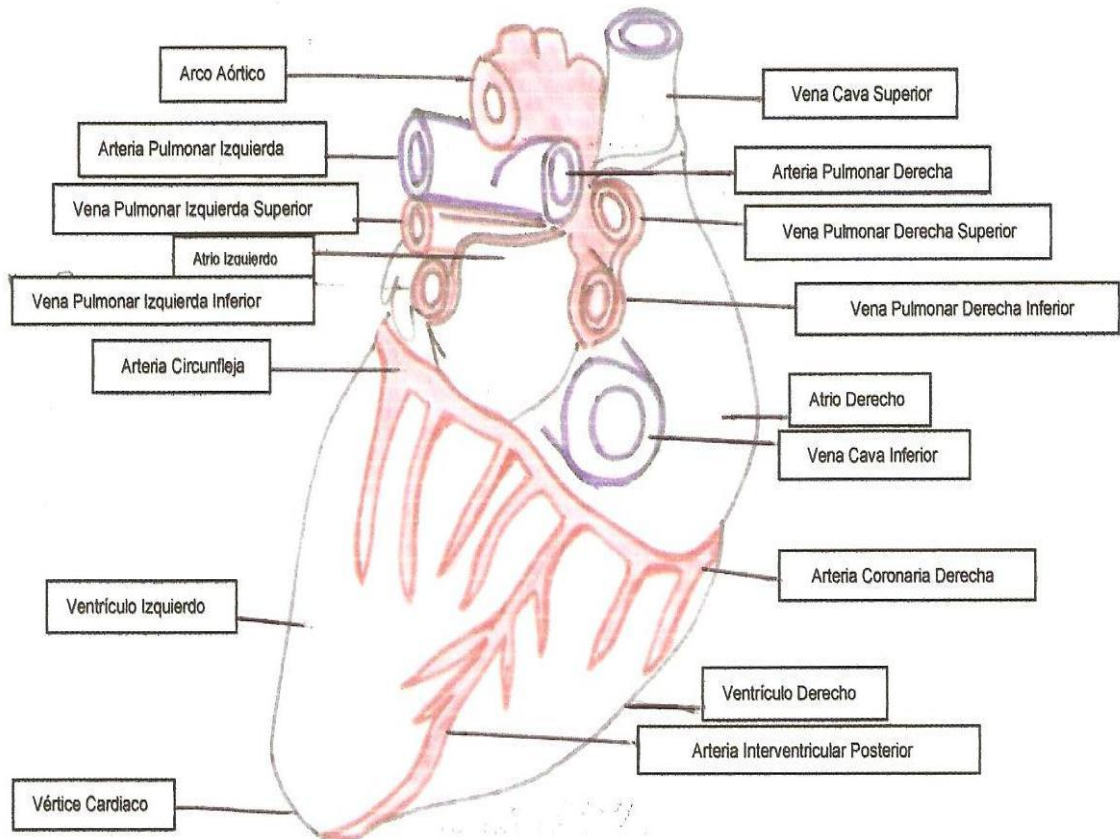
La arteria coronaria derecha irriga una porción importante del ventrículo derecho, que corresponde a una parte de la cara anterior, toda cara posterior y el tercio posterior del tabique interventricular. Adicionalmente, pero de forma menos prominente, la cara posterior del ventrículo izquierdo (6). (Ver Figuras 3 y 4).

Figura 3. Estructura anatómica de la arteria coronaria derecha vista anterior.



Elaborada por el autor del proyecto.

Figura 4. Estructura anatómica de la arteria coronaria derecha vista posteroinferior



Elaborada por el autor del proyecto.

2. VENAS CORONARIAS

El drenaje venoso del corazón se logra a través de tres sistemas separados (16):

1. Los afluentes venosos cardíacos, que convergen para formar el seno coronario;
2. Las venas cardíacas anteriores (anterior ventricular derecha), y
3. El sistema venoso cardíaco más pequeño denominado sistema venoso mínimo.

La mayor parte (85%) de la circulación venosa del miocardio es drenada por las venas cardíacas que cursan paralelas a las arterias coronarias. Corresponden a tres grandes venas: la vena coronaria mayor, la media y la menor, que convergen para formar el seno coronario. La vena coronaria mayor surge de las vénulas ubicadas en la pared miocárdica a nivel de ápice del corazón y del septo interventricular. Esta recorre el surco interventricular anterior, llega al surco atrioventricular en donde realiza una curva hacia la izquierda y hacia atrás, siguiendo en este trayecto a la arteria circunfleja. La vena cardíaca media se origina de las vénulas ubicadas en el ápice cardíaco y en la cara inferior del corazón. A partir de este origen, la vena corre a través por el surco interventricular posterior, donde se une con la vena cardíaca mayor formando el seno venoso coronario. La vena cardíaca menor se origina a partir de la cara medial del ventrículo derecho y asciende paralela a la arteria marginal derecha, donde alcanza el surco atrioventricular derecho, para drenar también en el seno venoso coronario. Esta vena es extremadamente pequeña y solo está presente en aproximadamente el 40% de los individuos (2, 11, 14, 16, 17).

Hay dos estructuras que sirven de límite entre la terminación de la vena coronaria mayor y el inicio del seno coronario. La primera es la válvula de la vena cardíaca mayor, cuya función es evitar el reflujo de la sangre del seno coronario a la vena cardíaca mayor. La segunda es un pequeño espacio que se forma entre los orificios de ingreso de la vena oblicua atrial izquierda y la vena posterior del ventrículo izquierdo (2, 11, 14, 16, 17).

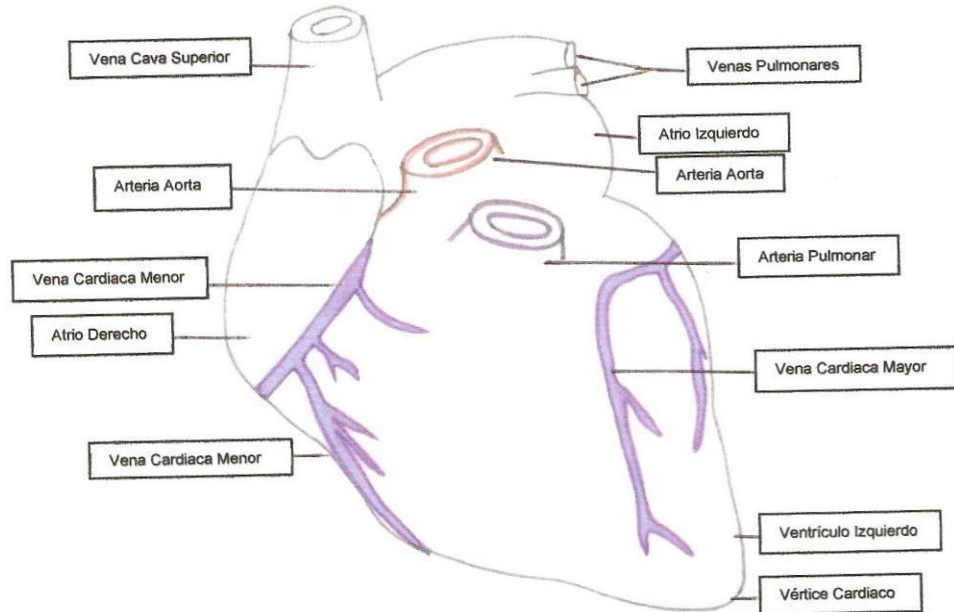
Desde el interior del atrio derecho, puede verse cómo el seno venoso coronario

forma una abertura localizada en posición anterior e inferior al orificio de la vena cava inferior. Hay una válvula que abarca diversos grados de la apertura del seno coronario evitando el reflujo (2, 16).

Un segundo grupo de venas presentes en el corazón se denominan venas cardíacas anteriores y se diferencian de las venas coronarias en que no drenan al seno coronario, sino que lo hacen directamente al atrio derecho. Se encargan de recoger la sangre venosa de la pared anterior del ventrículo derecho y por lo general se encuentran en número de cuatro a seis (2, 11, 14, 16, 17).

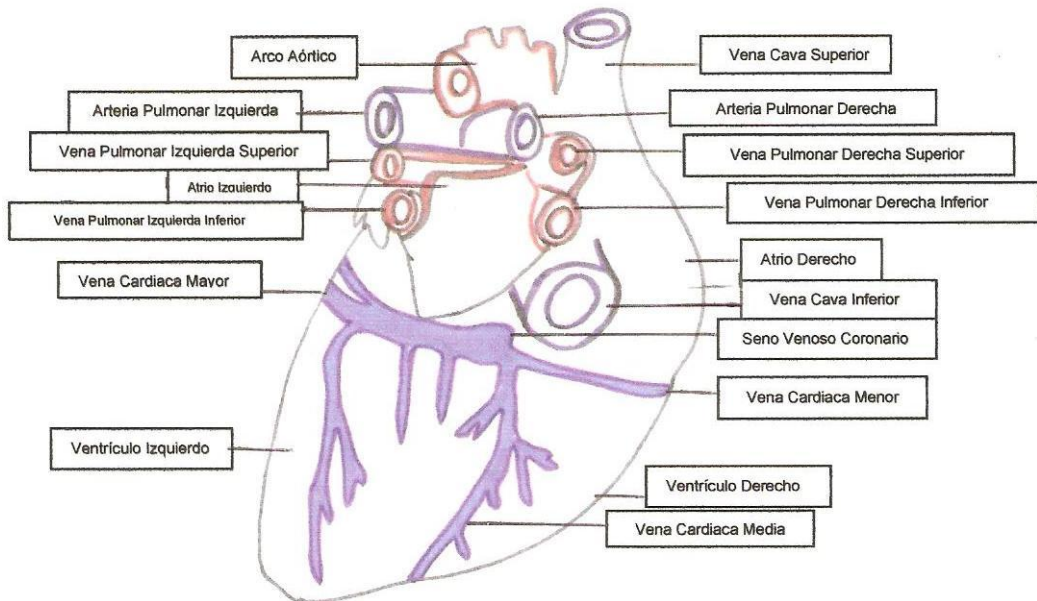
El tercer sistema de drenaje venoso del corazón es el más pequeño de todos y se le denomina sistema venoso mínimo cardíaco. Éste se compone de una multitud de pequeñas venas intramurales o intramiocárdicas. Estos diminutos vasos comienzan en los lechos capilares del miocardio, luego discurren en el endocardio y drenan directamente en las cavidades cardíacas, específicamente el atrio y el ventrículo derecho, donde se evidencian pequeños agujeros visibles macroscópicamente que se denominan forámenes mínimos (2, 11, 14, 16, 17).
(Ver Figuras 5 y 6).

Figura 5. Estructura anatómica de las venas coronarias vista anterior.



Elaborada por el autor del proyecto.

Figura 6. Estructura anatómica de las venas coronarias vista posteroinferior.



Elaborada por el autor del proyecto

3. MORFOLOGÍA DEL SISTEMA DE CONDUCCIÓN DEL CORAZÓN.

El miocardio posee un sistema de conducción dado por células cardiacas especializadas, que se encarga de controlar la frecuencia cardiaca y sincronizar tanto el ritmo como las contracciones mismas del tejido miocárdico, para lograr un ciclo cardiaco óptimo (1,17, 18).

El sistema de conducción del corazón es una compleja e intrincada red de tejido miocárdico especializado en la conducción y transmisión de potenciales de acción a través de discos intercalares, que les permite comunicarse entre sí y de esta forma comportarse como un sincitio. Este comienza con una estructura especializada, que se ubica en las paredes superior y anterior del atrio derecho, por debajo de la desembocadura de la vena cava superior; a dicha estructura se le denomina nodo sinoatrial (1, 2, 10, 15, 16, 17,18).

El nodo sinoatrial tiene una localización subepicárdica y se sitúa en la unión entre la musculatura de la vena cava superior con la de la orejuela derecha, y cuya base se opone a la cresta terminal (16).

La distancia entre el nodo sinoatrial y el epicardio es de $0,3 \pm 0,1$ mm (6). En un 10% de los individuos, el nódulo no se prolonga hacia la cava inferior, sino que tiene una forma de herradura alrededor de la parte anterior del orificio de la vena cava superior (19).

El nodo sinoatrial es seguido por unos haces internodales, que se extienden desde éste y atraviesan todo el tejido miocárdico atrial derecho para llegar al nódulo atrioventricular. Estos haces internodales se han descrito tradicionalmente en la literatura como 3: el anterior, el lateral y el posterior (1,19); sin embargo, en la actualidad su existencia se encuentra en entredicho por algunos autores, quienes argumentan la ausencia de demostración empírica que lo sustente (2).

El nodo atrioventricular comprende una porción de fibras dispuestas en abanico, situadas a la derecha, que se condensan en un conjunto izquierdo más denso. (2, 5,19). Se encuentra en la base del tabique interatrial en el vértice de un área triangular, conocida como trígono del nodo atrioventricular tradicionalmente como el triángulo de Koch, quien lo ilustró por primera vez, el cual se sitúa sobre la superficie endocárdica del atrio derecho y se encuentra delimitado anteriormente por la inserción del velo septal de la válvula tricúspide y posteriormente, por un tendón de la válvula de la vena cava inferior (20). Este tendón es la continuación fibrosa subendocárdica de la válvula de la vena cava inferior (20), que se introduce en la musculatura atrial que separa el orificio del seno coronario de la fosa oval. El vértice del triángulo se sitúa superiormente, en la zona de intersección de los bordes anterior y posterior del cuerpo fibroso central del corazón (21).

La base del trígono está formada por el orificio del seno coronario y, además, el vestíbulo del atrio derecho, que sirve de inserción al velo septal de la válvula tricúspide. La base es conocida por los electrofisiólogos como istmo septal, y es el lugar donde se realiza la ablación mediante radiofrecuencia de la vía lenta en pacientes con taquicardia por reentrada nodal Atrioventricular (20, 21).

Con el nódulo localizado en el vértice del trígono, la continuidad de la conducción atrioventricular es el fascículo atrioventricular, que es la única parte del eje de conducción que perfora el cuerpo fibroso central del corazón, el cual está constituido por la unión del tejido conectivo de los velos valvulares aórtico y mitral con el velo septal de la válvula tricúspide, llamado trígono fibroso derecho y con la porción membranosa del tabique interventricular (18).

El tronco del fascículo atrioventricular se divide en dos ramas, la derecha y la izquierda. La rama derecha pasa a través de la musculatura del tabique, a la base del músculo papilar medial del ventrículo derecho; después se convierte en una delgada cuerda que penetra en el espesor de la trabécula septomarginal o banda

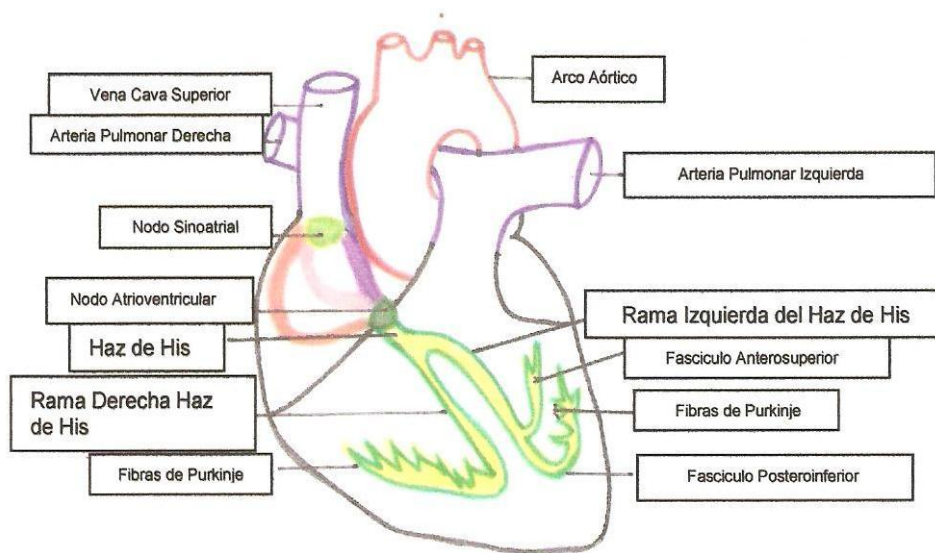
moderadora, pilar de segundo grado que comunica el músculo papilar medial con el anterior (2, 18, 19, 20,21).

El origen de la rama izquierda se encuentra por debajo de la comisura situada entre las valvas derecha y posterior de la válvula aórtica; después desciende por el subendocárdio del tabique interventricular; a veces, este recorrido es visible debido al brillo de la lámina fibrosa que lo envuelve. La porción proximal de la rama izquierda es mucho más extensa que la rama derecha (2, 19, 20, 21,22).

Se describe una tercera rama denominada tracto en punto muerto, que se observa en corazones fetales e infantiles; esta rama continúa el fascículo atriventricular en sentido anterosuperior hacia la raíz de la aorta (15).

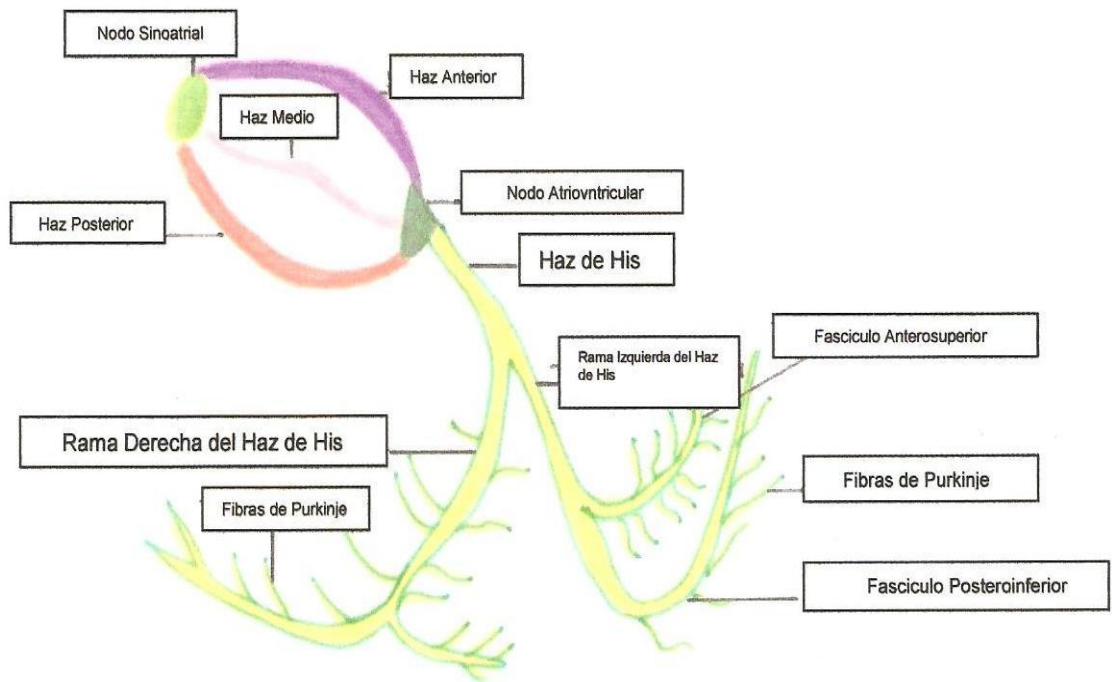
Las ramas derecha e izquierda y el denominado tracto en punto muerto, se continúan en el interior del miocardio con la llamada red de fibras subendocárdicas conocidas como fibras de Purkinje que se encuentra a nivel subendocárdico (15). (Ver Figuras 7 y 8).

Figura 7. Anatomía del sistema de conducción del corazón.



Elaborada por el autor del proyecto.

Figura 8. Anatomía del sistema de conducción del corazón.



Elaborada por el autor del proyecto.

4. DISEÑO METODOLÓGICO

4.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Estudio analítico, descriptivo con métodos cuantitativos.

4.2 POBLACIÓN

Cadáveres donados por el Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses de la ciudad de Bogotá en el marco de la Resolución 000973 del 15 de Octubre 2008 a la Facultad de Medicina Humana de la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A., con fines investigativos y de docencia.

4.3 MUESTRA

La muestra objeto de análisis son 60 bloques cardiopulmonares y digestivos donados al Anfiteatro de la Facultad de Medicina Humana de la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A., seleccionados a través de muestreo por conveniencia, que cumplan con los criterios de inclusión.

Las estadísticas descritas en el último Forensis del Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses establecen que hay más muertes en hombres que en mujeres. Los cuerpos que ingresan a este instituto no tienen una edad definida por lo cual la variable edad no se tendrá en cuenta (23).

4.4 CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- Plastrones humanos de cadáveres donados al Anfiteatro de la Facultad de Medicina Humana de la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales.

4.5 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

Aquellos corazones que a la exploración presenten:

- Malformaciones cardiacas congénitas.
- Cardiopatías crónicas evidentes que produzcan alteraciones morfológicas del

corazón.

- Trauma cardiaco

4.6 VARIABLES

Nombre Variable	Definición Operativa	Tipo de Variable	Nivel de Medición
Sexo	Género definido por características anatómicas de los genitales internos presentes en el bloque cardiopulmonar y abdominopélvico.	Cualitativa Nominal binomial	Femenino Masculino
Irrigación nodo sinoatrial	Procedencia de las arterias que irrigan el nodo sinoatrial.	Cualitativa Nominal multinomial	Origen Recorrido Distribución

4.7 MATERIALES

- Sala de disección del anfiteatro de la Facultad de Medicina U.D.C.A.
- Mesa de disección.
- Equipo de disección 14 piezas
- Cámara fotográfica Nikon D90, lente 18-105 mm.
- 60 plastrones toracoabdominales fijados en formaldehido al 5%.

4.8 MÉTODOS

Se emplearon 60 corazones humanos del Anfiteatro de la Facultad de Medicina de la U.D.C.A con fines de investigación y docencia, donados por el Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses de la ciudad de Bogotá.

Se realizó la disección de las arterias coronarias, buscando las arterias específicas que irrigan el nodo sinoatrial, de la siguiente forma:

- a. Se retiró el epicardio.
- b. Se disecaron las arterias coronarias derecha e izquierda

- c. Se ubicó el nodo sinoatrial referenciando el espacio comprendido entre la desembocadura de la vena cava superior y la cara posterosuperior atrial derecha.
- d. Se disecaron a partir de las coronarias derecha e izquierda todas las arterias que se dirigían hacia dicha región.
- e. Se identificaron las posibles arterias candidatas y se seleccionó como la arteria del nodo sinoatrial, la que en su recorrido anatómico estuviese más próxima a la región antes mencionada.
- f. Se procedió posteriormente a realizar un registro fotográfico de la región con la arteria y se realizó un diagrama del mismo.

4.9 CONSIDERACIONES ÉTICAS

El presente estudio se realizó utilizando material del Anfiteatro de la Facultad de Medicina de la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A., el cual fue obtenido basándose estrictamente en los criterios definidos para realizar una autopsia médico-legal contenidos en el decreto 786 de 1990 (24).

Además, se siguieron todos los principios de la declaración de Helsinki para investigación médica, garantizando un trato respetuoso a las piezas obtenidas en el estudio, garantizando la confidencialidad de los datos de la persona fallecida, su dignidad y su integridad.

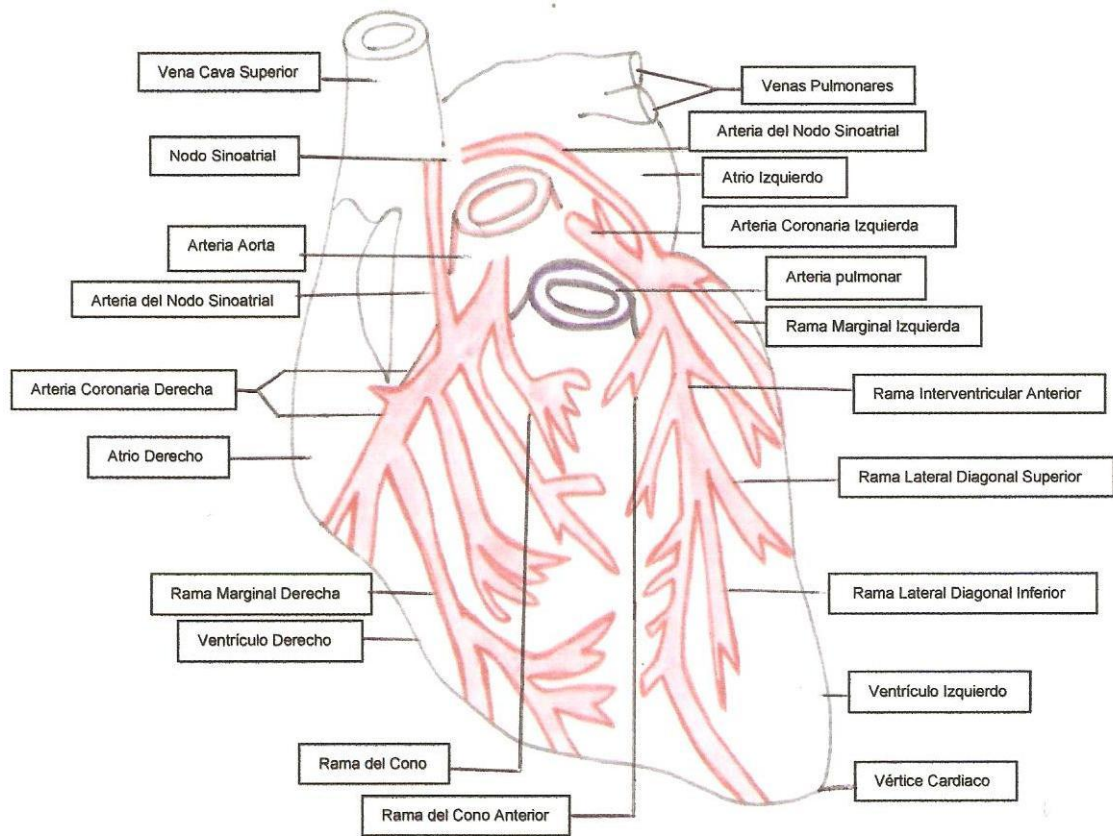
En lo referente al consentimiento informado, la misma declaración de Helsinki exime de dicha obligación cuando sea impracticable su realización. En este caso dada la obligación del estado de realizar la autopsia médico legal, el intenso dolor de los familiares, que serían las personas autorizadas para la firma de dicho consentimiento, y la importancia del estudio, se considera que la aprobación y vigilancia de un comité de ética de los pacientes seleccionados podría reemplazar dicho mecanismo.

Adicionalmente, la resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud (25), en su artículo 16 párrafo primero dice que en investigaciones con riesgo mínimo el comité de ética puede eximir al investigador de la realización de consentimiento informado.

5. RESULTADOS

De los 60 bloques cardiopulmonares y digestivos, a los cuales se les realizó disección de las arterias coronarias, buscando las arterias específicas que irrigan el nodo sinoatrial. (Ver Figura 9). con anterioridad se determino el sexo del paciente en estudio.

Figura 9. Arterias coronarias y arteria del nodo sinoatrial



Elaborada por el autor del proyecto.

Al diseccionar el aparato reproductor interno y se identificó que de los 60 bloques 3 correspondían a mujeres y 57 a hombres. (Ver Fotografías 1 y 2).

Fotografía 1. Aparato reproductor femenino.

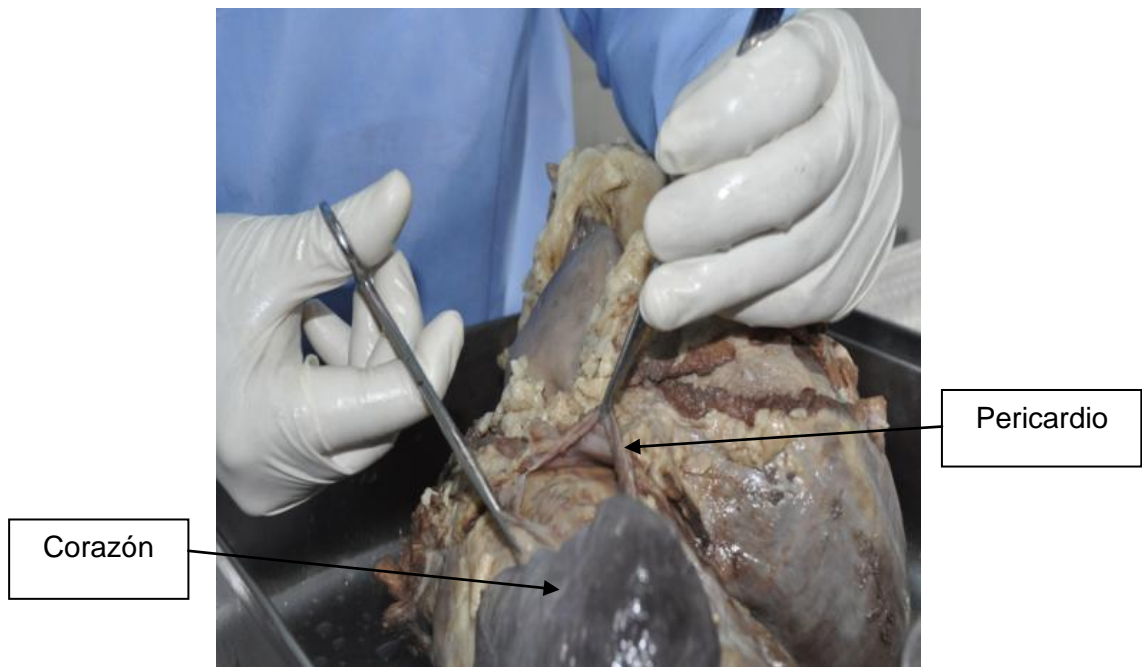


Fotografía 2. Aparato reproductor masculino



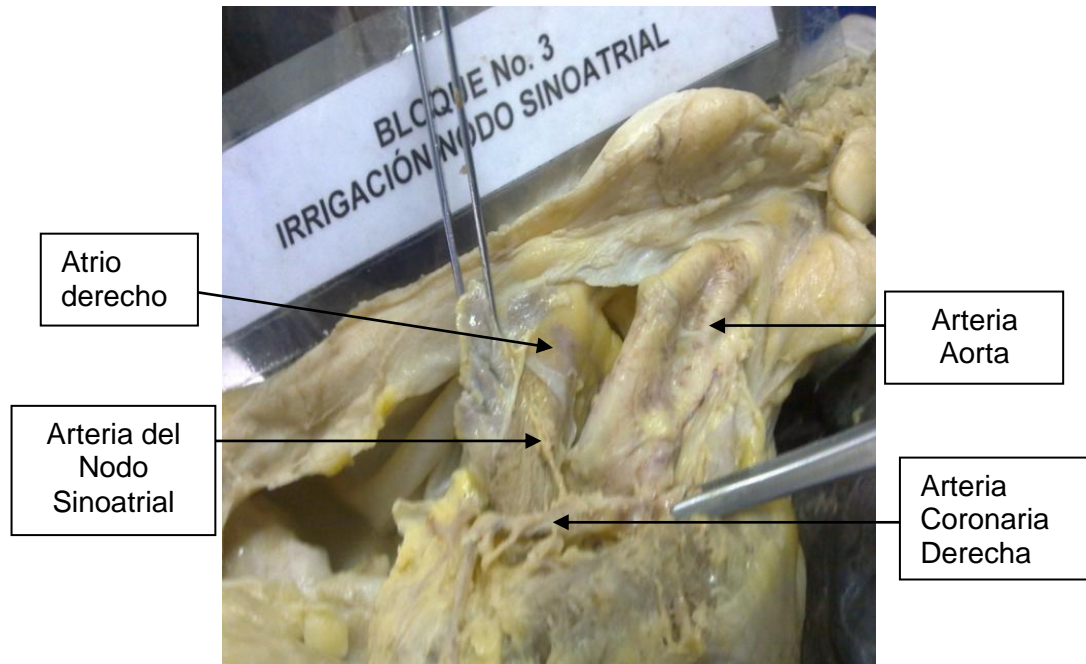
Luego de proceder a la ubicación del pericardio, mediante la disección del pericardio fibroso y parietal, con el fin de poder visualizar el corazón, se verifico que no existieran malformaciones cardiacas congénitas, cardiopatías crónicas evidentes ni trauma cardiaco que pudieran producir alteraciones morfológicas del corazón. (Ver Fotografía 3).

Fotografía 3. Corazón y pericardio.

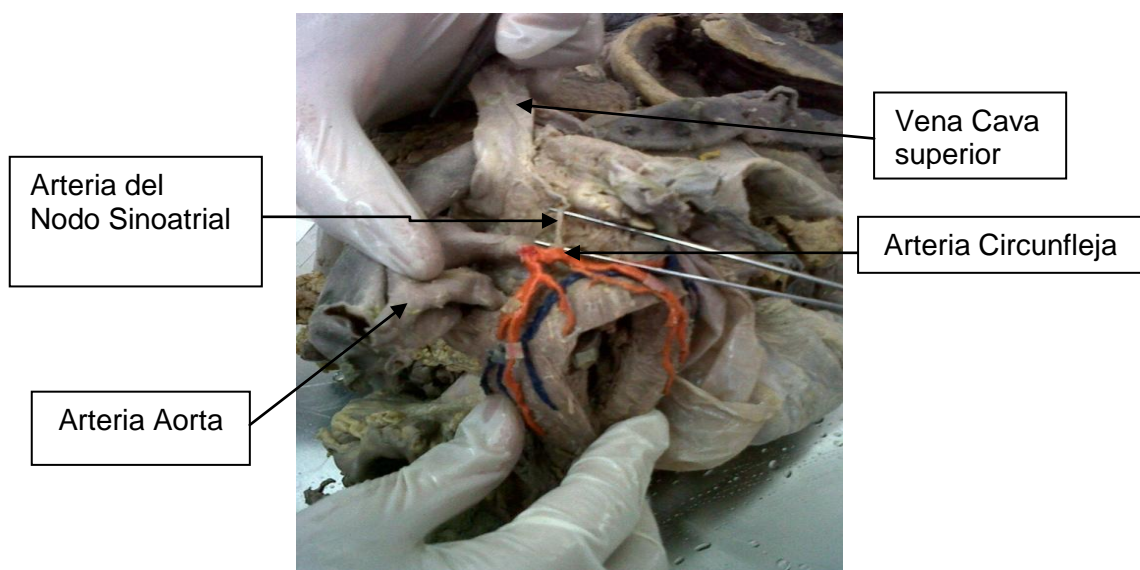


Posteriormente, determino la ubicación anatómica del nodo sinoatrial junto con las arterias coronarias derecha e izquierda y sus ramas, buscando directamente las arterias que irrigan al nódulo, para describir su origen y su recorrido. (Ver Fotografías 4, 5 y 6).

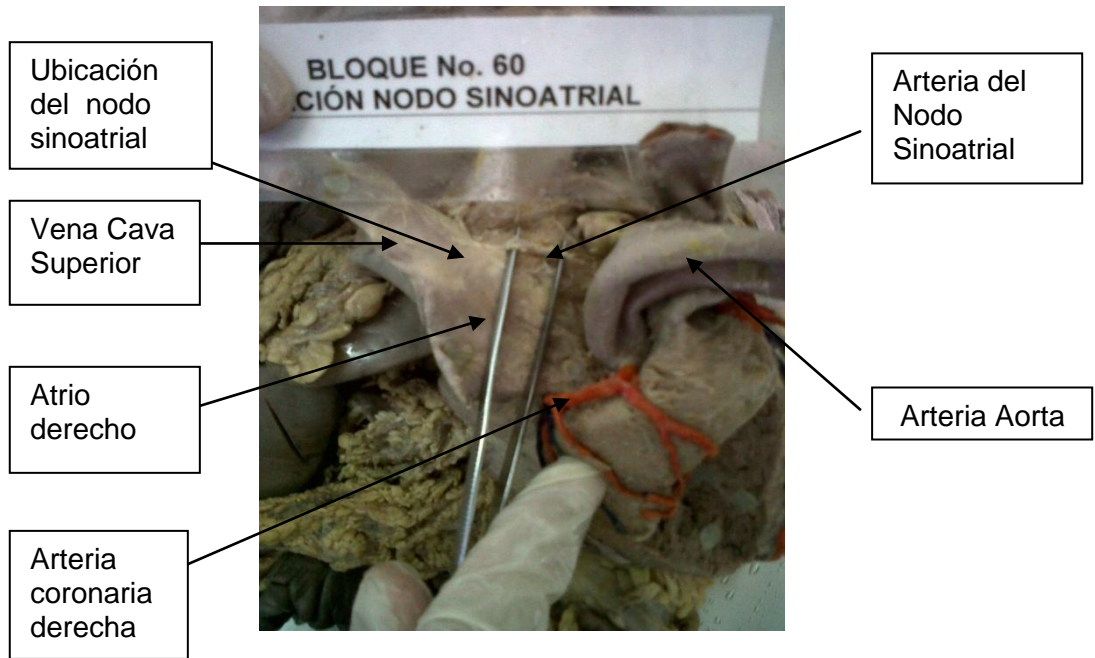
Fotografía 4. Arteria coronaria derecha y arteria del nodo sinusal.



Fotografía 5. Arteria coronaria izquierda, rama circunfleja y arteria del nodo sinusal.



Fotografía 6. Arteria coronaria izquierda, rama circunfleja y arteria del nodo sinoatrial.



Con base en lo anterior, a continuación se muestran los hallazgos de las disecciones. Se procedió a la identificación del origen de las arterias que irrigan el nodo sinoatrial; esto con el fin de describir su distribución anatómica y su relación con el sistema de conducción cardíaco. Al respecto se encontró que el origen correspondió en un 75% a la arteria coronaria derecha, 15% a la arteria circunfleja rama de la arteria coronaria izquierda y 10% a irrigación codominante procedente tanto de la arteria coronaria derecha como de la arteria circunfleja, lo cual permite determinar cambios y anomalías que pueden conllevar a muerte de origen cardíaco.

Con respecto a la distribución anatómica y a la forma del recorrido de la arteria que irriga al nodo sinoatrial, se tuvo en cuenta el origen de la misma y su terminación en el nódulo, encontrando lo siguiente:

- La distribución anatómica correspondió en un 78.3% a una rama única lineal, de las cuales el 80.9% que se encontró fue hacia el lado derecho (Ver Fotografía 7 y Figura 10) y 20.1% al lado izquierdo (Ver Fotografía 8 y Figura 11)

Fotografía 7. Rama única lineal derecha.

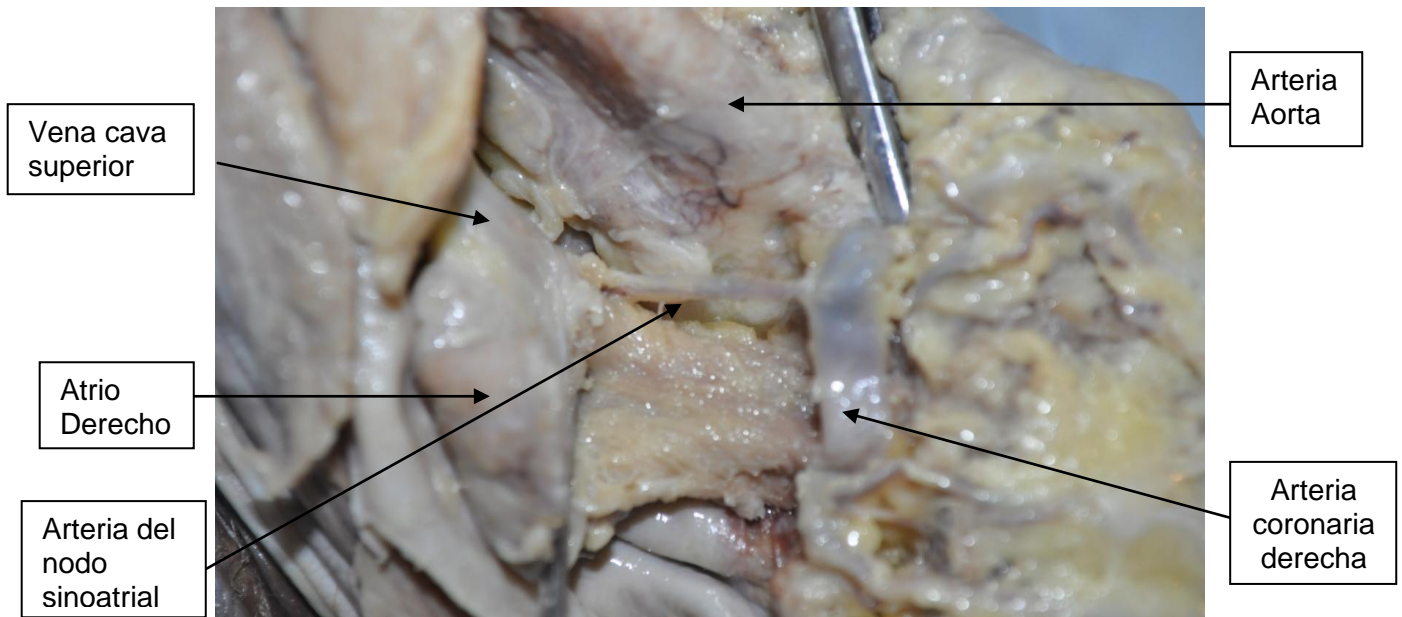
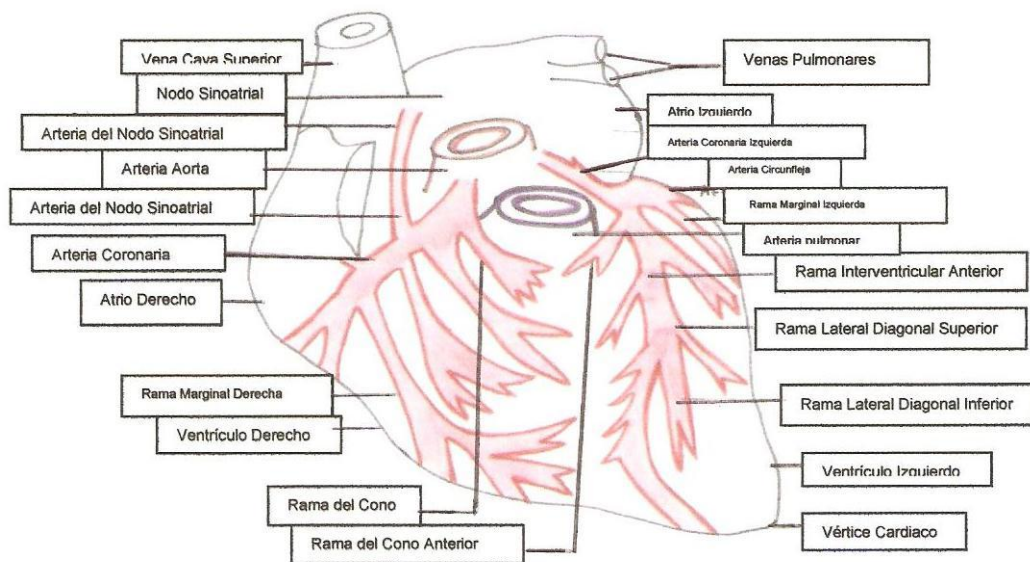


Figura 10. Rama única lineal derecha.



Elaborada por el autor del proyecto.

Fotografía 8. Rama única lineal izquierda.

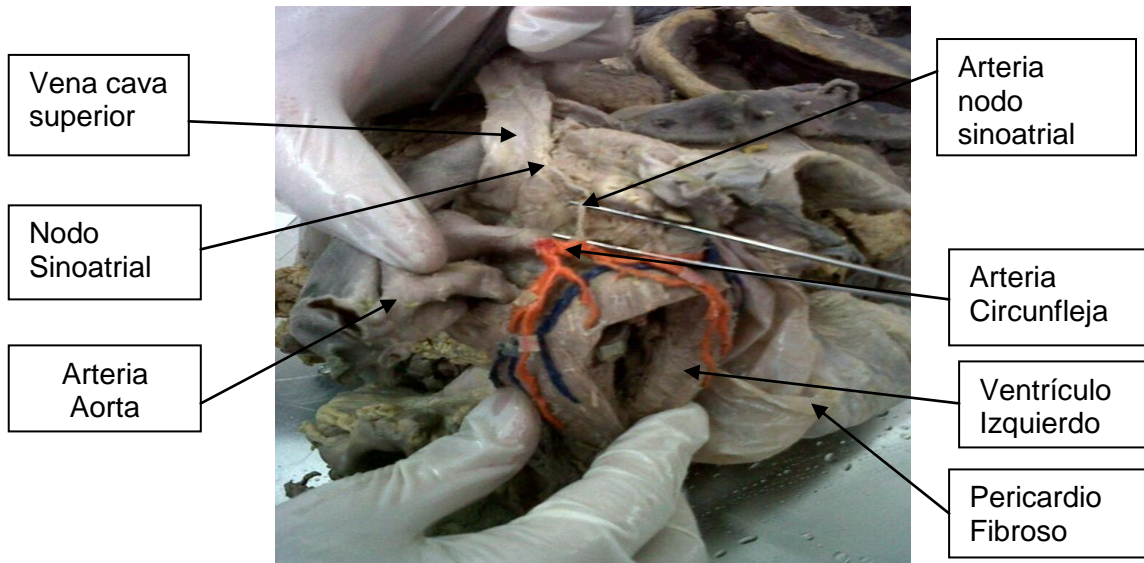
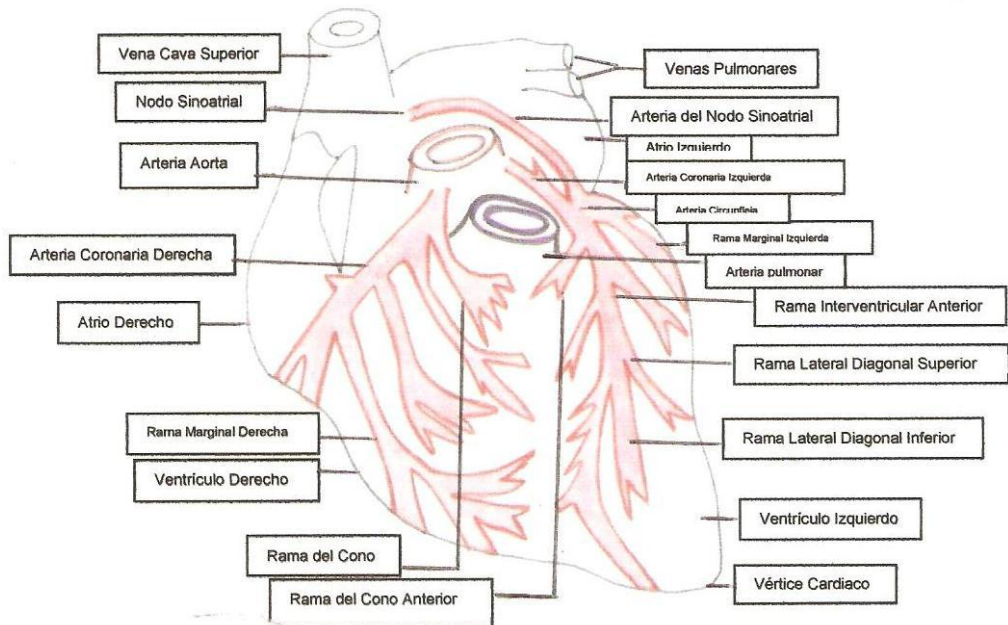


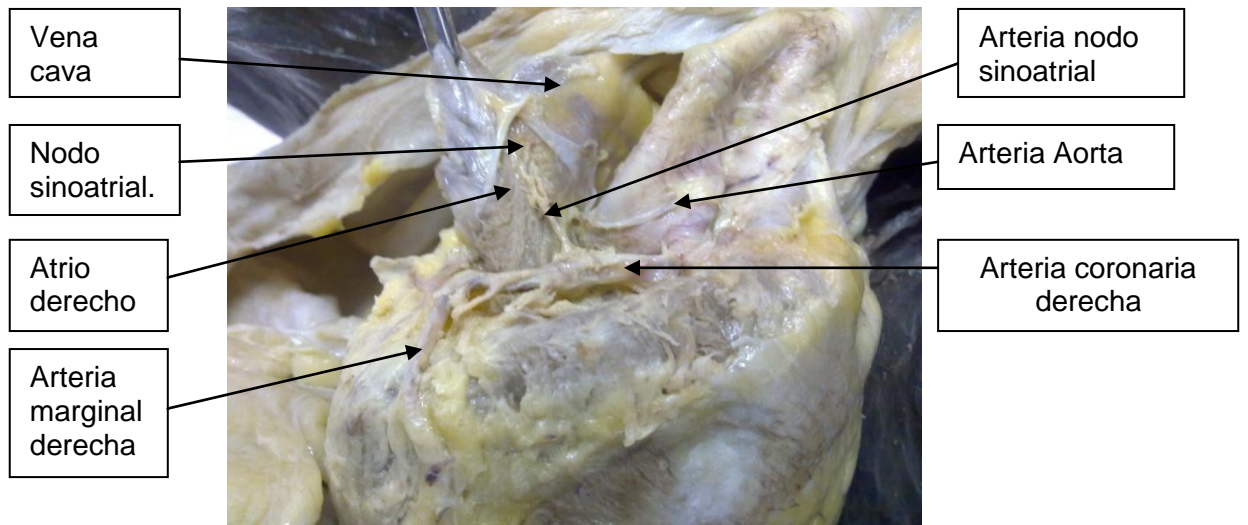
Figura 11. Rama única lineal izquierda.



Elaborada por el autor del proyecto.

- Por otra parte, se encontró en un 8,3 % la distribución anatómica lineal codominante procedente del lado derecho e izquierdo. (Ver Fotografías 9 y 10 y Figura 12).

Fotografía 9. Rama lineal derecha codominante.



Fotografía 10. Rama lineal izquierda codominante.

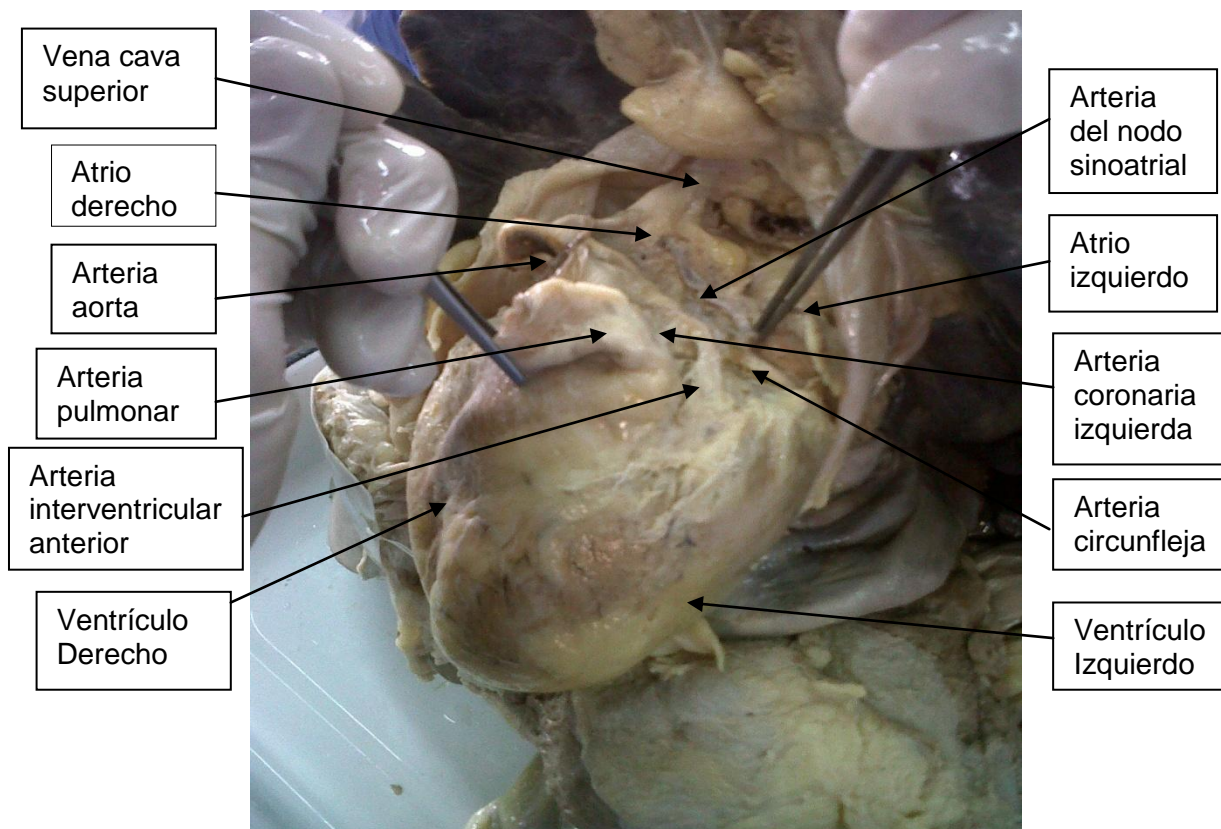
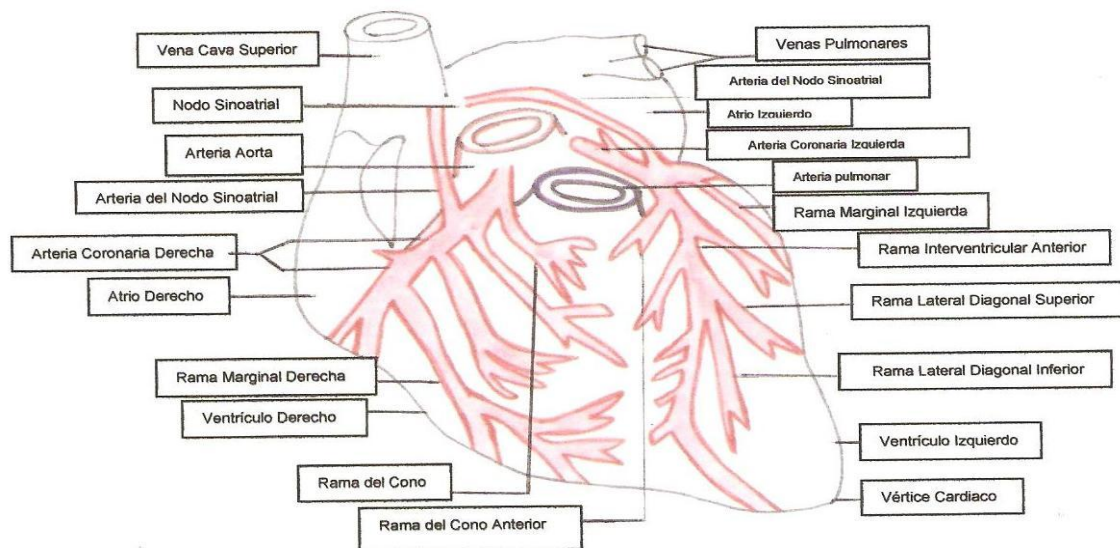


Figura 12. Rama lineal izquierda y derecha codominante.



Elaborada por el autor del proyecto.

- Continuando con la distribución anatómica, también se encontró en forma de Y al lado derecho en un 8,3%. (Ver Fotografía 11 y Figura 13).

Fotografía 11. Rama forma de Y derecha.

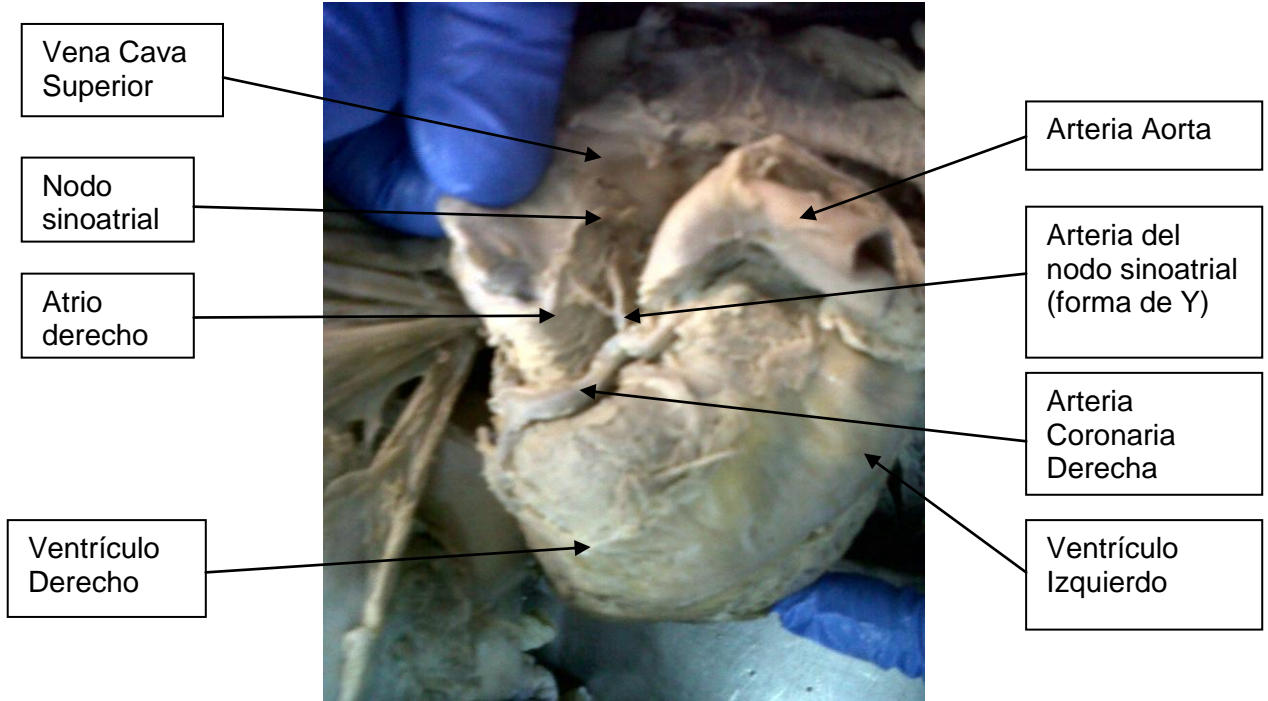
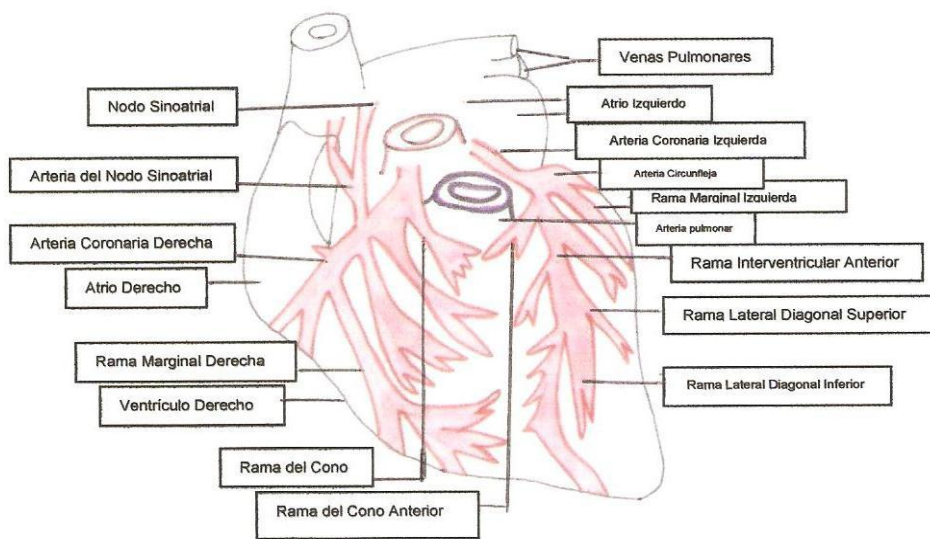


Figura 13. Rama forma de Y derecha.



Elaborada por el autor del proyecto.

En las disecciones también se encontraron las siguientes distribuciones anatómicas, cada una correspondiente a un 1,7%:

- Tres ramas lineales en forma tridente (Fotografía 12 y Figura 14).
- Rama en forma de doble Y derecha (Fotografía 13 y Figura 15).
- Rama en forma de K invertida derecha y lineal izquierda codominante (Fotografía 14 y Figura 16).

Fotografía 12. Tres ramas lineales en forma tridente.

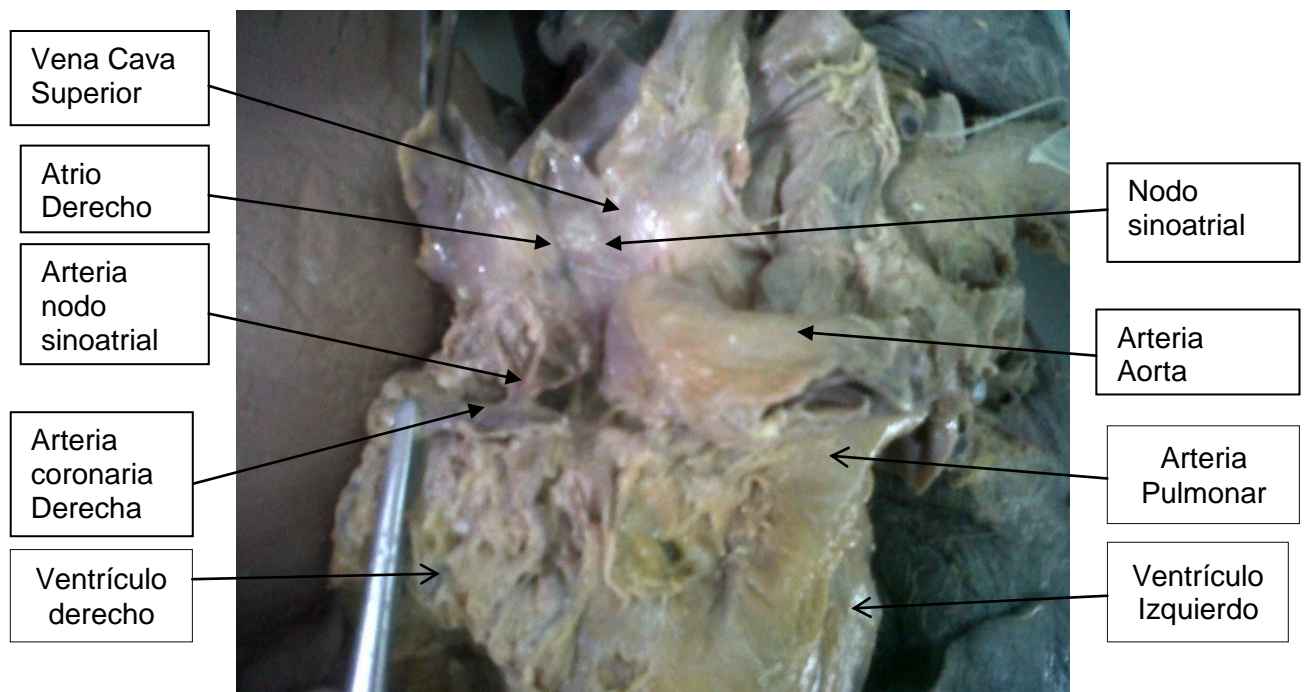
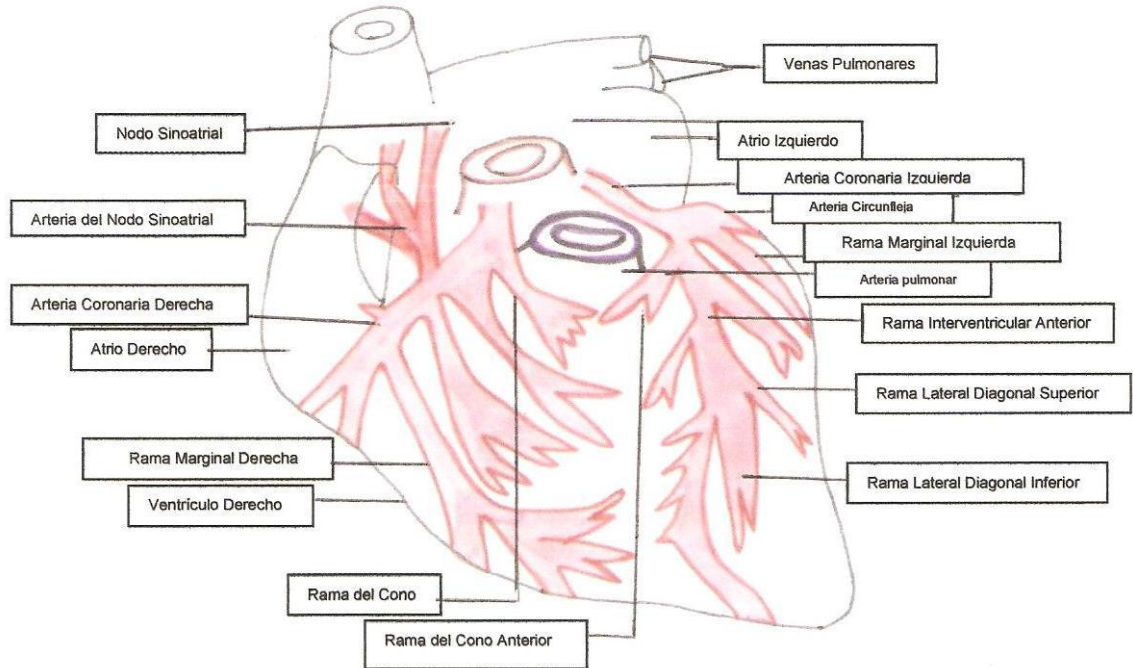


Figura 14. Tres ramas lineales en forma tridente.



Elaborada por el autor del proyecto.

Fotografía 13. Rama en forma de doble Y derecha.

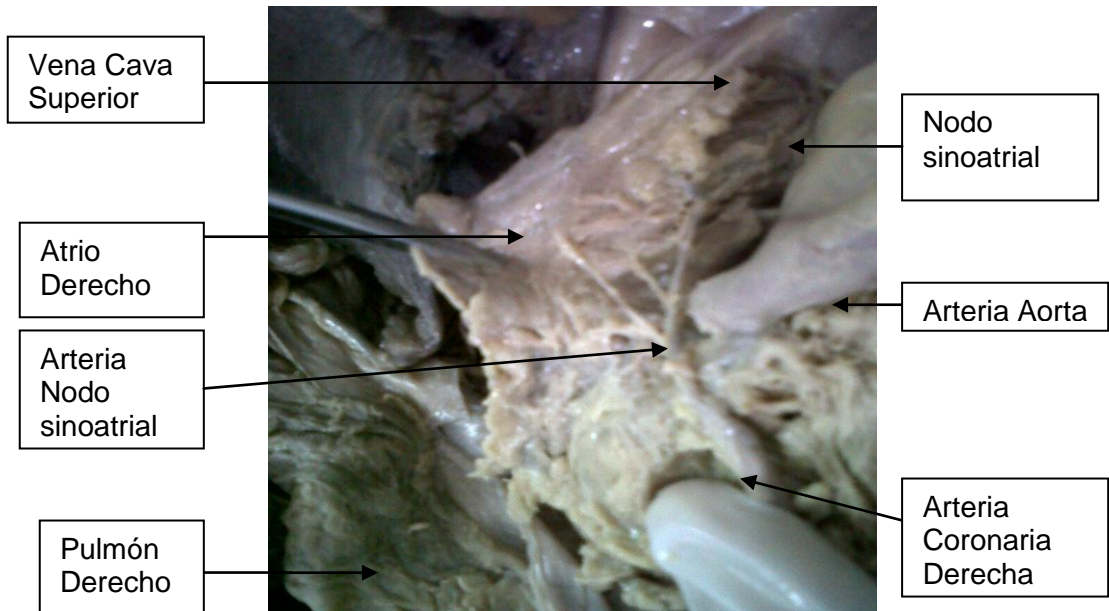
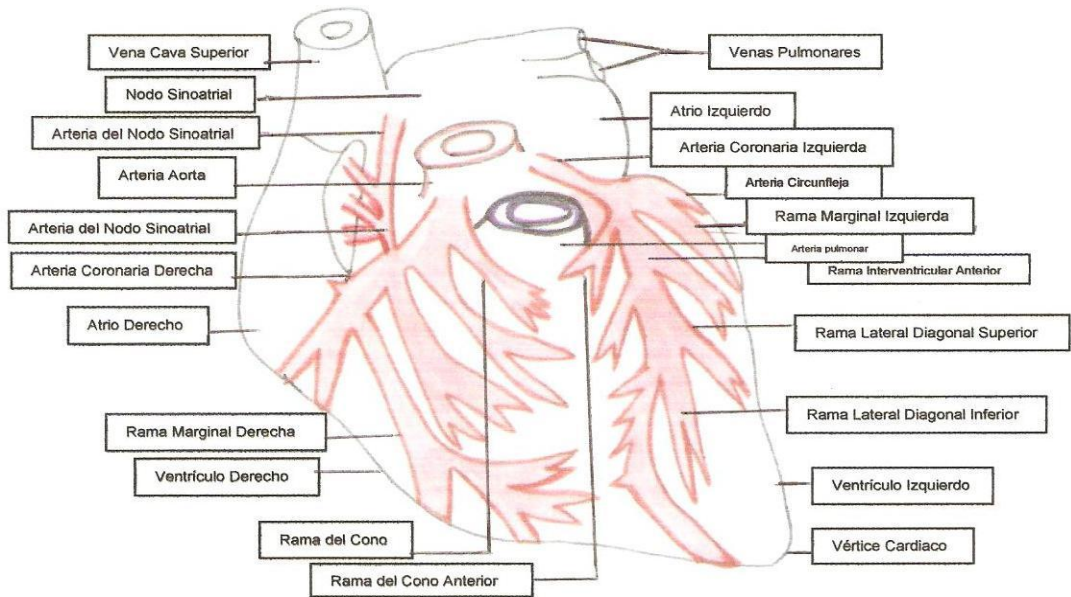


Figura 15. Rama en forma de doble Y derecha.



Elaborada por el autor del proyecto.

Fotografía 16. Codominante Rama en forma de K invertida derecha y lineal izquierda.

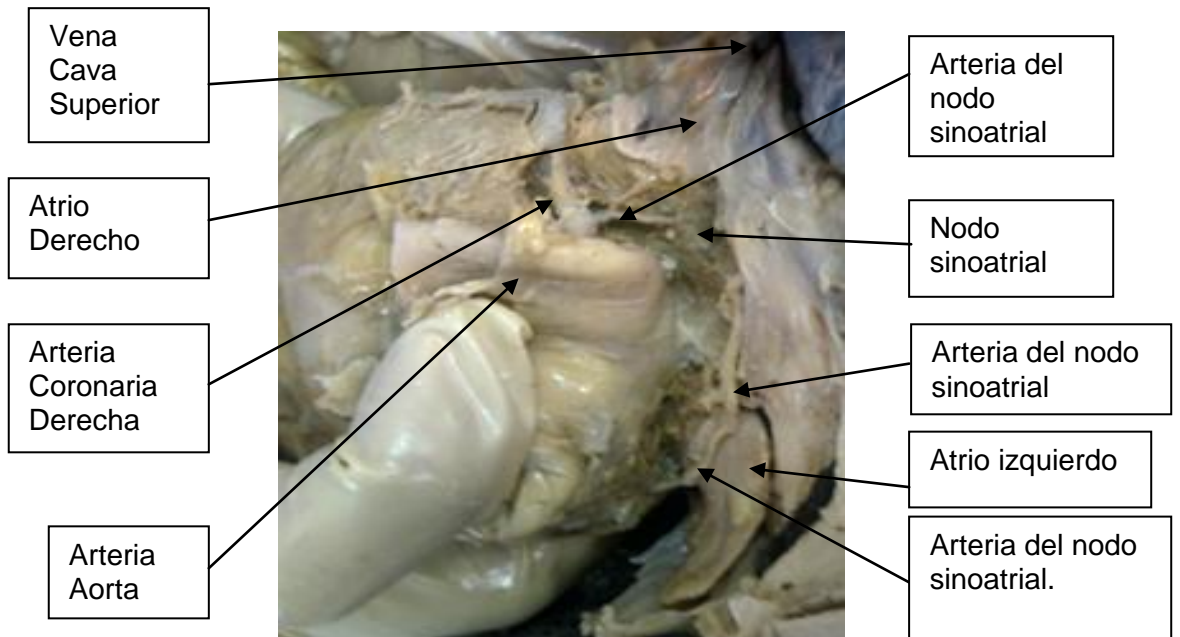
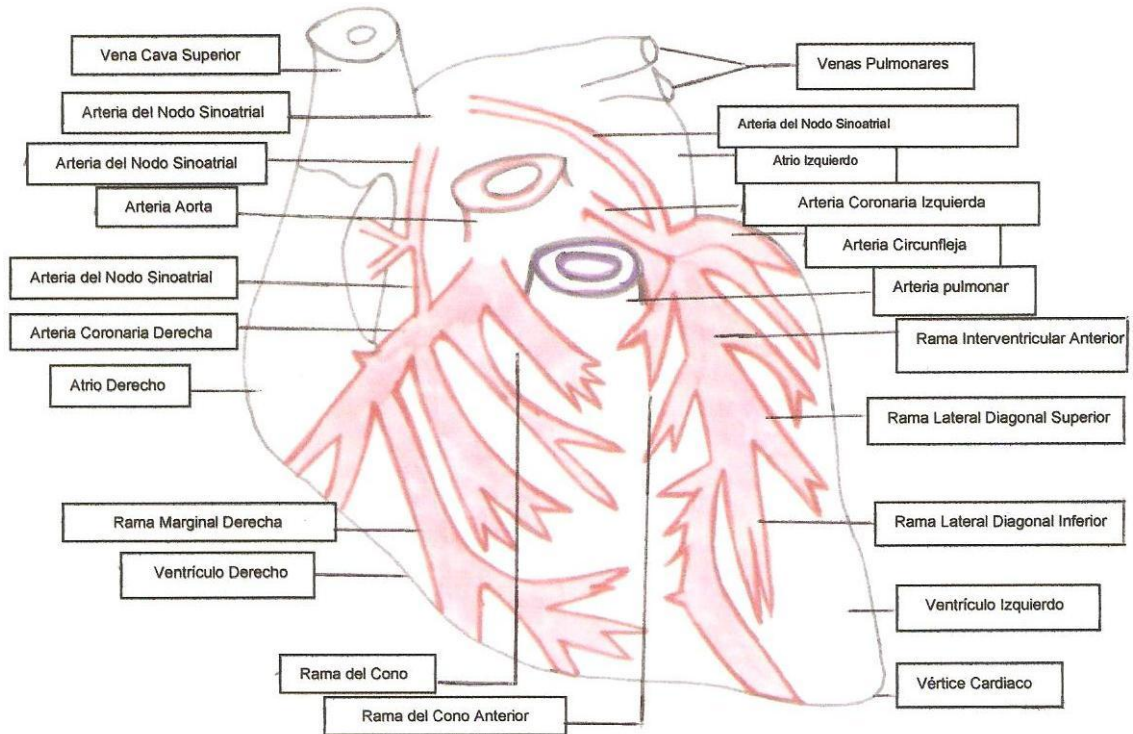


Figura 16. Codominante rama en forma de K invertida derecha y lineal izquierda.



Elaborada por el autor del proyecto.

Con base en los hallazgos anteriores se puede evidenciar que no se presentan variaciones anatómicas en relación al origen de la arteria que irriga al nodo sinatrial, caso contrario al trayecto de la circulación del nodo sinatrial, que fueron las variaciones que se explicaron anteriormente. (Ver Cuadro 1)

Cuadro 1. Distribución anatómica de la arteria del nodo sinatrial.

Distribución	Lineal	Lineal	Lineal	Y	K y lineal izquierda	Doble Y	Tridente
Origen	A. Coronaria derecha	A. Circunfleja	Codominante	Coronaria derecha	Codominante	Coronaria derecha	Coronaria derecha
Número	38	9	5	5	1	1	1
Porcentaje	63.3%	15%	8.3%	8.3%	1.7%	1,7%	1,7%

DISCUSIÓN

La descripción de la irrigación del nodo sinoatrial en población colombiana, realizada a través de la disección de 60 bloques cardiopulmonares y digestivos, evidencia que la arteria del nodo sinoatrial proviene de la arteria coronaria derecha en un 75% de los casos, de la arteria circunfleja en un 15% y que hay irrigación codominante de la arteria coronaria derecha y arteria circunfleja en un 10%; resultados que contrastan con los encontrados por Ballesteros et al (37) quienes estudiaron 88 corazones con una técnica de inyección corrosión, reportando el origen en la coronaria derecha en un 59,1%, de la circunfleja con un 37,3% y codominante en un 3,4%. Por otro lado, Ramanathan *et al.* (7) estudiaron 300 pacientes del sur de la india identificando la irrigación del nodo sinoatrial por angiografía coronaria, encontrando este recibió suministro por la arteria coronaria derecha (ACD) en el 53% de los casos, por la rama circunfleja (Cx) de la arteria coronaria izquierda (ACI) en el 42,66% de los casos, y en el 4,33% el nodo fue irrigado por ambas arterias coronarias.

La dominancia de la arteria coronaria derecha también se observó en los estudios realizados por Silva y cols. (9), Berdajs et al. (22), Kyriakidis et al (26), Futani C. et al. (27), Sow et al (29), Okmen AS. Et al (31), Caetano et al (33). En los cuales se observaron proporciones similares a las encontradas en este estudio, siendo la dominancia de la coronaria derecha muy superior al 50% de la población en todos los estudios. Por el contrario, los originados de James (36), Ortale et al. (34) y de Ramanathan *et al.* (7) no mostraron una clara dominancia de ninguna de las dos arterias coronarias (Ver Cuadro 2).

Cuadro 2. Irrigación reportada del nodo sinoatrial observado por varios autores por porcentaje.

Autor	ACD*	ACX**	ACD Y ACX	CI***	Procedencia
Ramanathan et al(7)	53%	42.66%	4.33%		India
Silva et al(9)	Hombre 80%	Hombre 20%			Brasil
	mujer 100%				
Berdajs et al(22)	66%	34%			Suiza
Kyriakidis et al(26)	59%	38%	3%		Grecia
Futani C. et al.(27)	73.4%	3.3%	23.3%		Japón
Hutchinson et al. (28)	65%	35%			Inglaterra
Sow, et al. (29)	64.45%	24.44%	11.11%		Senegal
Didio Lja, et al(30)	58% +/-4.9	42% +/-4.9			Brasil
Okmen AS, et al. (31)	85.8%	14.2%			Turquía
Caetano et al.(33)	58%	30%		12%	Brasil
Ortale et al. (34)	50%	44%	6%		Brasil
James(36)	55%	45%			EEUU
Ballesteros (37)	59.1%	37.35%	3.4%		Colombia
Este estudio Quijano.	75%	15%	10%		Colombia

*ACD: Arteria coronaria derecha. **ACX: Arteria circunfleja. ***CI: Tronco arteria coronaria izquierda.

La dominancia de la arteria coronaria derecha también se vio reflejada en los estudios de Silva y cols. (9) en el 2008, efectuados en Río de Janeiro (Brasil), quienes investigaban la variación anatómica de la arteria del nodo sinoatrial. El experimento se realizó con 30 corazones de personas adultas, 15 de origen masculino y 15 femeninos. Los resultados encontraron dominancia de la arteria coronaria derecha.

Al realizar una comparación por procedencia del origen de la arteria del nodo sinoatrial se encontró que no existen diferencias significativas por país de origen,

ya que los estudios en los que la coronaria derecha era dominante se realizaron en países tan diversos como Suiza, Brasil, Turquía, Senegal y Japón, Inglaterra (cuadro 2), mientras los estudios en que dicha dominancia no es tan evidente fueron Estados Unidos, Brasil e India. Lo cual muestra que no existe en apariencia un condicionamiento por procedencia que explique dicha dominancia.

No obstante, a lo anteriormente expuesto, en la población colombiana existen muy pocos estudios que intenten dilucidar la irrigación del nodo sinoatrial. Comparando los resultados de Ballesteros et al (37) con este estudio, se evidencia que en este trabajo la dominancia derecha se presenta en un porcentaje mucho mayor al encontrado en el de Ballesteros, la originada en la arteria circunfleja es mucho menor en este estudio y la irrigación proveniente de ambas arterias es mayor en este estudio (10%) que en el de Ballesteros (3,4%). Lo anterior puede explicarse por las diferencias en el tamaño de la muestra, población a estudio y metodología de investigación empleada (32,34). Sin embargo, es claro que estos estudios son un primer paso para entender específicamente las diversas variables de la arteria del nodo sinoatrial en la población colombiana, con su consabida utilidad tanto en los procedimientos diagnósticos invasivos y no invasivos como en procedimientos quirúrgicos y médico-legales.

CONCLUSIONES

En este estudio se encontró que la irrigación del nodo sinoatrial en población colombiana, realizada a través de la disección de 60 bloques cardiopulmonares y digestivos, que el origen de la arteria del nodo sinoatrial proviene de la arteria coronaria derecha en un 75%, de la arteria circunfleja un 15% y de manera codominante de la arteria coronaria derecha y arteria circunfleja, en un 10%.

La dominancia del origen de la arteria del nodo sinoatrial es similar a las reportadas en otros estudios y poblaciones.

La distribución anatómica de la arteria del nodo sinoatrial presentó un recorrido lineal en un 78,2% de los casos, la mayoría de los cuales 81% se originaron en la arteria coronaria derecha y el restante 19% en la coronaria izquierda.

En un 10% de los casos se encontró codominancia de las arterias coronarias derecha e izquierda en la irrigación del nodo sinoatrial. De los cuales el 8,3% (5 casos) correspondió a una distribución lineal de cada una de las 2 arterias, las cuales en su recorrido terminaron formando un trayecto de V, con el vértice ubicado a nivel del nodo sinoatrial. El 1,7% restante correspondió a un caso de codominancia en el cual la arteria del nodo sinoatrial provenía de la coronaria derecha en forma de K invertida y a una rama lineal proveniente de la coronaria izquierda.

Se recomienda ampliar este estudio a todas las regiones de Colombia con el fin de determinar el origen, la distribución y la existencia de variaciones anatómicas de la irrigación del nodo sinoatrial.

Efectuar estudios acerca de la irrigación del resto del sistema de conducción del corazón en población colombiana.

Realizar cortes histológicos de sitio donde se encuentra el nodo sinoatrial junto con la arteria que lo irriga para correlacionar la parte anatómica macroscópica con la microscópica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1) Guyton A. Tratado de Fisiología Médica. Barcelona. Editorial Elsevier. 2011.
- (2) Latarjet M, Ruiz A. Anatomía Humana. Buenos Aires. Editorial Médica Panamericana. 2005.
- (3) Welsch U, Sobotta J. Histología. Madrid. Editorial Médica Panamericana. 2009.
- (4) Fenollosa M, Molina P, Giner J, Bermejo M, Giner S, Garrido-Lestache E, *et al.* Estudio multidisciplinar de la muerte súbita cardiaca en mayores de 1 año y menores de 55 años en la comunidad valenciana (años 2008-2010). 2011. XXV Congreso de la Sociedad Española de Anatomía Patológica y División Española de la International Academy of Pathology. XX Congreso de la Sociedad Española de Citología. I Congreso de la Sociedad Española de Patología Forense. Zaragoza, España, 18 al 21 de mayo de 2011.
- (5) Rondón F, Tosse B, Osorio J, Peña A, Garcés H, Cárdenas C, Barreto G. Diversidad y estructura genética presente en 22 aislados poblacionales de la región andina y el suroccidente colombiano a partir de las frecuencias alélicas de 12 sistemas de STR's autosómicos. Colombia Médica. 2008; 39(2) (Supl. 2): 75.
- (6) Sociedad colombiana de cardiología y cirugía cardiovascular. Guías colombianas de cardiología síndrome coronario agudo sin elevación del ST (angina inestable e infarto agudo del miocardio sin elevación del ST). Revista Colombiana de Cardiología. 2008; 15 (Supl. 3):143.
- (7) Ramanathan L, Shetty P, Nayak N, Krishnamurthy A, Chettiar G, Chockalingam A. Origen de las arterias de los nódulos sinusal y atrioventricular en población

del sur de la india: un estudio angiográfico. Departamento de anatomía-centro de ciencias básicas, Kasturba Medical College, Bejai, Mangalore, Karnataka, India. 2009; 5:330-335.

- (8) Sociedad colombiana de cardiología y cirugía cardiovascular. Guías colombianas de cardiología. Arritmias ventriculares y muerte súbita. Revista Colombiana de Cardiología. 2011; 18 (Supl. 1):11-21.
- (9) Silva F, Cardoso A, Julião C, Reis L, Novais L, Valença S. Estudio de dominancia de la arteria sinoatrial nodal en corazones humanos brasileños. Departamento de Anatomía – Universidad Federal de Rio de Janeiro. 2008. International Journal of Morphology; Temuco, vol. 26, No. 1.
- (10) PejkoVIC B, Krajnc J, Anderhuber K, Košutić D. Aspectos anatómicos de la sangre arterial suministro a los nodos sinusal y auriculoventricular en corazones humanos. The Journal Of International Medical Research. 2008; vol 36.
- (11) Netter H, Böttcher T, Engelhard S, KortenhauS, M. Medicina Interna. Barcelona. Editorial Masson. 2005.
- (12) Subhash D, Joshi, S. Sunita Arvind Athavale. Origins of the coronary arteries and their significance. 2010. Clinics; 65(1):79-84.
- (13) Kalpana, R. A Study On Principal Branches of Coronary Arteries In Humans. J Anat. Soc. 2003; India 52(2): 137-140.
- (14) Loukas M, Bilinsky S, Bilinsky B, Petru M, Anderson R. The Clinical Anatomy of the Coronary Collateral Circulation. 2009. Clinical Anatomy; 22:146–160.

- (15) Muriago M, Sheppard M, Ho S, Anderson R. The location of the coronary arterial orifices in the normal heart. 1997. Clin Anat; vol.10.
- (16) Paul A. Handbook of cardiac anatomy, physiology, and devices. Department of Surgery University of Minnesota Minneapolis, MN. Primera Edición, Editorial Humana Press Inc., Totowa, New Jersey. 2005; p. 72-78.
- (17) Williams P. Anatomía de Gray. Barcelona. Elsevier. 1998.
- (18) Anderson RH, Yanni J, Boyett M, Chandler N, Dobrzynski H. The Anatomy of the Cardiac Conduction System Cardiovascular Research Group. Faculty of Medical and Human Sciences, University of Manchester, United Kingdom. 2009. Clinical Anatomy; 22:99–113.
- (19) Sánchez D, Yen S. Anatomía de los nodos cardíacos y del sistema de conducción específico auriculoventricular Rev. Esp Cardiol. 2003. España; vol. 56. No. 11.
- (20) Adachi I, Uemura H, McCarthy KP, Ho SY. Surgical anatomy of atrioventricular septal defect. Asian Cardiovascular Thorac Ann. 2008; Dec; 16(6):497-502.
- (21) Shiokawa Y, Becker AE. The left ventricular outflow tract in atrioventricular septal defect revisited: surgical considerations regarding preservation of aortic valve integrity in the perspective of anatomic observations. J Thorac Cardiovasc Surg. 1997; PubMed PMID: 9338644, Oct, 114(4):586-93.
- (22) Berdajs D, Patonay L, Turina MI. The clinical anatomy of the sinus node artery. Ann Thorac Surg. 2003; 76:732-5.

- (23) Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses. Forensis 2010. Datos para la vida. Comportamiento del homicidio en Colombia. 2011; INMLYCF.
- (24) Ministerio de Salud Pública. República de Colombia. Decreto 786 de 1990, por el cual se reglamenta el cual se reglamenta parcialmente el título IX de la ley 09 de 1979, en cuanto a la práctica de autopsias clínicas y médico - legales, así como viscerotomías y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial No. 39.300, de 17 de abril de 1990. Disponible desde Internet en: www.presidencia.gov.co/.../decretoslinea/1990/abril/.../dec786161990.doc (con acceso 10 de junio 2010).
- (25) Ministerio de Salud. República de Colombia. Resolución 8430 de 1993, por el cual se establecen normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud. 4 de octubre de 1993. Disponible desde Internet en: www.dib.unal.edu.co/promocion/etica_res_8430_1993.pdf (con acceso el 12 junio de 2010).
- (26) Kyriakidis M, Vyssoulis G, Barbetseas J, Toutouzas P. A clinical angiographic study of the arterial blood supply to the sinus node. 1988. Chest; 94: 1054-7.
- (27) Futami C, Tanuma K, Tanuma Y, Saito T. The arterial blood supply of the conducting system in normal human hearts. Surg Radiol Anat. 2003; 25: 42-9.
- (28) Hutchison MCE. A study on the atrial arteries in man. 1978. J Anat.; 25: 39-54.
- (29) Sow ML, Ndoeye JM, Lô EA. The artery of the sinoatrial node: anatomic considerations based on 45 injection-dissections of the heart. 1996. Surg Radiol Anat; 18: 103-9.
- (30) Dio L, Lopes A, Caetano A, Prates J. Variations of the origin of the artery of the

sinoatrial node in normal human hearts. 1995. Surgical and Radiologic Anatomy Volume 17, Number 1, 19-26, DOI: 10.1007/BF01629494.

- (31) Okmen AS, Okmen E. Sinoatrial node artery arising from posterolateral branch of right coronary artery: definition by screening consecutive 1500 coronary angiographies. 2009. Anadolu Kardiyol Derg.; Dec; 9 (6):481-5.

- (32) Ballesteros L, Saldarriaga V. Evaluación de la Arteria Coronaria Derecha: Un estudio con Material Cadavérico. Universidad Industrial de Santander. Universidad Autónoma de Bucaramanga. 2006. Colombia. Int. J. Morphol. Temuco; vol. 24, No.1.

- (33) Caetano AG, Lopes AC, DiDio LJ, Prates JC. Critical analysis of the clinical and surgical importance of the variations in the origin of the sinoatrial node artery of the human heart. 1995. Rev Assoc Med Bras; Mar-Apr;41(2):94-102.

- (34) Ortale RE, Paganoti CF, Marchiori G. Anatomical variations in the human sinoatrial nodal artery. 2006. Clinics;61(6):551-8.

- (35) Paul A. Handbook of cardiac anatomy, physiology, and devices. Department of Surgery University of Minnesota Minneapolis, MN. 2005; 1. Edition, Totowa, New Jersey, Editorial Humana Press Inc., p.73.

- (36) James TN. Anatomy of the human sinus node. 1961. Anat Rec.;141:109-16.

- (37) Ballesteros L. E., Ramírez L., Forero P. Características morfológicas y posibles implicaciones clínicas de las arterias nodales. Revista Colombiana de Cardiología. 2010. 17(6):265-272.

