

## Origem das Artérias dos Nós Sinotrial e Atrioventricular em População do Sul da Índia: um Estudo Angiográfico

*Origin of the Sinotrial and Atrioventricular Nodal Arteries in South Indians: An Angiographic Study*

Lakshmi Ramanathan<sup>1</sup>, Prakash Shetty<sup>2</sup>, Soubhagya R. Nayak<sup>1</sup>, Ashwin Krishnamurthy<sup>1</sup>, Ganesh K. Chettiar<sup>1</sup>, Annamalai Chockalingam<sup>3</sup>

Departamento de Anatomia - Centro de Ciências Básicas, Kasturba Medical College, Bejai, Mangalore, Karnataka<sup>1</sup>; Departamento de Anatomia - Father Muller Medical College, Father Muller Road, Kankanady, Mangalore, Índia<sup>2</sup>; Departamento de Fisiologia - Centro de Ciências Básicas, Kasturba Medical College, Bejai, Mangalore, Karnataka<sup>3</sup> - Índia

### Resumo

**Fundamento:** Estudar o suprimento arterial do sistema condutor e sua correlação com a dominância das artérias coronárias em população do sul da Índia.

**Objetivo:** Determinar angiograficamente as origens da artéria do nó sinotrial (AnSA) e artéria do nó atrioventricular (AnAV) em indianos.

**Métodos:** O estudo incluiu 300 pacientes consecutivos (114 do sexo feminino e 186 do sexo masculino; idade média, 55 anos), habitantes da região costeira ao sul da Índia, submetidos a cineangiocoronariografia devido a sintomas como dor no peito, angina pectoris ou teste ergométrico positivo. As angiografias incluíram ambas as artérias coronárias (direita e esquerda) em posição oblíqua anterior direita e esquerda. A origem da AnSA e AnAV a partir das artérias coronárias foi observada e correlacionada à dominância arterial.

**Resultados:** O nó SA (sinotrial) recebeu suprimento pela artéria coronária direita (ACD) em 53% dos casos, pelo ramo circunflexo (Cx) da artéria coronária esquerda (ACE) em 42,66% dos casos, e em 4,33% dos casos esse nó foi irrigado por ambas as artérias coronárias. O nó AV (atrioventricular) também recebeu suprimento sanguíneo com mais frequência da ACD (72,33% dos casos) do que do ramo Cx da ACE (27,66%). Surpreendentemente, em nenhum caso este nó recebeu suprimento de ambas as artérias coronárias.

**Conclusão:** Os resultados do presente estudo podem auxiliar os cirurgiões cardíacos, sobretudo em cirurgias relacionadas a valvopatias, devido à franca proximidade entre os ramos nodais e o complexo valvar. (Arq Bras Cardiol 2009;92(5):342-348)

**Palavras-chave:** Artérias coronárias, nó sinotrial, nó atrioventricular, angiografia.

### Summary

**Background:** To study the arterial supply of the conducting system and its correlation with the dominance of the coronary arteries in the South Indian population.

**Objective:** To determine angiographically the origins of the sinotrial nodal artery (SA<sub>n</sub>) and atrioventricular nodal artery (AV<sub>n</sub>) in Indians.

**Methods:** The study included 300 consecutive patients (114 females, 186 males; mean age, 55 years) living in the southern coastal region of India, who underwent coronary angiography either for the symptoms of chest pain, angina pectoris or positive Treadmill Test. The angiograms contained both coronary arteries (right and left) in the right and left anterior oblique position. The origin of SA<sub>n</sub> and AV<sub>n</sub> from the coronary arteries was observed and correlated with the arterial dominance.

**Results:** The SA (sinotrial) node was supplied by the right coronary artery (RCA) in 53% of the cases, by the circumflex (Cx) branch of left coronary artery (LCA) in 42.66%, and by both coronary arteries in 4.33% of cases. The AV (atrioventricular) node was also more often supplied by the RCA (72.33% of cases) than by the Cx branch of the LCA (27.66%), and surprisingly in none of the cases was this node supplied by both coronary arteries.

**Conclusion:** The results of the present study may help cardiac surgeons, particularly in surgeries related to certain valvular disorders, due to the proximity of the nodal branches to the valve complex. (Arq Bras Cardiol 2009;92(5):314-319)

**Key words:** Coronary vessels; sinotrial node; atrioventricular node; angiography.

Full texts in English - <http://www.arquivosonline.com.br>

Correspondência: Soubhagya R. Nayak •

Department of Anatomy, Centre for Basic Sciences, Kasturba Medical College, Bejai, Mangalore, 575004, Karnataka - Índia  
E-mail: ranjanbhatana@gmail.com

Artigo recebido em 02/01/08; revisado e recebido em 14/03/08; aceito em 14/03/08.

### Introdução

Os ramos atriais anteriores da ACD estão dispostos nos grupos anterior, lateral e posterior para suprir sangue às superfícies correspondentes do átrio direito. Um importante ramo atrial é o ramo do nó sinoatrial que é normalmente o segundo ramo da ACD e aporta sangue ao nó SA em 65% dos casos. Nos outros 35%, o nó SA é irrigado por um ramo da Cx da ACE<sup>1</sup>. Conforme April, a AnSA também se origina da artéria de Kugel (a artéria de Kugel é um ramo anastomótico formado quando um ramo atrial da circunflexa se comunica com o ramo similar da artéria coronária direita)<sup>2</sup>. O suprimento arterial do nó AV originou-se em 80% dos casos na ACD, no sulco atrioventricular posterior em um ponto pouco além da origem da artéria interventricular posterior. Em 20% dos casos o nó AV originou-se na parte terminal da Cx na cruz do coração<sup>1</sup>. O estudo do suprimento arterial do nó SA aumentaria o conhecimento clínico e melhoraria os procedimentos cirúrgicos e métodos dos exames e tratamentos cardiológicos. As precauções adequadas devem ser adotadas para preservar o principal suprimento de sangue arterial para o nó SA durante a cirurgia<sup>3</sup>.

Sokolov e Vargin<sup>4</sup>, Krupa<sup>5</sup>, DiDio e cols.<sup>6</sup>, Sow e cols.<sup>7</sup> e Onciu e cols.<sup>8</sup> estudaram a origem da AnSA. Krupa<sup>9</sup>, Sow e cols.<sup>10</sup> e Arid e cols.<sup>11</sup> estudaram a origem da AnAV. Hutchinson<sup>1</sup>, Vieweg e cols.<sup>12</sup> e Futami e cols.<sup>13</sup> estudaram a origem tanto da AnSA quanto da AnAV. Este trabalho estudou a origem de ambas, a AnSA e a AnAV, e também a dominância coronariana com o auxílio de cineangiocoronariografia.

O objetivo deste estudo foi identificar a origem da AnSA e AnAV a partir de diferentes artérias coronárias e determinar a correlação entre ambas essas artérias com a artéria dominante. Neste estudo, optou-se pelo exame angiográfico das artérias coronárias como método de estudo por ser o mais utilizado no contexto clínico atualmente, e pelo fato de esse estudo ter maior significado clínico do que estudos feitos em corações de cadáveres.

### Métodos

O presente estudo incluiu 300 pacientes consecutivos (114 do sexo feminino, 186 do sexo masculino; idade média, 55 anos), habitantes da região costeira do sul da Índia, submetidos a cineangiocoronariografia em decorrência de sintomas como dor no peito, angina *pectoris* ou teste ergométrico positivo realizado no Kasturba Medical College, Mangalore, Índia. As cineangiocoronariografias selecionadas foram gravadas em CDs, e foram posteriormente estudadas utilizando o Cardiac SoftView (um programa de software para leitura da coronariografia). As angiografias incluíram ambas as artérias coronárias (direita e esquerda) em diversas projeções, mas, para a visualização da AnAV e da AnSA de qualquer das duas artérias coronárias, as projeções utilizadas neste estudo foram a projeção oblíqua anterior esquerda para a artéria coronária direita e a projeção oblíqua anterior direita para a artéria coronária esquerda. A AnSA, quando se origina da ACD, pode ser reconhecida por ser o segundo ramo desta após o cone arterial que tem trajeto dorsal e se estende sobre a porção superior do septo atrial, terminando na região do *ostium* da veia cava superior depois de arquear-se lateralmente

em frente a esta. Quando o suprimento da AnSA vem do ramo circunflexo da ACE, a AnSA passa à direita sobre a artéria esquerda e chega ao nó SA após circundar a veia cava superior.

A AnAV geralmente é visualizada como um ramo da artéria dominante. A artéria é visualizada originando-se na cruz, e é considerada um ramo da primeira artéria interventricular posterior, o que é coerente com o U invertido observado na cruz no caso da ACD e uma curva suave observada na cruz no caso do ramo circunflexo da artéria coronária esquerda.

Os seguintes parâmetros foram selecionados para o estudo:

I) Origem da artéria interventricular posterior para determinar a dominância coronariana.

II) A origem da AnSA e AnAV a partir das artérias coronárias.

III) A origem das artérias dos nós foi então correlacionada à dominância

Esses parâmetros foram então tabulados e analisados.

### Resultados

No presente estudo, 161 (53,66%) dos 300 pacientes tinham um sistema arterial com dominância da artéria coronária direita (a artéria descendente posterior originava-se da artéria coronária direita); 67 (22,33%) tinham um sistema arterial com dominância da coronária esquerda (a artéria descendente posterior originava-se da circunflexa esquerda); e em 72 (24%) observou-se co-dominância. O nó SA recebia suprimento da ACD [Fig. 1] mais frequentemente (53% dos casos) do que do ramo Cx da ACE [Fig. 2] (42,66%), e em 4,33% dos casos esse nó recebia irrigação de ambas as artérias coronárias. O nó AV recebia irrigação da ACD (72,33% dos casos) [Fig. 3], mais do que do ramo Cx da ACE (27,66%) [Fig. 4], e surpreendentemente, em nenhum dos casos esse nó era irrigado por ambas as artérias coronárias [Tabela 1]. Observou-se que (i) em 35% dos casos, tanto a artéria do nó SA quanto a do nó AV originavam-se da ACD; (ii) em 11% dos casos, tanto a artéria do nó SA quanto do AV originavam-se do ramo Cx da ACE; (iii) em 54% dos casos tanto a artéria do nó SA quanto a do nó AV originavam-se de diferentes artérias coronárias [Tabela 2]. A artéria do nó AV era um ramo da artéria dominante em 71,66% dos casos [Tabela 3], se comparada à artéria do nó SA, que era um ramo da artéria dominante em apenas 36% dos casos [Tabela 4]. A fonte do suprimento arterial dos nós SA e AV, conforme observado por vários autores e também no presente estudo, encontra-se tabulada na Tabela 5.

### Discussão

Hutchinson observou que em 50% dos corações, tanto o nó SA quanto o nó AV eram irrigados por ramos da artéria coronária direita. Em 7% ambos eram irrigados pela artéria coronária esquerda<sup>1</sup>.

A adensa das artérias coronárias é anatomicamente considerada como uma artéria importante, pois é utilizada como marco para identificar o nó SA, tendo também

**Tabela 1 - Artérias de onde se originam os ramos do nó SA e do nó AV**

Artéria coronária/ramos	Nº de AnSA originando-se de	Nº de AnAV originado-se 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 - sinoatrial, AV - atrioventricular, AnSA - artéria do nó sinoatrial, AnAV - artéria do nó atrioventricular, ACD - artéria coronária direita, Cx - artéria circunflexa.

**Tabela 2 - Irrigação arterial para o nó SA e o nó AV**

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

SA - Sinoatrial, AV - Atrioventricular, ACD - artéria coronária direita, Cx - artéria circunflexa.

**Tabela 3 - Relação entre irrigação do nó AV e dominância**

Irrigação do nó AV em caso de	A partir da ACD	A partir da Cx
Dominância da direita	156	4
Dominância da esquerda	7	59
Co-dominância	54	20

AV - arterioventricular, AnAV - artéria do nó arterioventricular.

**Tabela 4 - Relação entre irrigação do nó SA e dominância**

AnSA em caso de	A partir da ACD	A partir da Cx	A partir da ACD-Cx
Dominância da direita	81	75	8
Dominância da esquerda	43	25	-
Co-dominância	35	28	5

SA - sinoatrial, AnSA - artéria do nó sinoatrial.

importância clínica. Berdajs e cols.<sup>14</sup> afirmaram que a AnSA cruza a borda posterior superior do septo interatrial em 54% dos casos. A partir desses dados, concluíram que é alto o risco de dano intra-operatório à artéria do nó sinoatrial durante a incisão transseptal superior para abordagem da valva mitral<sup>14</sup>. Berdajs et al.<sup>15</sup> estudaram a AnAV por meio de coronariografia, e observaram que a AnSA originava-se da ACD em 73% dos casos examinados, e da ACE em 27% dos casos. A AnAV esquerda estava estreitamente relacionada à inserção da valva mitral, sobretudo na área da parte proximal esquerda do folheto posterior. Ao comparar seus dados com os dados disponíveis na literatura, eles afirmaram haver alto

risco de dano intra-operatório à AnAV esquerda durante a manipulação do ânulo fibroso da valva mitral<sup>15</sup>. No presente estudo, em apenas 27,66% dos casos a AnAV originava-se da ACE. Além de ser um excelente indicador da posição do nó sinoatrial, o tópicus investigado requer estudos ulteriores em vista de sua aplicação na cirurgia cardíaca<sup>3</sup>.

Nerantzis e cols.<sup>16</sup> observaram que a AnSA tinha importante papel no suprimento sanguíneo para o miocárdio atrial e para o septo atrial na maioria dos casos (59%). Em 37% dos casos, o vaso que supria o nó SA não era a principal continuação da artéria do nó SA. Em 22% dos casos, a AnSA supria todo o miocárdio atrial e em 19% dos casos a AnSA irrigava o átrio direito e parte do septo atrial<sup>16</sup>.

Estudo realizado por Bokeriya e cols.<sup>17</sup> sobre as variantes da AnSA e da AnAV demonstrou haver 14 diferentes variantes da AnSA no que tange às suas conexões com o sulco atrial anterior e com os orifícios da veia cava superior, tendo identificado também seis variantes da AnAV no que concerne às suas conexões com o septo interventricular. A importância dessas variantes foi enfatizada, pois qualquer cirurgia nessas artérias poderia traumatizar as estruturas próximas<sup>17</sup>.

Krupa<sup>5</sup> publicou um estudo sobre a AnSA em corações humanos, tendo observado que a AnSA originava-se sob a forma de ramo atrial anterior, intermediário e posterior tanto da ACD quanto da ACE. Em 51,7% dos corações examinados, a AnSA forma um círculo arterial na base da veia cava superior<sup>5</sup>. A AnSA com origem na porção proximal do tronco da ACE foi menos freqüente, (12%±3,2) do que a origem na Cx (30%±4,5), e a origem da AnSA não estava relacionada a sexo ou raça<sup>6</sup>.

A artéria do nó SA foi estudada por Sow e cols.<sup>7</sup> por dissecação por meio de injeção e observou-se que era única em 88,89% dos casos e dupla em 11,11%, e a artéria de origem não foi influenciada pela dominância coronária. Mas no presente estudo, em 71,66% dos casos, a AnAV era ramo da artéria dominante. Quando se originava na ACD, o trajeto da AnSA variava em termos do sítio de origem – a artéria atrial ou um de seus ramos colaterais. Quando se originava na Cx, seu trajeto era relativamente uniforme. Esses achados representam especial importância durante alguns estágios de cirurgias cardíacas como atriotomias, correção cirúrgica de valvopatias e anomalias congênitas que expõem a AnSA<sup>7</sup>. A origem da AnSA localizada em ambas as artérias coronárias em nosso caso (4.33%) foi mais baixa do que no estudo realizado por Futami e cols.<sup>13</sup>, mas a origem da AnAV na ACD observada no estudo de Futami e cols.<sup>13</sup> é bastante similar à encontrada no presente estudo (72,33%). Nem mesmo em um único caso foi encontrada AnAV originando-se em ambas as artérias coronárias em nosso estudo, enquanto no estudo de Futami et al. isso ocorreu em 10% dos casos<sup>13</sup>.

Sokolov e Vargin<sup>4</sup> investigaram 60 preparações de coração para verificar a variação na AnSA. Eles afirmam que grandes ramos atriais da ACD ou ACE geralmente irrigam o nó SA e demonstram algumas variações no sítio de origem, quer na ACD ou na ACE. A AnSA pode originar-se nos ramos atriais posterior direito ou intermediário direito. A variante da ACE pode originar-se dos ramos atrial intermediário esquerdo, posterior esquerdo ou anterior esquerdo<sup>4</sup>. Abuin e Nieponice<sup>18</sup> estudaram

Tabela 5 - Suprimento arterial dos nós SA & AV conforme observado por diversos autores

Autores / Referência Nº.	Suprimento arterial do nó SA por (%)			Suprimento arterial do nó AV por (%)		
	ACD	ACE	ACD & ACE	ACD	ACE	ACD & ACE
Berdaj et. al. <sup>14</sup>	66%	34%	–	–	–	–
Berdaj et. al. <sup>15</sup>	–	–	–	73%	27%	–
Didio et. al. <sup>6</sup>	58%±4,9%	42%±4,9%	–	–	–	–
Futami et al <sup>13</sup>	73 %	3%	23%	80%	10%	10%
Hutchinson <sup>1</sup>	47%	27%	--	80%	–	–
Krupa <sup>9</sup>	–	–	–	90%	10%	–
Kyriakidis et al <sup>19</sup>	59 %	38 %	3%	-	-	-
Sow et al <sup>7</sup>	64,45 %	24,44%	-	-	-	-
<b>Este estudo</b>	53%	42,66%	4,33%	72,33%	27,66%	-

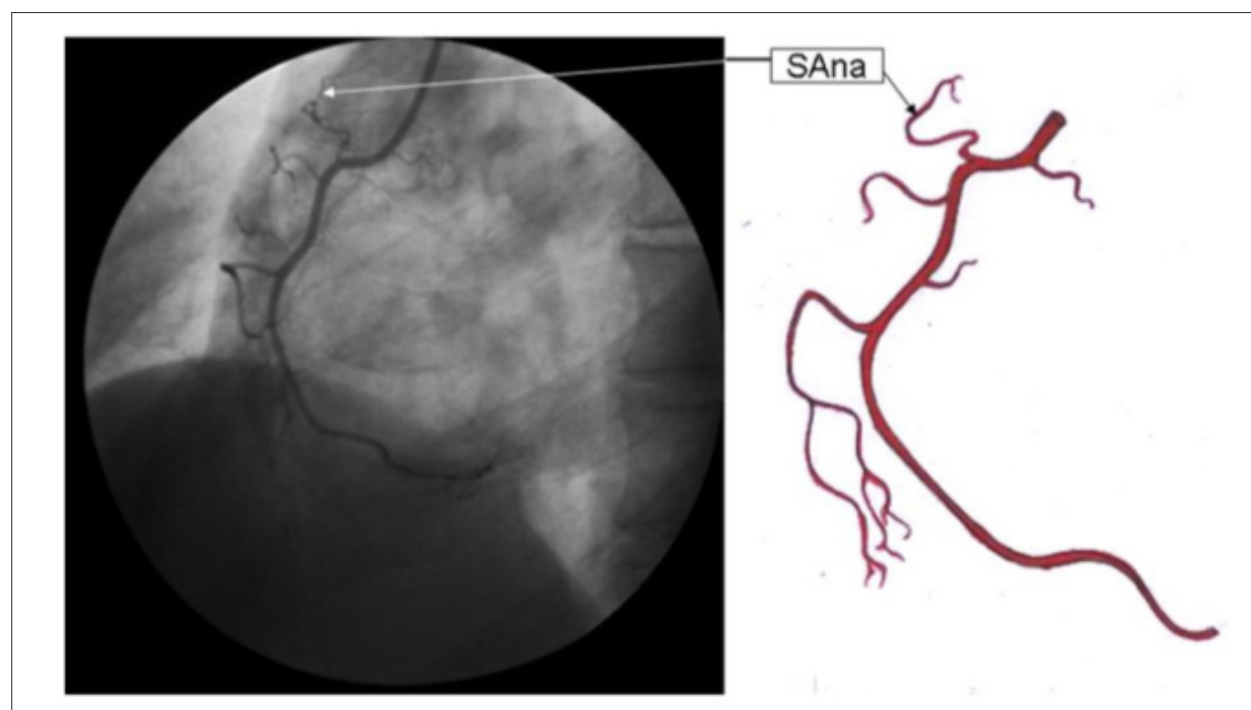
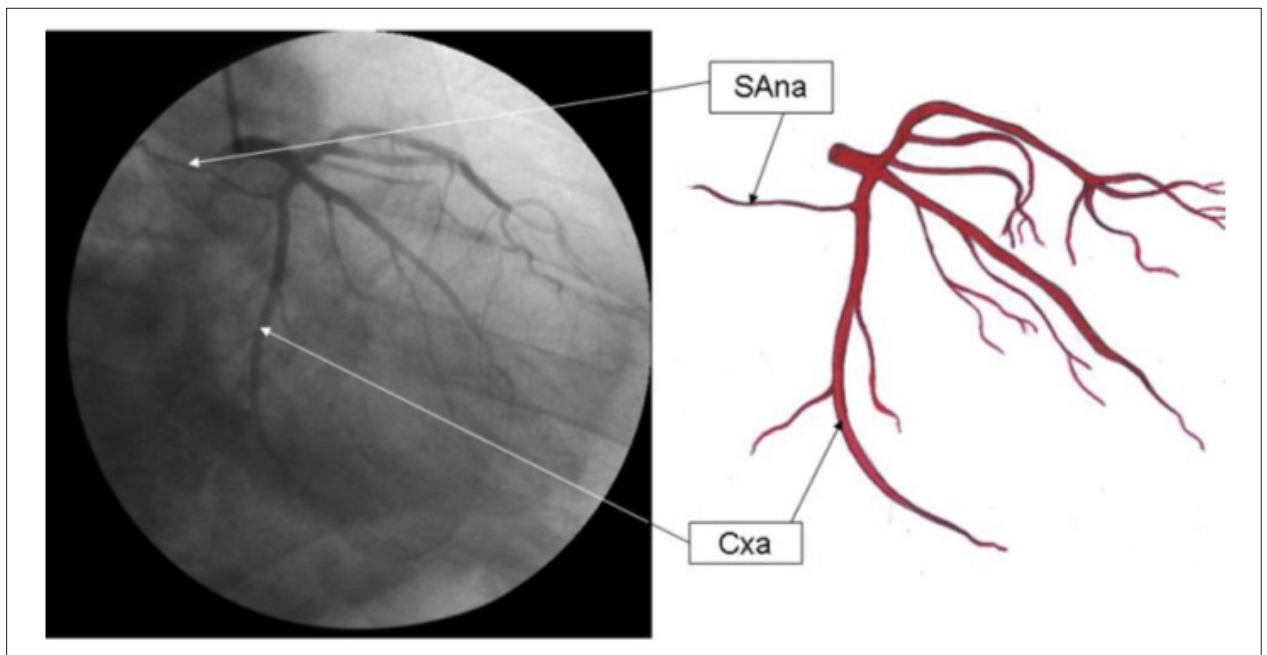


Fig. 1 - Artéria coronária direita na posição oblíqua anterior esquerda, mostrando o ramo do nó sinoatrial. SAna, artéria do nó sinoatrial.

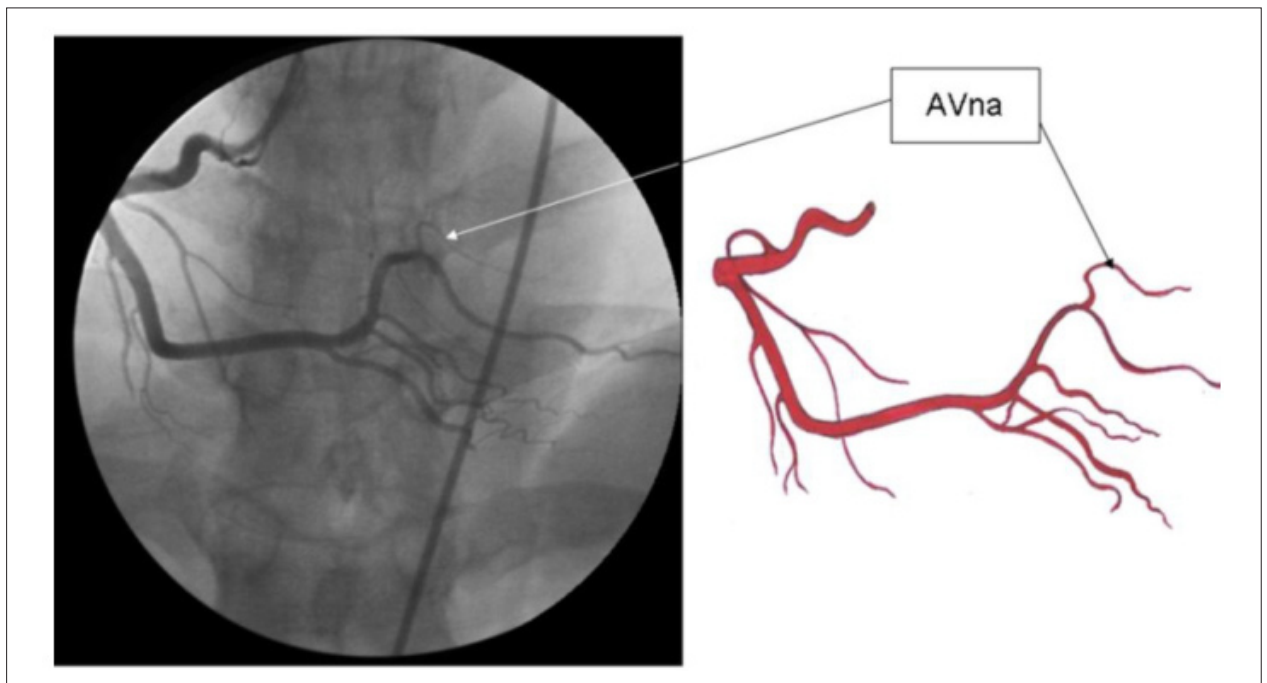
a origem da AnAV em 20 corações. Observaram que em 40% deles, a artéria de Kugel irrigava o nó AV. A artéria descendente superior direita irrigava o nó AV em 70% dos casos. Esses achados podem ter importante significado tanto na cardiologia clínica quanto nas cirurgias cardiovasculares<sup>18</sup>. Arid e cols.<sup>11</sup> estudaram as características anatômicas da principal fonte arterial do nó AV de 40 corações por meio de diversas técnicas anatômicas e radiológicas, mas só obtiveram resultados para 23 deles, e concluíram que a mais frequente fonte atrial de irrigação do nó AV (21/23) é a ACD, mas diversas variantes em termos de origem e topografia foram encontradas<sup>11</sup>.

Kyriakidis e cols.<sup>19</sup> mencionaram que o conhecimento sobre o trajeto das artérias que irrigam o nó sinusal é

importante para uma melhor compreensão da fisiologia cardíaca, sendo também importante do ponto de vista cirúrgico. Estudaram o suprimento sanguíneo arterial para a área do nó sinusal em 309 pacientes consecutivos submetidos à cineangiocoronariografia. Das artérias do nó sinusal que se originavam da artéria coronária direita, a maioria (179) originava-se proximalmente entre 1 e 3 cm do óstio aórtico, passava através da parede ântero-medial do átrio direito e penetrava no septo atrial abaixo do feixe interatrial. Em 87 dos 119 pacientes nos quais a AnSA originava-se na Cx esquerda, ela se originava na porção proximal da Cx esquerda e passava através do ramo anterior do feixe miocárdico interatrial e depois através do próprio feixe miocárdico<sup>19</sup>.



**Fig. 2 -** Artéria coronária esquerda na posição oblíqua anterior direita mostrando o ramo do nó sinoatrial da artéria circunflexa; SAa - artéria do nó sinoatrial; Cxa - artéria circunflexa.



**Fig. 3 -** Artéria coronária direita na posição oblíqua anterior esquerda, mostrando o ramo do nó atrioventricular; AVna - artéria do nó atrioventricular.

## Conclusão

Em nosso estudo, a AnSA originava-se principalmente da ACD (53%) e ACE (42,66%), e em apenas 4,33% dos casos, a AnSA era irrigada por ambas as artérias coronárias. A AnAV originava-se tanto na ACD (72,33%) quanto no ramo Cx da

ACE (27,66%). Entretanto, mais estudos angiográficos de artérias coronárias deveriam ser feitos em raças diferentes para obter dados conclusivos sobre a origem da AnSA e AnAV. Os resultados do presente estudo podem auxiliar os cirurgiões cardíacos, sobretudo na correção cirúrgica de algumas valvopatias e anomalias congênitas das artérias coronárias.



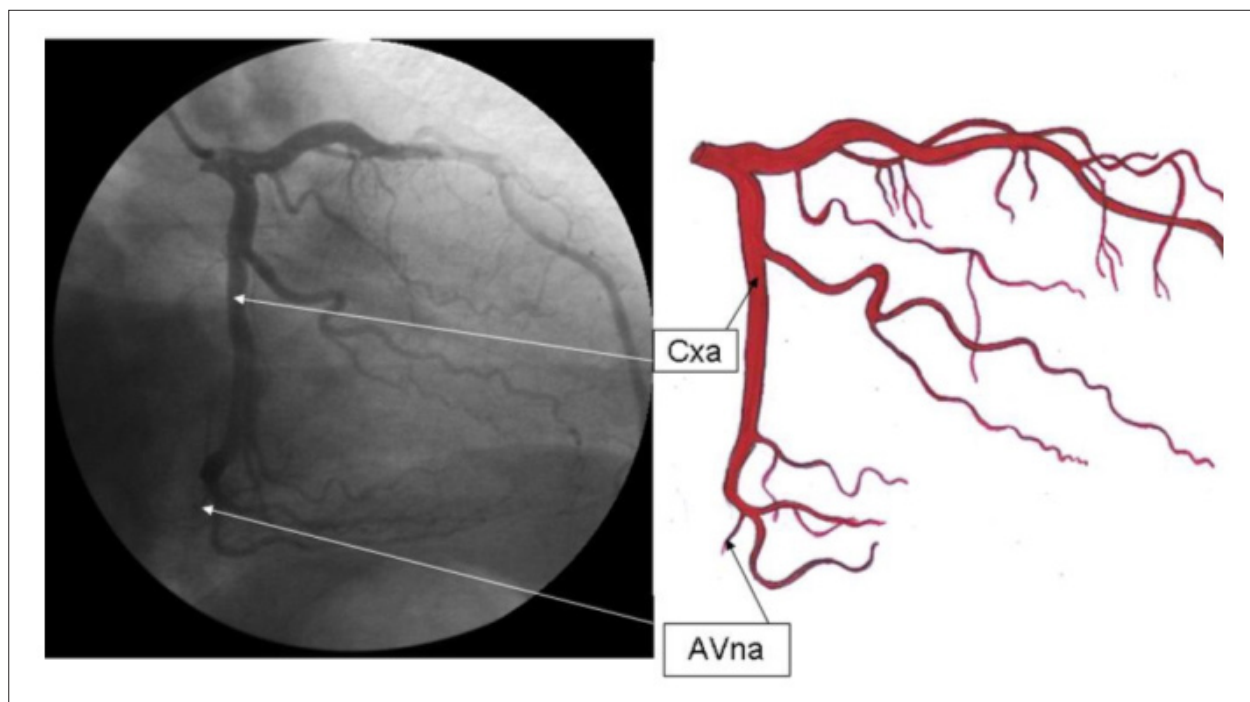


Fig. 4 - Artéria coronária esquerda na posição oblíqua anterior direita mostrando artéria atrioventricular a partir da artéria circunflexa; AVna - artéria do nó atrioventricular; Cxa - artéria circunflexa.

#### Potencial Conflito de Interesses

Declaro não haver conflito de interesses pertinentes.

#### Fontes de Financiamento

O presente estudo não teve fontes de financiamento

externas.

#### Vinculação Acadêmica

Não há vinculação deste estudo a programas de pós-graduação.

## Referências

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.