

Origen de las Arterias de los Nódulos Sinusal y Atrioventricular en Población del Sur de la India: un Estudio Angiográfico

Lakshmi Ramanathan¹, Prakash Shetty², Soubhagya R. Nayak¹, Ashwin Krishnamurthy¹, Ganesh K. Chettiar¹, Annamalai Chockalingam³

Departamento de Anatomia - Centro de Ciências Básicas, Kasturba Medical College, Bejai, Mangalore, Karnataka¹; Departamento de Anatomia - Father Muller Medical College, Father Muller Road, Kankanady, Mangalore, Índia²; Departamento de Fisiologia - Centro de Ciências Básicas, Kasturba Medical College, Bejai, Mangalore, Karnataka³ - Índia

Resumen

Fundamento: Estudiar el suministro arterial del sistema conductor y su correlación con la dominancia de las arterias coronarias en población del Sur de la India.

Objetivo: Determinar angiográficamente los orígenes de la arteria del nódulo sinusal (AnSA) y la arteria del nódulo atrioventricular (AnAV) en indios.

Métodos: El estudio incluyó 300 pacientes consecutivos (114 del sexo femenino y 186 del sexo masculino; edad promedio, 55 años), habitantes de la región costera al Sur de la India, sometidos a cineangiocoronariografía debido a síntomas como dolor en el pecho, angina pectoris o test ergométrico positivo. Las angiografías incluyeron ambas arterias coronarias (derecha e izquierda) en posición oblicua anterior derecha e izquierda. El origen de la AnSA y AnAV a partir de las arterias coronarias se observó y se correlacionó con la dominancia arterial.

Resultados: El nódulo SA (sinusal) 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% de los casos este nódulo fue irrigado por ambas arterias coronarias. El nódulo AV (atrioventricular) también recibió suministro sanguíneo con más frecuencia de la ACD (72,33% de los casos) que la rama Cx de la ACI (27,66%). Sorprendentemente, en ningún caso este nódulo recibió suministro de ambas arterias coronarias.

Conclusión: Los resultados del presente estudio pueden auxiliar a los cirujanos cardíacos, sobre todo en cirugías relacionadas a valvulopatías, debido a la franca proximidad entre las ramas nodales y el complejo valvular. (Arq Bras Cardiol 2009;92(5):330-335)

Palabras-clave: Arterias coronarias, nódulo sinusal, nódulo atrioventricular, angiografía.

Introducción

Las ramas atriales anteriores de la ACD están dispuestas en los grupos anterior, lateral y posterior para suministrar sangre a las superficies correspondientes del atrio derecho. Una importante rama atrial es la rama del nódulo sinusal que es normalmente la segunda rama de la ACD y aporta sangre al nódulo SA en el 65% de los casos. En el otro 35%, el nódulo SA es irrigado por una rama da Cx de la ACI¹. De acuerdo con April, la AnSA también se origina de la arteria de Kugel (la arteria de kugel es una rama anastomótica formado cuando una rama atrial de circunfleja se comunica con la rama similar de la arteria coronaria derecha)². El suministro arterial del nódulo AV se originó en el 80% de los casos en la ACD, en el surco atrioventricular posterior en un punto un poco más allá

del origen de la arteria interventricular posterior. En el 20% de los corazones el nódulo AV se originó en la parte terminal de la Cx en la cruz del corazón [1]. El estudio del suministro arterial de nódulo SA aumentaría el conocimiento clínico y mejoraría los procedimientos quirúrgicos y métodos de los exámenes y tratamientos cardiológicos. Deben adoptarse las precauciones adecuadas para preservar el principal suministro de sangre arterial para el nódulo SA durante la cirugía³.

Sokolov y Vargin⁴, Krupa⁵, DiDio et al.⁶, Sow et al.⁷ y Onciu et al.⁸ estudiaron el origen de la AnSA. Krupa⁹, Sow et al.¹⁰ y Arid et al.¹¹ estudiaron el origen de la AnAV. Hutchinson¹, Vieweg et al.¹² y Futami et al.¹³ estudiaron tanto el origen de la AnSA como de la AnAV. Este trabajo estudió el origen de ambas, la AnSA y la AnAV, y también la dominancia coronaria con auxilio de cineangiocoronariografía.

El objetivo de este estudio fue identificar el origen de la AnSA y AnAv a partir de diferentes arterias coronarias y determinar la correlación entre ambas arterias con la arteria dominante. En este estudio se optó por el examen angiográfico de las arterias coronarias como método de estudio por ser el más utilizado en el contexto clínico actual, y por el hecho

Correspondencia: Soubhagya R. Nayak •

Department of Anatomy, Centre for Basic Sciences, Kasturba Medical College, Bejai, Mangalore, 575004, Karnataka - Índia
E-mail: ranjanbhatana@gmail.com
Artículo recibido el 02/01/08; revisado y recibido el 14/03/08; aceptado el 14/03/08.

de que este estudio tiene mayor significado clínico que los estudios realizados en corazones de cadáveres.

Métodos

El estudio incluyó 300 pacientes consecutivos (114 del sexo femenino y 186 del sexo masculino; edad promedio, 55 años), habitantes de la región costera al Sur de la India, sometidos a cineangiografía debido a síntomas como dolor en el pecho, angina pectoris o test ergométrico positivo realizado en el Kasturba Medical College, Mangalore, India. Las cineangiografías seleccionadas fueron grabadas en CDs, y posteriormente fueron estudiadas utilizando el Cardiac SoftView (programa de software para lectura de coronariografía). Las angiografías incluyeron ambas las arterias coronarias (derecha e izquierda) en diversas proyecciones, pero, para la visualización de la AnAV y de la AnSA de cualquier de las dos arterias coronarias, las proyecciones utilizadas en este estudio fueron la proyección oblicua anterior izquierda para la arteria coronaria derecha, y la proyección oblicua anterior derecha para la arteria coronaria izquierda. La AnSa, cuando se origina de la ACD, puede reconocerse por ser la segunda rama de ésta después del cono arterial que tiene trayecto dorsal y se extiende sobre la porción superior del septo atrial, terminado en la región del ostium de la vena cava superior después de arquearse lateralmente frente a ésta. Cuando el suministro de la AnSA viene de la rama circunfleja de la ACI, la AnSa pasa a la derecha sobre la aurícula izquierda y llega al nódulo AS después de circundar la vena cava superior.

La AnAV generalmente se visualiza como una rama de la arteria dominante. La arteria se visualiza originándose en la cruz, y se considera una rama de la primera arteria interventricular posterior, lo que es coherente con la U invertida observada en la cruz en el caso de la ACD y una curva suave observada en la cruz en el caso de la rama circunfleja de la arteria coronaria izquierda.

Para el estudio se seleccionaron los siguientes parámetros:

I) Origen de la arteria interventricular posterior para determinar la dominancia coronaria.

II) El origen de la AnSA y AnAV a partir de las arterias coronarias.

III) El origen de las arterias de los nódulos se correlacionó entonces con la dominancia.

Estos parámetros fueron entonces tabulados y analizados.

Resultados

En el presente estudio, 161 (53,66%) de los 300 pacientes tenían un sistema arterial con dominancia de la arteria coronaria derecha (la arteria descendente posterior se originaba de la arteria coronaria derecha); 67 (22,33%) tenían un sistema arterial con dominancia de la coronaria izquierda (la arteria descendente posterior se originaba de la circunfleja izquierda); y en 72 (24%) se observó codominancia. El nódulo SA recibía suministro de la ACD [Fig. 1] más frecuentemente

(53% de los casos) que de la rama Cx de la ACI [Fig. 2] (42,66%), y en el 4,33% de los casos, este nódulo recibía irrigación de ambas arterias coronarias. El nódulo AV recibía irrigación de la ACD (72,33% de los casos) [Fig. 3], más que de la rama Cx de la ACI (27,66%) [Fig. 4], y sorprendentemente, en ninguno de los casos este nódulo era irrigado por ambas arterias coronarias [Tabla 1]. Se observó que:

I) en el 35% de los casos, tanto la arteria del nódulo SA como la del nódulo AV se originaban de la ACD;

II) en el 11% de los casos, tanto la arteria del nódulo SA como del AV se originaban de la rama Cx de la ACI;

III) en el 54% de los casos tanto la arteria del nódulo SA como

Tabla 1 – Arterias de donde se originan las ramas del nódulo SA y del nódulo AV

Arteria coronaria/ramas	Nº de AnSA originándose de	Nº de AnAV originándose de
ACD	159 (53%)	217 (72,33%)
Cx	128 (42,66%)	83 (27,66%)
ACD-Cx	13 (4,33%)	-
Total	300 (100%)	300 (100%)

SA - sinusal, AV - atrioventricular, AnSA - arteria del nódulo sinusal, AnAV - arteria del nódulo atrioventricular, ACD - arteria coronaria derecha, Cx - arteria circunfleja.

Tabla 2 – Irrigación arterial para el nódulo SA y el nódulo AV

Nódulo	Irrigación Arterial	Nº de casos
SA & AV	ACD	105 (35%)
	Cx	33 (11%)
	ACD-Cx	162 (54%)

SA - Sinusal, AV - Atrioventricular, ACD - arteria coronaria derecha, Cx - arteria circunfleja.

Tabla 3 – Relación entre irrigación del nódulo AV y dominancia.

Irrigación del nódulo AV en caso de	A partir de la ACD	A partir de la Cx
Dominancia de la derecha	156	4
Dominancia de la izquierda	7	59
Codominancia	54	20

AV - arterioventricular, AnAV - arteria del nódulo arterioventricular.

Tabla 4 – Relación entre irrigación del nódulo SA y dominancia

AnSA en caso de	A partir de la ACD	A partir de la Cx	A partir de la ACD-Cx
Dominancia de la derecha	81	75	8
Dominancia de la izquierda	43	25	-
Codominancia	35	28	5

SA - sinusal, AnSA - arteria del nódulo sinusal

la del nódulo AV se originaban de diferentes arterias coronarias [Tabla 2]. La fuente de suministro arterial de los nódulos SA y AV, según fue observado por varios autores y también en el presente estudio, se encuentra tabulada en la Tabla 5.

Discusión

Hutchinson observó que en el 50% de los corazones, tanto el nódulo SA como el nódulo AV eran irrigados por ramas de la arteria coronaria derecha. En el 7% ambos eran irrigados por la arteria coronaria izquierda¹.

El conjunto de las arterias coronarias es anatómicamente considerada como una arteria importante, pues se utiliza como marco para identificar el nódulo SA, teniendo también importancia clínica. Berdajs et al.¹⁴ afirmaron que la AnSA cruza el borde posterior superior del septo interatrial en el 54% de los casos. A partir de esos datos, concluyeron que es alto el riesgo de daño intraoperatorio a la arteria del nódulo sinusal durante la incisión transeptal superior para abordaje de la válvula mitral¹⁴. Berdajs et al.¹⁵ estudiaron la AnAV por medio de coronariografía, y observaron que la AnSA se originaba de la ACD en el 73% de los casos examinados, y de la ACI en el 27% de los casos. La AnAV izquierda estaba estrechamente relacionada a la inserción de la válvula mitral, sobre todo en el área de la parte proximal izquierda de la valva posterior. Al comparar sus datos con los datos disponibles en la literatura, éstos afirmaron haber un alto riesgo de daño intraoperatorio para la AnAV izquierda durante la manipulación del anillo fibroso de la válvula mitral¹⁵. En el presente estudio, en sólo el 27,66% de los casos la AnAV se originaba de la ACI. Además de ser un excelente indicador de la posición del nódulo sinusal, el tópicico investigado requiere estudios ulteriores en vista de

su aplicación en cirugía cardíaca³.

Nerantzis et al.¹⁶ observaron que la AnSA tenía un papel importante en el suministro sanguíneo para el miocardio atrial y para el septo atrial en la mayoría de los casos (59%). En el 37% de los casos, el vaso que irrigaba el nódulo SA no era la principal continuación de la arteria del nódulo SA. En el 22% de los casos, la AnSA irrigaba todo el miocardio atrial y en el 19% de los casos la AnSA irrigaba el atrio derecho y parte del septo atrial¹⁶.

Un estudio realizado por Bokeriya et al.¹⁷ sobre las variantes de la AnSA y de la AnAV demostró haber 14 diferentes variantes de la AnSA en lo que refiere a sus conexiones con el surco atrial anterior y con los orificios de la vena cava superior, identificando también seis variantes de la AnAV en lo concerniente a sus conexiones con el septo interventricular. Se enfatizó la importancia de estas variantes puesto que cualquier cirugía en estas arterias podría traumatizar las estructuras próximas¹⁷.

Krupa⁵ publicó un estudio sobre la AnSA en corazones humanos, observando que la AnSA se originaba bajo la forma de rama atrial anterior, intermediaria y posterior tanto de la ACD como de la ACI. En el 51,7% de los corazones examinados, la AnSA forma un círculo arterial en la base de la vena cava superior⁵. La AnSA con origen en la porción proximal del tronco de la ACI fue menos frecuente, (12%±3,2) que el origen en la Cx (30%±4,5), y el origen de la AnSA no estaba relacionado con sexo o raza⁵.

La arteria del nódulo SA fue estudiada por Sow et al.⁷ por disección por medio de inyección y se observó que era única en el 88,89% de los casos y doble en el 11,11%, y la arteria de origen no se vio influenciada por la dominancia

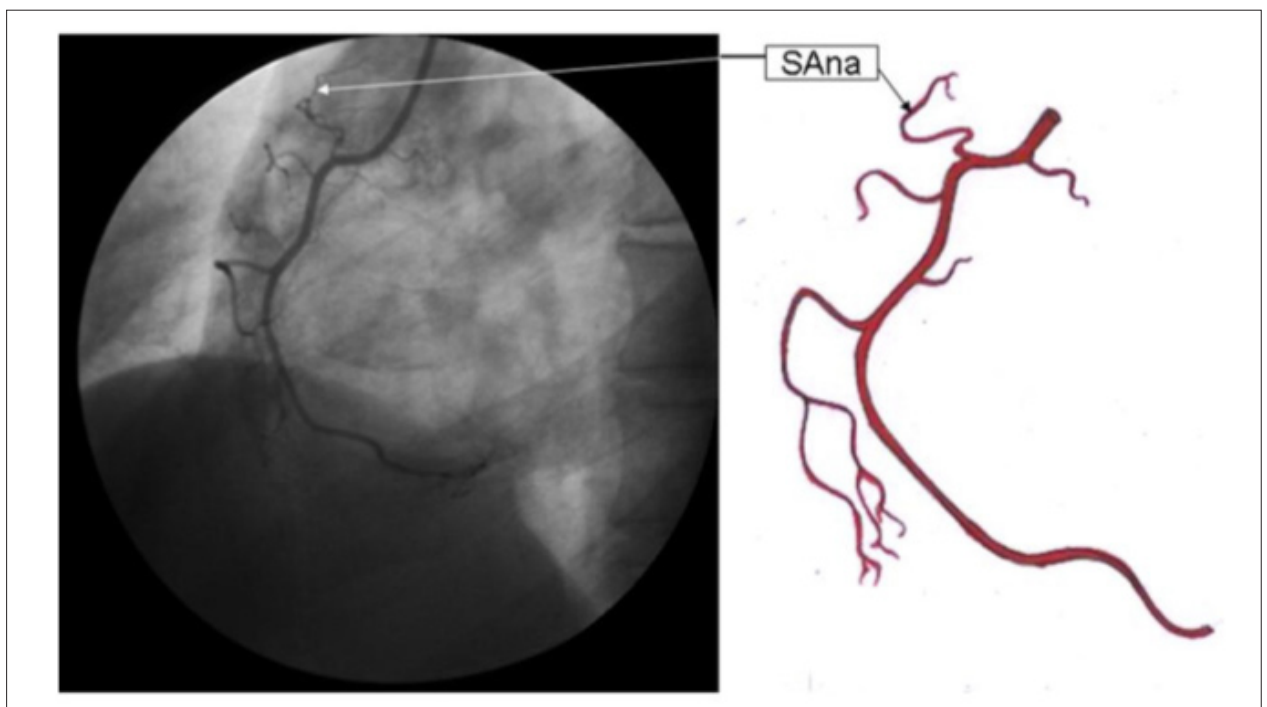


Figura 1 - Arteria coronaria derecha en la posición oblicua anterior izquierda, mostrando la rama del nódulo sinusal. AnSA, arteria del nódulo sinusal.

Tabla 5 - Suministro arterial de los nódulos SA y AV de acuerdo con lo observado por diversos autores

Autores / Referencia N°.	Suministro arterial del nódulo SA por (%)			Suministro arterial del nódulo AV por (%)		
	ACD	ACI	ACD & ACI	ACD	ACI	ACD & ACI
Berdaj et. al. ¹⁴	66%	34%	–	–	–	–
Berdaj et. al. ¹⁵	–	–	–	73%	27%	–
Didio et. al. ⁶	58%±4,9%	42%±4,9%	–	–	–	–
Futami et al ¹³	73 %	3%	23%	80%	10%	10%
Hutchinson ¹	47%	27%	--	80%	–	–
Krupa ⁹	–	–	–	90%	10%	–
Kyriakidis et al ¹⁹	59 %	38 %	3%	-	-	-
Sow et al ⁷	64,45 %	24,44%	-	-	-	-
Este estudio	53%	42,66%	4,33%	72,33%	27,66%	-

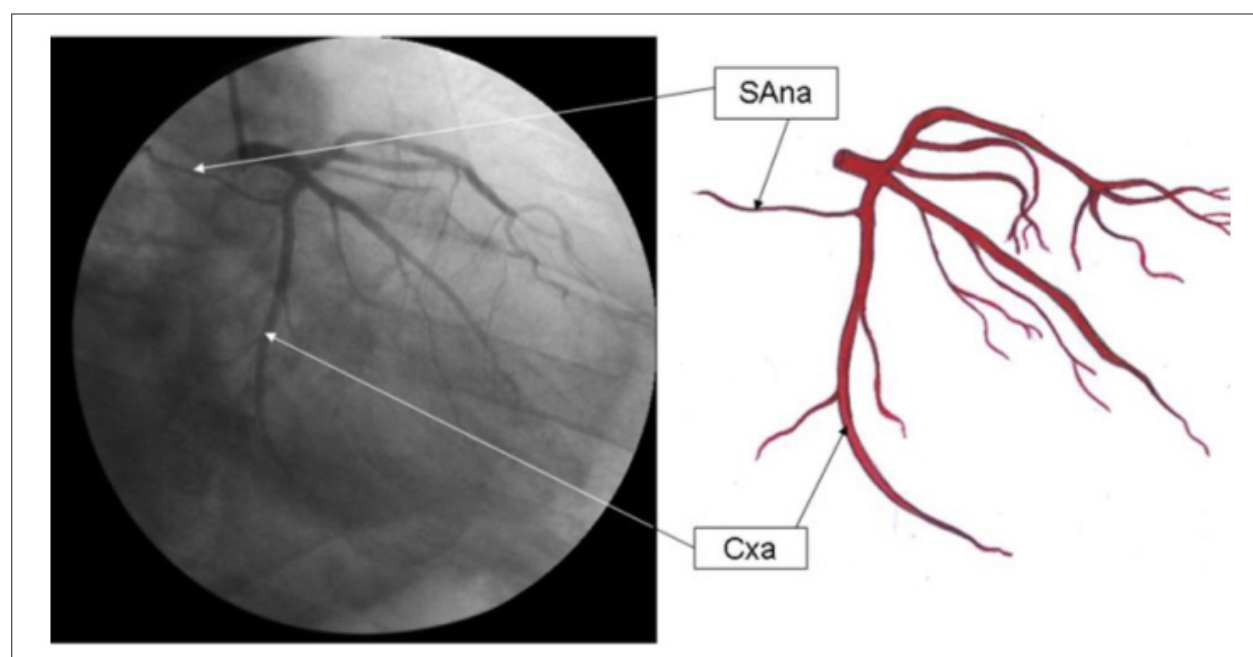


Figura 2 - Arterioangiografía coronaria izquierda en posición oblicua anterior derecha mostrando la rama del nódulo sinusal de la arteria circunfleja; AnSA - arteria del nódulo sinusal; Cxa - arteria circunfleja.

coronaria. Pero en el presente estudio, en el 71,66% de los casos, la AnAV era rama de la arteria dominante. Cuando se originaba en la ACD, el trayecto de la AnSA variaba en términos de sitio de origen – la arteria atrial o en una de sus ramas colaterales. Cuando se originaba en la Cx, su trayecto era relativamente uniforme. Estos hallazgos tienen especial importancia durante algunas fases de cirugías cardíacas como atriotomías, corrección quirúrgica de valvulopatías y anomalías congénitas que exponen la AnSA⁷. El origen de la AnSA localizado en ambas arterias coronarias en nuestro caso (4.33%) fue más bajo que en el estudio realizado por Futami et al.¹³, pero el origen de la AnAV en la ACD observada en el estudio de Futami et al.¹³ es bastante similar a la encontrada en el presente estudio (72,33%). En nuestro estudio, no se encontró ni un único caso de AnAV originándose en ambas

arterias coronarias, mientras que el estudio de Futami et al. ello ocurrió en el 10% de los casos¹³.

Sokolov y Vargin⁴ investigaron 60 preparaciones de corazón para verificar la variación en la AnSA. Éstos afirman que grandes ramas atriales de la ACD o la ACI generalmente irrigan el nódulo SA y demuestran algunas variaciones en el sitio de origen, sea en la ACD o en la ACI. La AnSA se puede originar en las ramas atriales posterior derecha o intermedia derecha. La variante de la ACI puede originarse de las ramas atrial intermedia izquierda, posterior izquierda o anterior izquierda⁴. Abuin y Nieponice¹⁸ estudiaron el origen de la AnAV en 20 corazones. Observaron que en el 40% de ellos, la arteria de Kugel irrigaba el nódulo AV. La arteria descendente superior derecha irrigaba el nódulo AV en el 70% de los casos. Estos hallazgos pueden tener importante significado tanto en

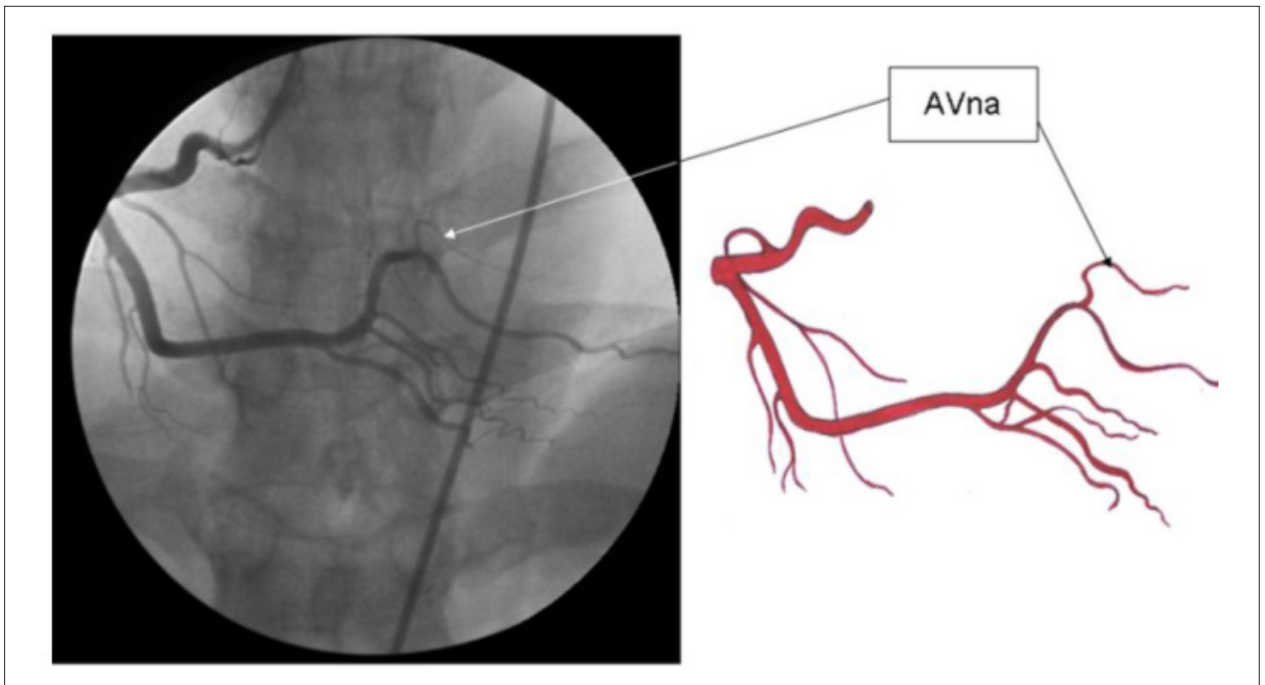


Figura 3 - Arteria coronaria derecha en la posición oblicua anterior izquierda, mostrando la rama del nódulo atrioventricular; AnAV - arteria del nódulo atrioventricular.

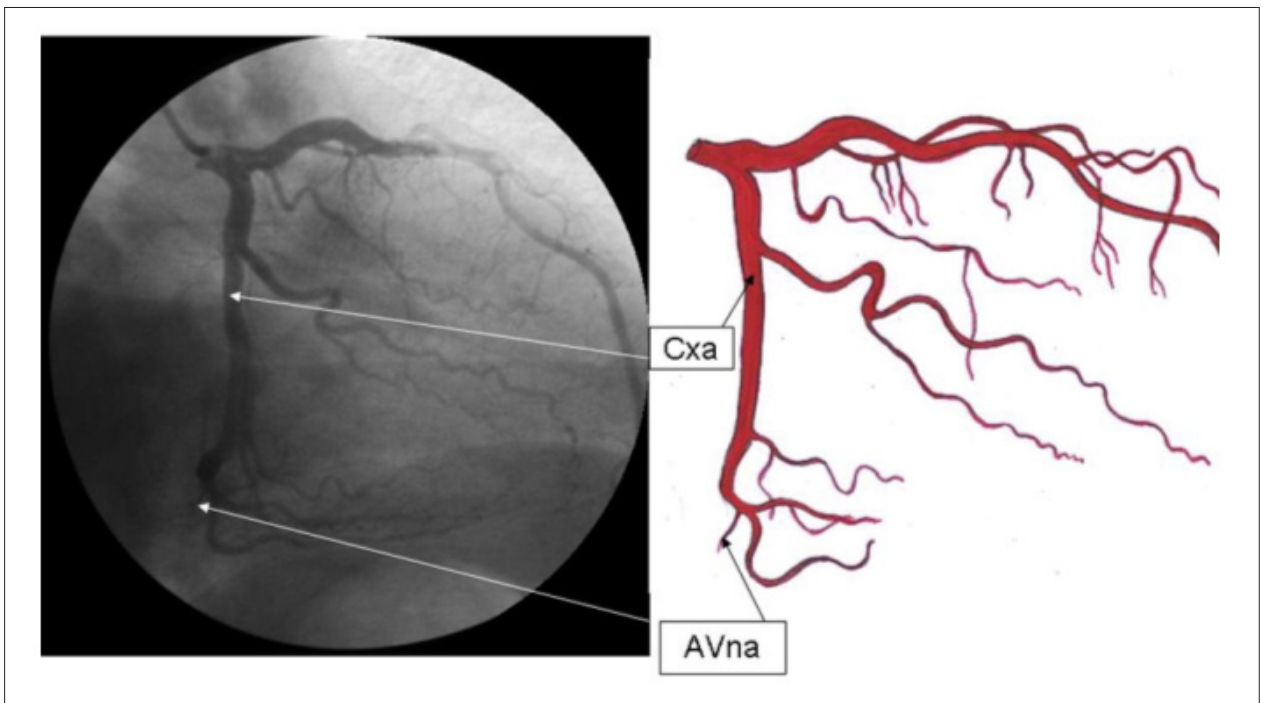


Figura 4 - Arteria coronaria izquierda en la posición oblicua anterior derecha mostrando arteria atrioventricular a partir de la arteria circunfleja; AnAV - arteria del nódulo atrioventricular; Cxa - arteria circunfleja.

cardiología clínica como en las cirugías cardiovasculares¹⁸. Arid et al.¹¹ estudiaron las características anatómicas de la principal fuente arterial del nódulo AV de 40 corazones por medio de diversas técnicas anatómicas y radiológicas, pero sólo obtuvieron resultados para 23 de ellos, y concluyeron

que más frecuente fuente atrial de irrigación del nódulo AV (21/23) es la ACD, pero se encontraron diversas variantes en términos de origen y topografía¹¹.

Kyriakidis et al.¹⁹ mencionaron que el conocimiento sobre el trayecto de las arterias que irrigan el nódulo sinusal

es importante para una mejor comprensión de la fisiología cardiaca, siendo también importante desde el punto de vista quirúrgico. Estudiaron el suministro sanguíneo arterial para el área del nódulo sinusal en 309 pacientes consecutivos sometidos a cineangiografía coronariografía. De las arterias del nódulo sinusal que se originaban de la arteria coronaria derecha, la mayoría (179) se originaba proximalmente entre 1 y 3 cm del ostium aórtico, pasaba a través de la pared anteromedial del atrio derecho y penetraba en el septo atrial debajo del haz interatrial. En 87 de los 119 pacientes en los cuales la AnSA se originaba en la Cx izquierda, ésta se originaba en la porción proximal de la Cx izquierda y pasaba a través de la rama anterior del haz miocárdico interatrial y después a través del propio haz miocárdico¹⁹.

Conclusión

En nuestro estudio, la AnSA se originaba principalmente de la ACD (53%) y ACI (42,66%), y sólo en el 4,33% de los casos, la AnSA era irrigada por ambas arterias coronarias. La AnAV se originaba tanto en la ACD (72,33%) como en la

rama Cx de la ACI (27,66%). No obstante, deberían realizarse más estudios angiográficos de las arterias coronarias en razas diferentes para obtener datos conclusivos sobre el origen de la AnSA y la AnAV. Los resultados del presente estudio pueden auxiliar a los cirujanos cardíacos, sobre todo en la corrección quirúrgica de algunas valvulopatías y anomalías congénitas de las arterias coronarias.

Potencial Conflicto de Intereses

Declaro no haber conflicto de intereses pertinentes.

Fuentes de Financiación

El presente estudio no tuvo fuentes de financiación externas.

Vinculación Académica

No hay vinculación de este estudio a programas de postgrado.

Referencias

1. Hutchison MCE. A study on the atrial arteries in man. *J Anat.* 1978; 25: 39-54.
2. April WE. *Clinical anatomy.* 3rd ed. Baltimore: Williams & Wilkins; 1997. p. 275-7.
3. Yalcin B, Kirici Y, Ozan H. The sinus node artery: anatomic investigations based on injection-corrosion of 60 sheep hearts. *Interac Cardiovasc Thorac Surg.* 2004; 3: 249-53.
4. Sokolov VV, Vargin MP. Anatomy of the sinoatrial node and the supply of its vascularization in man. *Arkh Anat Gistol Embriol.* 1990; 98: 5-12.
5. Krupa U. The sinoatrial nodal artery in the human heart. *Folia Morphol (Warsz).* 1993; 52: 29-37.
6. DiDio LJ, Lopes AC, Caetano AC, Prates JC. Variations of the origin of the artery of the sinoatrial node in normal human hearts. *Surg Radiol Anat.* 1995; 17: 19-26.
7. 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.
8. Onciu M, Tuta LA, Baz R, Leonte T. Specifics of the blood supply of the sinoatrial node. *Rev Med Chir Soc Med Nat Iasi.* 2006; 110: 667-73.
9. Krupa U. The atrioventricular nodal artery in the human heart. *Folia Morphol (Warsz).* 1993; 52: G1-9.
10. Sow ML, Ndoye JM, Lô EA. The artery of the atrioventricular node: an anatomic study based on 38 injection-dissections. *Surg Radiol Anat.* 1996; 18: 183-7.
11. Arid JM, Armstrong O, Rogez JM, Robert R, Lardoux MC, Leborgne J. Arterial vascularisation of the atrioventricular node. *Surg Radiol Anat.* 2000; 22: 93-6.
12. Vieweg WV, Alpert JS, Hagan AD. Origin of the sinoatrial node and atrioventricular node arteries in right, mixed, and left inferior emphasis systems. *Cathet Cardiovasc Diagn.* 1975; 1: 361-73.
13. 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.
14. Berdajs D, Patonay L, Turina MI. The clinical anatomy of the sinus node artery. *Ann Thorac Surg.* 2003; 76:732-5.
15. Berdajs D, Kunzli A, Shurr U, Zund G, Turina MI, Genonni M. Clinical anatomy of the atrioventricular node artery. *J Heart Valve Dis.* 2006; 15: 225-9.
16. Nerantzis CE, Toutouzas P, Avgoustakis, D. The importance of the sinus node artery in the blood supply of the atrial myocardium: an anatomical study of 360 cases. *Acta Cardiol.* 1983; 38: 35-47.
17. Bokeriya LA, Mikhallin SL, Rerishvill AS. Anatomical variants of sinoatrial and atrioventricular node arteries. *Cor Vasa.* 1984; 26: 220-8.
18. Abuin G, Nieponice A. New findings on the origin of the blood supply to the atrioventricular node: clinical and surgical significance. *Text Heart Inst J.* 1998; 25: 113-7.
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.