



INVESTIGACIÓN ORIGINAL

VARIACIONES DE LA ARTERIA DEL NODO SINOAtrial EN POBLACIÓN COLOMBIANA

Sino-atrial node artery variation in a sample of the Colombian population

Yobany Quijano-Blanco¹, Ricardo Luque-Bernal², Diana Escobar-Gutiérrez³,
Luis E. Caro-Henao⁴,

1. MD. Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales. Profesor de Anatomía Facultad de Medicina UDCA, Especialista en docencia Universitaria Universidad Militar Nueva Granada. MSc. Morfología Humana, Universidad Nacional de Colombia.
2. MD. Universidad Nacional de Colombia. Profesor de Anatomía Facultad de Medicina, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales. MSc Genética Humana, Universidad Nacional de Colombia.
3. Bacterióloga, Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca. MSc Educación, Pontificia Universidad Javeriana.
4. MD. Profesor de Morfología, Universidad Nacional de Colombia.

Correspondencia: globdimorf@udca.edu.co

Resumen

Antecedentes. El conocimiento exacto de la integración anatomofisiológica del sistema de conducción del corazón, es fundamental para la comprender la fisiopatología, 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 sinoaatrial.

Objetivo. Determinar el origen, recorrido y distribución de las arterias que irrigan el nódulo sinoaatrial en una muestra de población colombiana.

Material 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 sinoaatrial, con el fin de establecer su origen y recorrido.

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

Conclusiones. Se evidenció predominio del origen de la arteria del nódulo sinoaatrial en la coronaria derecha, hallazgo coincidente con investigaciones similares e independiente de la procedencia geográfica y el origen racial. Sin embargo, en este estudio se evidenciaron recorridos no reportados en la literatura como la distribución en Y, en doble Y, en K invertida y en tridente.

Palabras clave: irrigación sanguínea, nudo sinoaatrial, oclusión coronaria, sistema de conducción cardíaco, arritmias cardíacas, muerte súbita (DeCS).

Quijano-Blanco Y, Luque-Bernal R, Escobar-Gutiérrez D, Caro-Henao LE. Variaciones de la arteria del nudo sinoaatrial en población colombiana. *Rev Fac Med.* 2012; 60:5-20.



Summary

Background. Accurate knowledge regarding the cardiac conduction system's anatomical-physiological integration is essential for understanding the pathophysiology, diagnosis and management of many complications regarding coronary disease and heart disease in general. One of the more variable fundamental aspects, having the greatest clinical impact, concerns the origin and course of arteries irrigating the sino-atrial node (SAN).

Objective. Determining the origin, course and distribution of arteries supplying the SAN in a sample of the Colombian population.

Materials and methods. 60 cardiopulmonary and digestive blocks were taken by convenience sampling. Conventional dissection of the genitalia determined gender; the coronary artery was then dissected, specifically the SAN, to establish origin and route.

Results. It was found that 75% of the SAN artery's blood supply came from the right coronary artery (RCA), 15% from the circumflex artery and 10% was co-dominant. 86.6% of courses were linear; 13.4% were Y-shaped or Y- and double trident shaped.

Conclusions. The prevalence of SAN artery origin in the RCA in this study was consistent with similar research findings, regardless of geographical and racial origin. However, this study report some courses not previously described in the literature, such as Y-, double Y-, inverted K- and trident-shaped forms.

Key words: blood supply, sinoatrial node, coronary occlusion, heart conduction system, arrhythmias, cardiac, death sudden (MeSH).

Quijano-Blanco Y, Luque-Bernal R, Escobar-Gutiérrez D, Caro-Henao LE. Sino-atrial node artery variation in a sample of the Colombian population. *Rev Fac Med.* 2012; 60:5-20.

Introducción

El sistema de conducción del corazón 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. Siendo el nodo sinoatrial fundamental para el funcionamiento del corazón al producir los potenciales de acción que proporcionan el ritmo cardíaco fisiológico (1,2) y de transmitir el impulso eléctrico que después al recorrer el sistema de conducción se va acoplando al músculo cardíaco a través de discos intercalares, para generar la contracción de este último (3).

Las arterias coronarias son dos, una derecha y una izquierda, que se originan en la raíz aórtica, la cual está ocupada por los senos aórticos en los que se encuentran los orificios de salida de las dichas arterias (4,5). La arteria coronaria

derecha se origina en el seno aórtico derecho y la arteria coronaria izquierda en el seno aórtico izquierdo (6). Aunque las arterias coronarias tienen un recorrido constante, presentan múltiples anastomosis entre ellas, que les permiten mantener un aporte sanguíneo al miocardio en casos de estenosis, trombos o embolismos (4,6,7). Los orígenes de estas arterias pueden variar significativamente en relación a la unión sinutubular, y también en su proximidad a las zonas de aposición entre las valvas de las válvulas cardíacas (8-10). Es así, como algunos reportes de la literatura evidencian que en algunas ocasiones la arteria interventricular anterior y la circunfleja surgen de forma independiente en el seno aórtico izquierdo (7,8,10).

La arteria del nodo sinoatrial, se puede originar de acuerdo a diversos reportes de la literatura tanto en la arteria coronaria derecha como en la arteria coronaria izquierda (2), sin embargo, los

porcentajes de distribución del origen de dicha arteria en la población no están del todo claros, ya que presentan una amplia variabilidad de acuerdo a la población estudiada. Dada la importancia que tiene la irrigación del nodo sinoatrial para el adecuado funcionamiento del corazón, la arteria coronaria que da origen a ésta se denomina arteria coronaria dominante. De acuerdo al origen de la arteria del nodo sinoatrial, varía su trayecto, pero en todos los casos debe llegar a la pared anterolateral del atrio derecho en su extremo posterior, adyacente a la desembocadura de la vena cava superior, lugar de localización del nodo sinoatrial (2,9).

En el miocardio se encuentra el sistema de conducción, formado por células cardíacas especializadas que se encargan de controlar la frecuencia cardíaca y sincronizar tanto el ritmo como las contracciones mismas del tejido miocárdico, para lograr un ciclo cardíaco óptimo (1,11-14). Este 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 lograr que el miocardio se comporte 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, localizado en el subepicardio y situado en la unión entre la musculatura de la vena cava superior con la del atrio derecho, y cuya base se opone a la cresta terminal ubicándose medial, hasta el tercio inferior de la pared atrial derecha (11,12,14).

En relación con la irrigación del sistema de conducción, en Colombia existen muy pocos estudios al respecto, caso contrario a la realidad internacional donde se encuentran múltiples inves-

tigaciones relacionadas con la distribución de las arterias coronarias. Dichos estudios permiten evidenciar 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 (4,5,9). Es así como se hace necesario iniciar la descripción de las variaciones anatómicas propias de la población colombiana, ya que dadas las características únicas de dicha población en cuanto a su composición étnica (15), 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. Por lo tanto, el propósito de este estudio es describir el origen, distribución y variaciones anatómicas de la arteria del nodo sinoatrial en una muestra de población colombiana.

Materiales y métodos

Tipo de estudio: se realizó un estudio analítico, descriptivo con métodos cuantitativos.

Muestra: 60 bloques cardiopulmonares y digestivos, seleccionados a través de muestreo por conveniencia. Se excluyeron del estudio aquellos corazones que a la exploración presentaran malformaciones cardíacas congénitas, cardiopatías crónicas evidentes o signos de patología o traumas cardíacos que produzcan alteraciones morfológicas del corazón.

Métodos: de los plastrones, se emplearon 60 corazones humanos a los cuales se les realizó la disección de las arterias coronarias, buscando específicamente las arterias que irrigan el nodo sinoatrial. La disección se realizó de la siguiente forma: retirando el epicardio y disecando las arterias coronarias derecha e izquierda; luego se ubicó el nodo sinoatrial referenciando el espacio comprendido entre la desembocadura de la

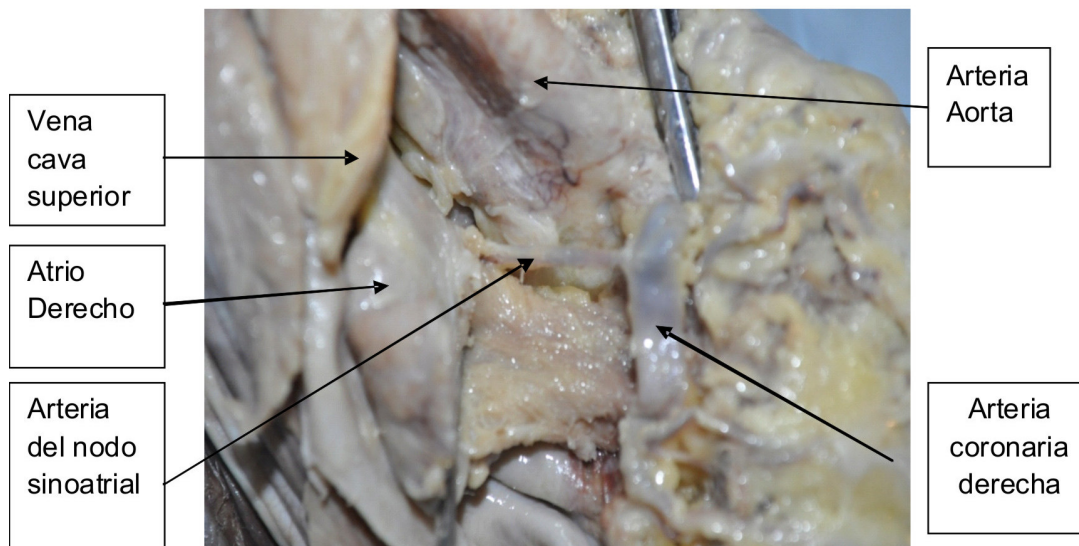


Figura 1. Rama única lineal derecha

vena cava superior y la cara posterosuperior atrial derecha. Posteriormente se disecaron a partir de las coronarias derecha e izquierda todas las arterias que se dirigían hacia dicha región identificando 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 y además se realizó un registro fotográfico de la región con la arteria con un diagrama del mismo.

Componente ético: este material fue obtenido basándose estrictamente en los criterios definidos para realizar una autopsia médico-legal contenidos en el decreto 786 de 1990 (17).

Además, se siguieron todos los principios de la declaración de Helsinki 2000 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.

Adicionalmente, la resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud (18), en su artículo 16 párrafo primero dice que en investigaciones con

riesgo mínimo o sin riesgo el comité de ética puede eximir al investigador de la realización de consentimiento informado.

Resultados

Al disecar el aparato reproductor interno se encontró que de los 60 bloques 3 correspondían a mujeres y 57 a hombres.

Se evidenció 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.

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 la cara anterolateral-posterior del atrio derecho. Se pudo observar que la distribución anatómica correspondió en un 78,3% a una rama única lineal, de las cuales el 80,9% fue hacia el lado derecho y 20,1% al lado izquierdo (Figura 1).

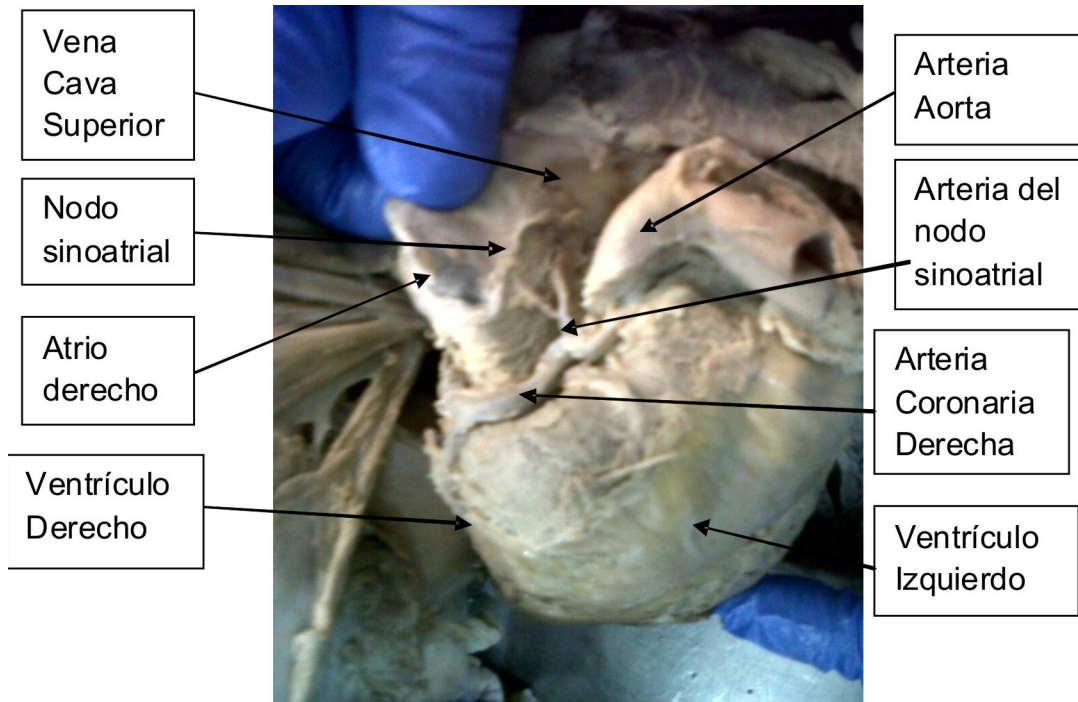


Figura 2. Rama forma de Y derecha

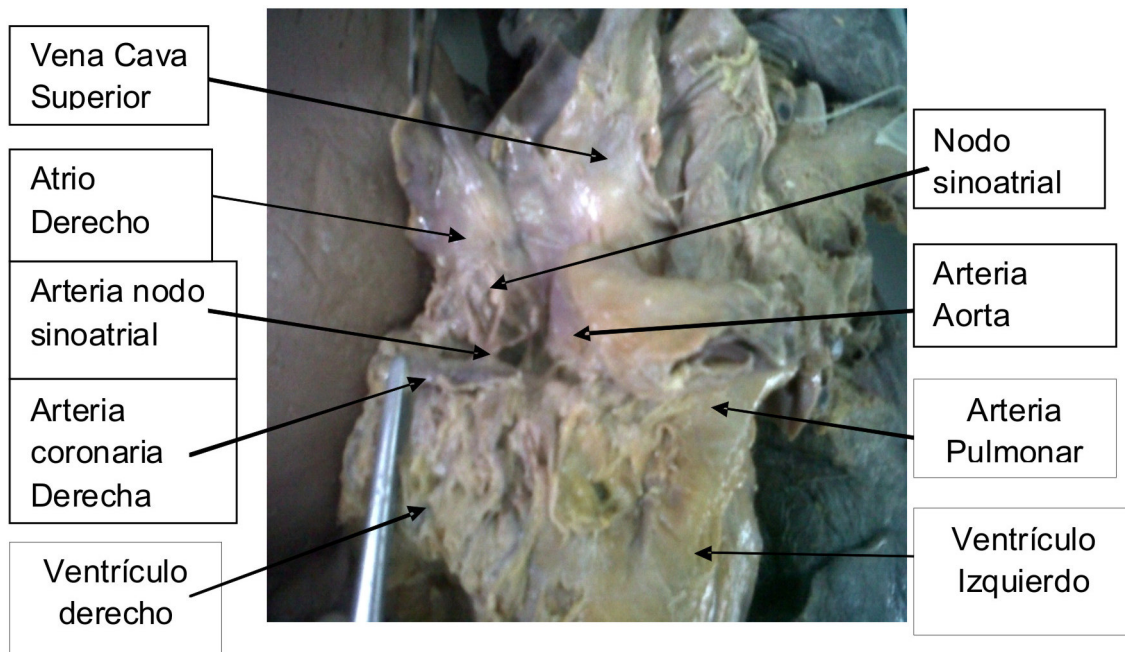


Figura 3. Tres ramas lineales en forma tridente.

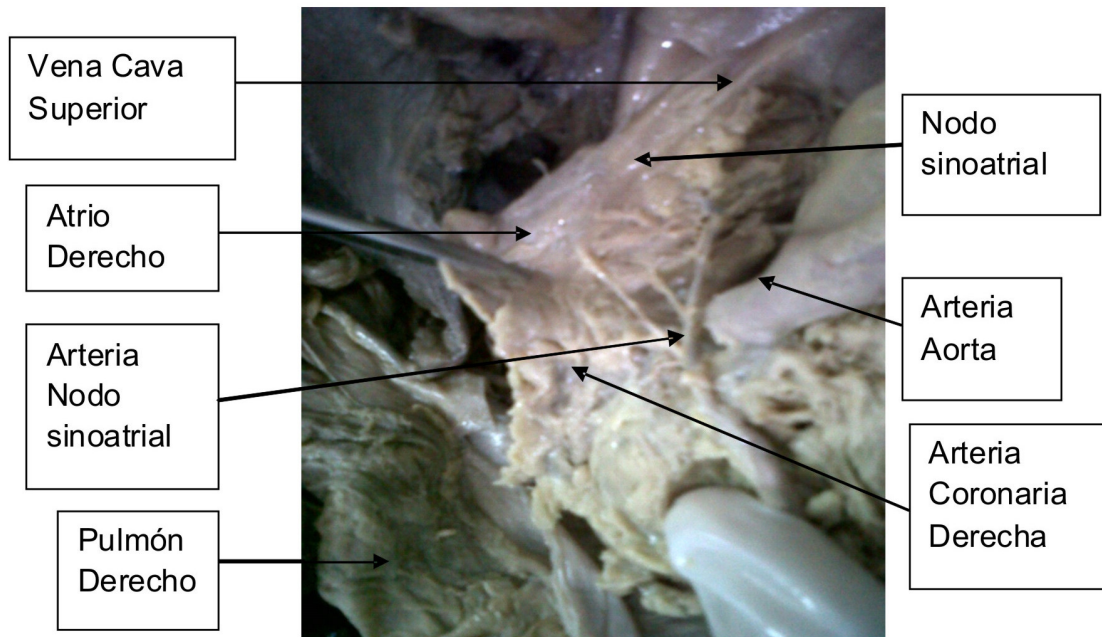


Figura 4. Rama en forma de doble Y derecha.

Tabla 1. Distribución anatómica de la arteria del nodo sinoatrial.

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%

Por otra parte, se encontró en un 8,3 % la distribución anatómica lineal codominante procedente del lado derecho e izquierdo.

Continuando con la distribución anatómica, también se observó en forma de Y al lado derecho en un 8,3% (Figura 2).

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

- Tres ramas lineales en forma tridente (Fotografía 3).

- Rama en forma de doble Y derecha (Fotografía 4).
- Rama en forma de K invertida derecha y lineal izquierda codominante (Tabla 1).

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

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

Autor	ACD*	ACX**	ACDYACX	CI***	Procedencia
Silva et al (8)	Hombre 80% Mujer 100%	Hombre 20%			Brasil
Berdajs et ál (16)	66%	34%			Suiza
Kyriakidis et ál (19)	59%	38%	3%		Grecia
Futani C. et ál (20)	73,4%	3,3%	23.3%		Japón
Hutchinson et ál (21)	65%	35%			Inglaterra
Sow, et ál (22)	64,45%	24,44%	11.11%		Senegal
Didio Lja, et ál (23)	58% +/-4.9	42% +/-4.9			Brasil
Okmen AS, et ál. (24)	85,8%	14,2%			Turquía
Caetano et ál (26)	58%	30%		12%	Brasil
Ortale et ál (27)	50%	44%	6%		Brasil
James (28)	55%	45%			EEUU
Ramanathan et ál (29)	53%	42,66%	4.33%		India
Ballesteros (30)	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.

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 ál.*, (25) 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 ál.*, (29) estudiaron 300 pacientes del sur de la india identificando la irrigación del nodo sinoatrial por angiografía coronaria, encontrando que el nodo sinoatrial 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., (8), Berdajs *et ál.*, (16), Kyriakidis *et ál.*, (19), Futani C. *et ál.*, (20), Sow

et ál., (22), Okmen AS. *et ál.*, (24), Caetano *et ál.*, (26). En los cuales se observaron proporciones similares a las encontradas en este estudio, donde la dominancia de la coronaria derecha fue muy superior al 50% de la muestras poblacionales. Por el contrario, los originados de Ramanathan *et ál* (29), Ortale *et ál.*, (27) y James (28), no mostraron una clara dominancia de ninguna de las dos arterias coronarias (Tabla 2).

La dominancia de la arteria coronaria derecha también se vió reflejada en los estudios de Silva y cols., (8) 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 de los grupos poblacionales estudiados sobre la procedencia 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 (Tabla 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.*, (30) con este estudio, se evidencia que en este trabajo la dominancia derecha se presenta en un porcentaje mucho mayor, la originada en la arteria circunfleja es mucho menor 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 (25,27). 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, 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, 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 estos 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. Así como efectuar estudios acerca de la irrigación del resto del sistema de conducción del corazón en población colombiana.

Por otra parte también se sugiere 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.

Agradecimientos

Al 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 y a la Facultad de Medicina de la universidad Nacional de Colombia.

Conflictos de interés

La investigación y manuscrito fueron realizadas por el autor, quien declara que no existe ningún conflicto de intereses que ponga en riesgo la validez de los resultados presentados.

Sino-atrial node artery variation in a sample of the Colombian population

Introduction

The cardiac conduction system involves a large part of the myocardium and includes the sino-atrial node (SAN), the atrio-ventricular node, the bundle of His with corresponding left and right bundle branches and the Purkinje fibres (*subendocardiac branches*). The SAN is fundamental for the heart's functioning as it potentiates action thereby providing physiological cardiac rhythm (1,2) and transmitting the electrical impulse which (after coursing through the conduction system) couples to the cardiac muscle through intercalary discs to make the latter contract (3).

A right and a left coronary artery originate from the aortic root; this is occupied by the aortic sinuses in which such arteries have their outlet orifices (4,5). The right coronary artery (RCA) originates in the right aortic sinus and the left coronary artery (LCA) in the left aortic sinus (6). Even though the coronary arteries provide a constant run/supply, multiple anastomoses may be presented between them thereby allowing a blood supply to be maintained to the myocardium

in the event of stenosis, thrombi or embolisms (4,6,7). These arteries' origins may vary significantly regarding the sinutubular junction and their proximity to apposition areas between heart valve leaflets (8-10). Some reports in the literature have shown that the anterior interventricular and the circumflex (Cx) arteries emerge independently in the left aortic sinus on some occasions (7,8,10).

Reports in the pertinent literature have stated that the SAN artery may originate in either the RCA or LCA (2); however, distribution percentages regarding the origin of such artery in a particular population are not clear since there is broad variability according to the particular population being studied. The coronary artery originating SAN irrigation for the heart's suitable functioning is called the dominant coronary artery. The SAN artery's origin varies according to its trajectory but, in all cases, it must reach the extreme posterior of the right atrium's anterolateral (i.e. sinus) wall, adjacent to the superior vena cava's outlet where the SAN is located (2,9).

The conduction system is located in the myocardium; it is formed by specialised cardiac cells controlling cardiac frequency and synchronising myocardial tissue's rhythm and contractions to ensure an optimum cardiac cycle (1, 11-14). This cardiac conduction system is a complex and intricate network of myocardial tissue specialised in conducting and transmitting action potential through intercalary discs, thereby allowing them to communicate with each other and thus ensure that the myocardium behaves like a syncytium. This begins with a specialised structure in the right atrium's upper and anterior walls, located below the superior vena cava's outlet; such structure, called the sino-atrial node (SAN), is located in the subepicardium and is situated in the junction between the musculature



of the superior vena cava and the right atrium; its base is midway opposite the terminal crest, towards the lower third of the right atrial wall (11,12,14).

Few studies have been carried out in Colombia regarding the irrigation of the cardiac conduction system; this contrasts with the international literature which contains many investigations related to coronary artery distribution. Such studies have revealed great diversity regarding cardiac conduction system irrigation artery distribution and origin, many highlighting the SAN artery (4,5,9). The Colombian population's anatomical variations must thus be described, since such population's unique characteristics regarding their ethnic composition (15), extrapolating prior studies concerning SAN anatomical structure and variations and the coronary circulation branches involved in their irrigation are questionable. The present study was thus aimed at describing the SAN artery's anatomical origin, distribution and variations in a sample of the Colombian population.

Materials and methods

Type of study: an analytical, descriptive study was made using quantitative methods.

Sample: 60 cardiopulmonary and digestive surgical blocks were selected by convenience sampling. Hearts presenting congenital cardiac malformations, evident chronic cardiopathy or signs of pathology or cardiac traumas producing morphological alterations of the heart were excluded from the study following such exploration.

Methods: the coronary arteries of 60 human hearts were dissected, specifically seeking arteries irrigating the SAN. The epicardium was removed and the right and left coronary arteries

were dissected; the SAN was then located, referencing the space between the outlet of the superior vena cava and the right atrium's posterosuperior face. All the arteries leading to such region were then dissected from the right and left coronary arteries, identifying possible candidate arteries, selecting that whose anatomical route was closest to the aforementioned region as the SAN artery. The region having the artery was photographed and a diagram made.

Ethical component: the material for dissection was obtained strictly in line with the criteria defined for medical-legal autopsies, as contained in decree 786/1990 (17).

All the principles regarding medical research in the Declaration of Helsinki (2000) were followed, thereby guaranteeing respectful treatment of the pieces obtained during the study, the confidentiality of data regarding the dead people, their dignity and integrity.

Colombian Ministry of Health resolution 8430/1993 (18), article 16, first paragraph, states that an ethics committee may exempt an investigator from obtaining informed consent in investigations involving minimum risk or no risk.

Results

Conventional dissection of the genitalia determined that 3 of the 60 surgical blocks came from females and 57 from males.

It was found that 75% of the SAN artery's blood supply came from the RCA, 15% from the Cx artery, LCA branch and 10% was co-dominant from both the RCA and the Cx.

Regarding the anatomical distribution and route of the artery irrigating the SAN, its origin and

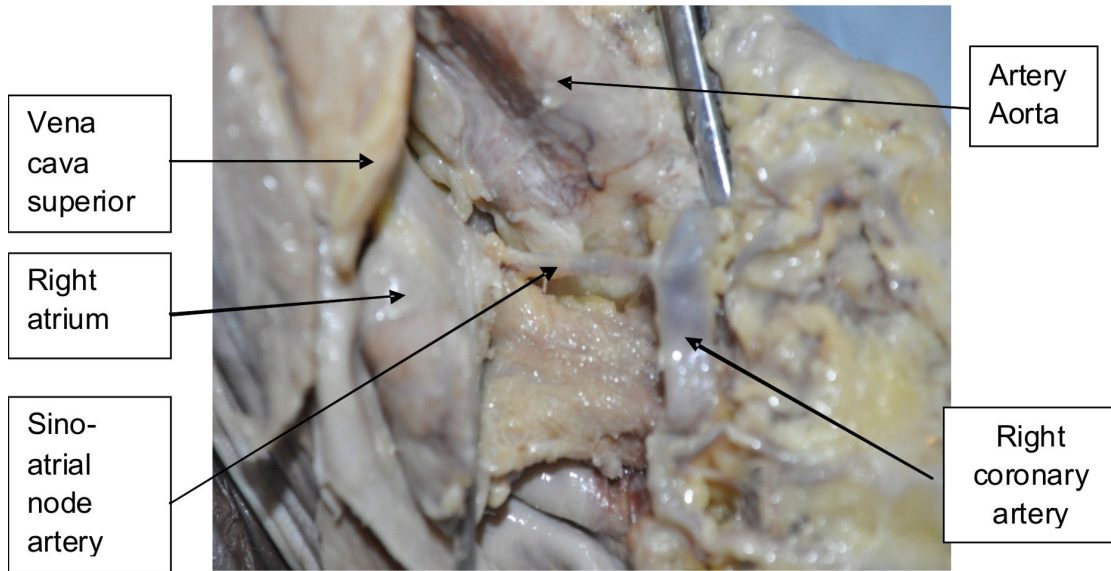


Figure 1. Single right lineal branch.

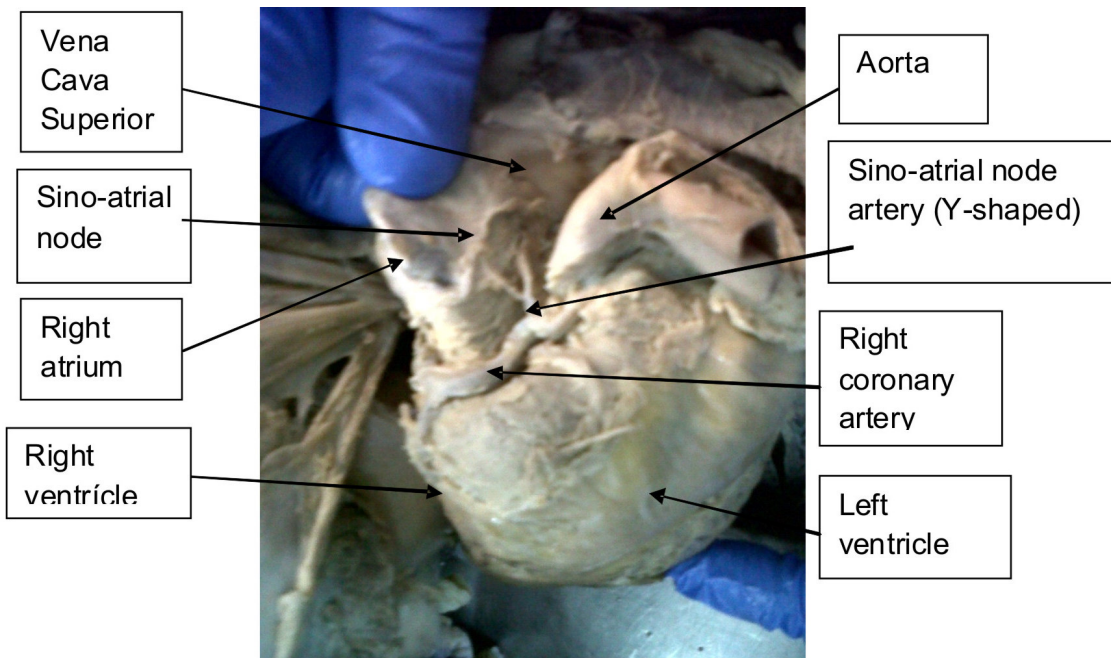


Figure 2. Right Y-shaped branch

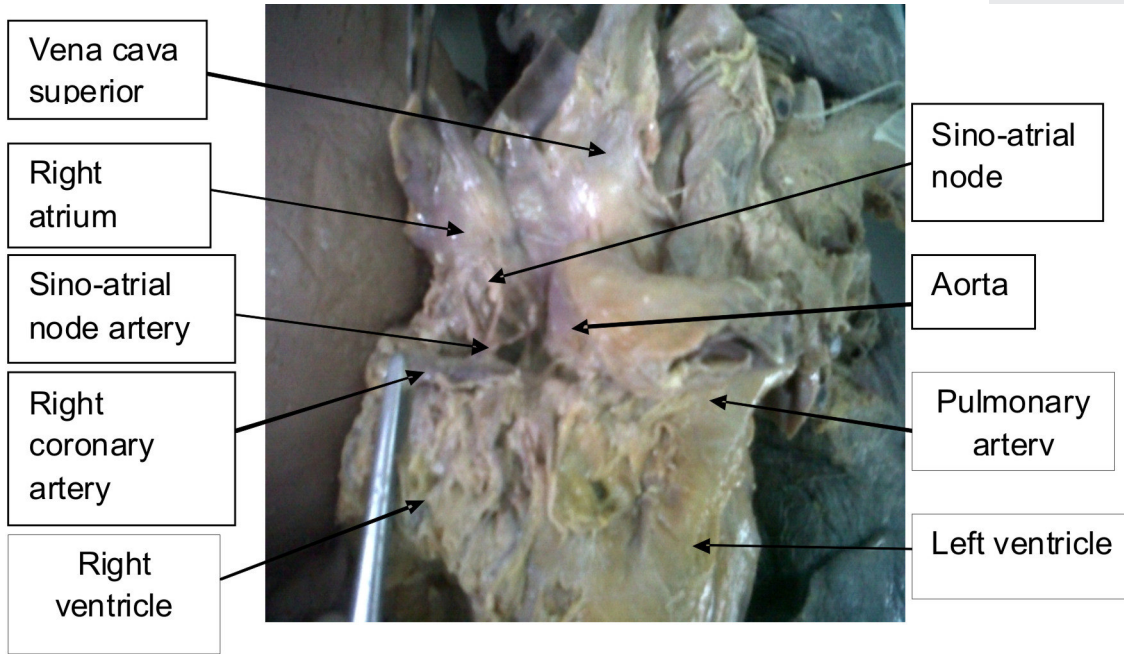


Figure 3. Three lineal trident-shaped branches

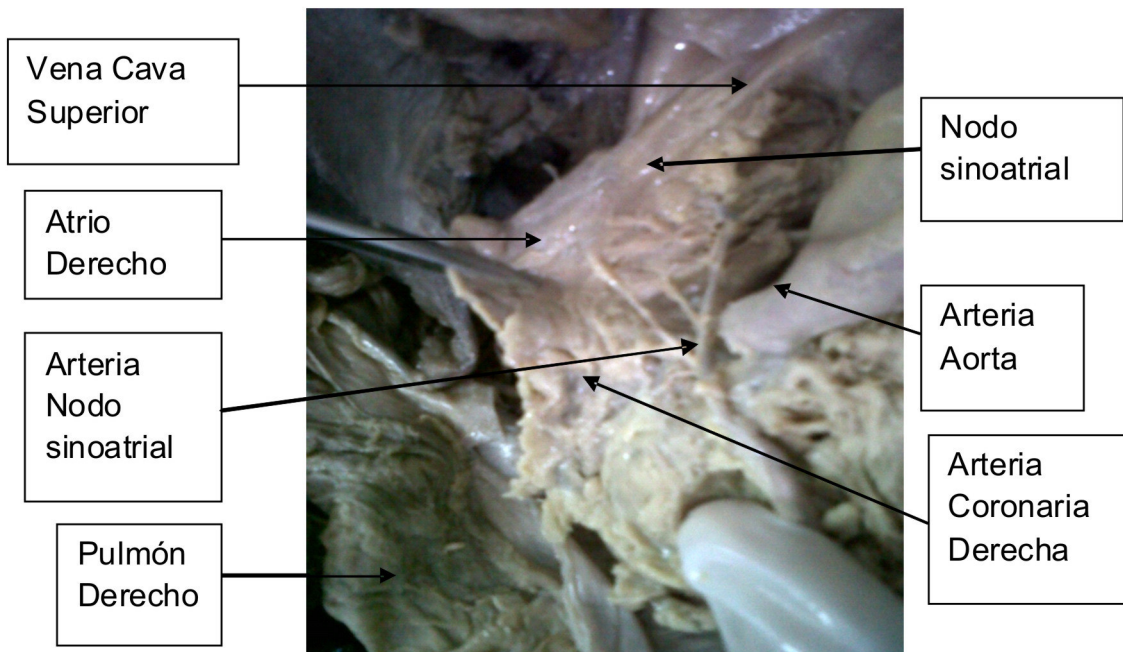


Figure 4. Right double Y-shaped branch

termination in the anterolateral-posterior face of the right atrium was taken into account; 78.3% single lineal branch (80.9% towards the right-hand

side and 20.1% to the left) (Figure 1), 8.3% co-dominant right- and left-hand side lineal and 8.3% Y-shaped on the right-hand side (Figure 2).

Table 1. The sino-atrial node artery's anatomical distribution

Distribution	Lineal	Lineal	Lineal	Y	K and left lineal	Double Y	Trident
Origin coronary artery	Right artery	Circumflex	Codominant Coronary	Right	Codominant coronary	Right derecha	Right coronary
Number	38	9	5	5	1	1	1
Percentage	63,3%	15%	8,3%	8,3%	1,7%	1,7%	1,7%

The following anatomical distributions were also found (1.7% in each case):

- Three trident-shaped lineal branches (Figure 3);
- Right double Y-shaped branch (Figure 4); and
- Right inverted K-shaped branch and co-dominant left lineal (Table 1).

Discussion

Dissecting 60 cardiopulmonary and digestive blocks led to describing the irrigation of the SAN in this particular sample of the Colombian population, showing that 75% of the SAN arteries came from the RCA, 15% from the Cx artery and 10% from the RCA and Cx artery (i.e. co-dominant irrigation). Such results contrasted with work by Ballesteros *et al.*, (25) who studied 88 hearts using a corrosion injection technique; they reported 59,1% origin in the RCA, 37,3% in the Cx and 3,4%.

Co-dominant. Ramanathan *et al.*, (29) studied 300 patients from southern India; they identified SAN irrigation by coronary angiography, finding that the SAN received 53% of its supply through the RCA, 42.66% by LCA Cx branch and 4.33% by both coronary arteries.

RCA dominance was also observed in studies by Silva *et al.*, (8), Berdajs *et al.*, (16), Kyriakidis *et al.*, (19), Futani *et al.*, (20), Sow *et al.*, (22), Okmen *et al.*, (24) and Caetano *et al.*, (26) where percentages similar to those

found in this study were observed; RCA dominance was greater in more than 50% of the population samples. Conversely, Ramanathan *et al.*, (29), Ortale *et al.*, (27) and James (28) did not show clear dominance by either coronary artery (Table 2).

RCA dominance has also been reflected in studies by Silva *et al.*, (8) in Río de Janeiro (Brazil) in 2008 where SAN artery anatomical variation was investigated. The experiment involved 30 adult hearts (15 male and 15 female), RCA dominance being found.

No significant differences were found when comparing the population groups studied concerning SAN artery origin regarding country of origin since studies in which the RCA was dominant had been carried out in Switzerland, Brazil, Turkey, Senegal, Japan and England (Table 2) whilst studies in which such dominance was not so marked had been done in the USA, Brazil and India, showing that there is no apparent conditioning by source explaining such dominance.

Nevertheless, very few studies have tried to elucidate SAN irrigation in the Colombian population. Comparing the study by Ballesteros *et al.*, (30) to this study showed a greater percentage of RCA dominance in the present work, much lower Cx dominance in this study and greater irrigation by both arteries in this study (10% compared to 3,4% in Ballesteros *et al.*).



Table 2. Sino-atrial node irrigation reported by several authors (by percentage)

Author	RCA*	CxA**	RCA and CxA	LC***	Country of origin
Silva et al (8)	Males 80% Females 100%	Males 20%			Brazil
Berdajs et ál (16)	66%	34%			Switzerland
Kyriakidis et ál (19)	59%	38%	3%		Greece
Futani C. et ál (20)	73,4%	3,3%	23.3%		Japan
Hutchinson et ál (21)	65%	35%			England
Sow, et ál (22)	64,45%	24,44%	11.11%		Senegal
Didio Lja, et ál (23)	58% +/-4.9	42% +/-4.9			Brazil
Okmen AS, et ál. (24)	85,8%	14,2%			Turkey
Caetano et ál (26)	58%	30%		12%	Brazil
Ortale et ál (27)	50%	44%	6%		Brazil
James (28)	55%	45%			USA
Ramanathan et ál (29)	53%	42,66%	4.33%		India
Ballesteros (30)	59.1%	37,35%	3.4%		Colombia
Quijano (This study)	75%	15%	10%		Colombia

*RCA: right coronary artery. **CxA: circumflex artery. ***LC: left coronary trunk artery

The foregoing could be explained by differences in sample size, the population being studied and the research methodology used (25,27). However, these studies form a first step towards specifically understanding variables concerning the SAN artery in a sample of the Colombian population; they are useful in invasive and non-invasive diagnostic procedures and surgical and medical-legal ones.

Conclusions

This study of SAN irrigation in a sample (dissection of 60 cardiopulmonary and digestive blocks) of the Colombian population found that the SAN artery came from the RCA in 75% of the cases, 15% from the Cx artery and 10% came from co-dominant RCA and Cx artery.

SAN artery origin dominance was similar to that reported in other studies and populations. The SAN artery's anatomical distribution took a lineal route in 78.2% of the cases (81% originated in the RCA and 19% in the LCA).

RCA and LCA co-dominance regarding SAN irrigation was found in 10% of the cases. Lineal distribution of both arteries occurred in 5 cases (8.3%), terminating in a V-shaped trajectory, the vertex located in the SAN. The remaining 1.7% concerned a case of co-dominance in which the SAN artery came from the RCA in an inverted K-shape and a lineal branch from the LCA. It is suggested that this pilot study could be extended to all Colombian regions to determine anatomical variations' origin and distribution regarding SAN irrigation, as well as carrying out studies concerning irrigation of the rest of the cardiac conduction system in the Colombian population. It is also suggested that histological slices should be made at the SAN site together with the artery irrigating it to correlate the anatomical macroscopic part with the microscopic part.

Acknowledgements

We would like to thank the Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses, Bogotá, for

providing us with the material via its teaching and research agreement with the Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales (UDCA) and UDCA's Faculty of Medicine for allowing us to carry out the practical phase of the research in the Universidad Nacional de Colombia's Faculty of Medicine.

Conflicts of interest

The research was carried out and the manuscript written by the authors who declare that there is no conflict of interest which could place the validity of the results presented here at risk.

Referencias

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. **Pejkovic B, Krajnc J, Anderhuber K, Košutic D.** Anatomical variations of the coronary sinus ostium area of the human heart. *J Int Med Res.* 2008; 36:314-21.
5. **Netter H, Böttcher T, Engelhard S, Kortenhaus M.** Medicina Interna. Barcelona. Editorial Masson. 2005.
6. **Subhash D, Joshi S.** Sunita Arvind Athavale. Origins of the coronary arteries and their significance. *Clinics.* 2010; 65:79-84.
7. **Kalpna R.** A Study On Principal Branches of Coronary Arteries In Humans. *J Anat Soc India.* 2003; 52: 137-140.
8. **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. *International Journal of Morphology;* Temuco. 2008; 26:1.
9. **Loukas M, Bilinsky S, Bilinsky B, Matusz P, Anderson RH.** The Clinical Anatomy of the Coronary Collateral Circulation. *Clin Anat.* 2009; 22:146-160.
10. **Muriago M, Sheppard M, Ho S, Anderson R.** Location of the coronary arterial orifices in the normal heart. *Clin Anat.* 1997;10:297-302.
11. **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.
12. **Williams P.** Anatomía de Gray. Barcelona. Elsevier. 1998.
13. **Anderson RH, Gianni 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. *Clin Anat.* 2009; 22:99-113.
14. **Sánchez D, Yen S.** Anatomía de los nodos cardíacos y del sistema de conducción específico auriculoventricular *Rev. Esp Cardiol.* España. 2003; 56:11.
15. **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(Supl. 2):75.
16. **Berdajs D, Patonay L, Turina MI.** The clinical anatomy of the sinus node artery. *Ann Thorac Surg.* 2003; 76:732-5.
17. 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).
18. 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).
19. **Kyriakidis M, Vyssoulis G, Barbetseas J, Toutouzas P.** A clinical angiographic study of the arterial blood supply to the sinus node. *Chest.* 1988; 94:1054-7.
20. **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.
21. **Hutchison MCE.** A study on the atrial arteries in man. 1978. *J Anat.* 25: 39-54.



22. **Sow ML, Ndoye JM, Lô EA.** The artery of the sinoatrial node: anatomic considerations based on 45 injection-dissections of the heart. *Surg Radiol Anat.* 1996; 18:103-9.
23. **Didio L, Lopes A, Caetano A, Prates J.** Variations of the origin of the artery of the sinoatrial node in normal human hearts. *Surg Radiol Anat.* 1995;17:19-26.
24. **Okmen AS, Okmen E.** Sinoatrial node artery arising from posterolateral branch of right coronary artery: definition by screening consecutive 1500 coronary angiographies. *Anadolu Kardiyol Derg.* 2009; 9:481-5.
25. **Ballesteros L, Saldarriaga V.** Evaluación de la Arteria Coronaria Derecha: Un estudio con Material Cadavérico. Universidad Industrial de Santander. Universidad Autónoma de Bucaramanga. Colombia. *Int. J. Morphol.* Temuco. 2006; 24:1.
26. **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. *Rev Assoc Med Bras.* 1995;41:94-102.
27. **Ortale RE, Paganoti CF, Marchiori G.** Anatomical variations in the human sinoatrial nodal artery. *Clinics.* 2006;61:551-8.
28. **James TN.** Anatomy of the human sinus node. *Anat Rec.* 1961;141:109-16.
29. **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.
30. **Ballesteros LE, Ramírez L, Forero P.** Características morfológicas y posibles implicaciones clínicas de las arterias nodales. *Rev Colomb Cardiología.* 2010; 17:265-72.