

Gabriel Silva Rezende FREITAS¹,
Letícia Oliveira de CARVALHO¹,
Isis Parreira NEVES²

1 - Acadêmico(a) do Curso de Graduação em
Odontologia do Centro Universitário de Goiatuba
(UniCerrado), Goiatuba (GO), Brasil

2 - Acadêmico(a) do Curso de Graduação em
Medicina do Centro Universitário de Goiatuba
(UniCerrado), Goiatuba (GO), Brasil

Autor de Correspondência

Gabriel S. R. Freitas
gabriel.s.r.freitas@alunos.unicerrado.edu.br

TRIFURCAÇÃO DA ARTÉRIA CORONÁRIA ESQUERDA E SUA RELAÇÃO COM EVENTOS ISQUÊMICOS E ATEROSCLEROSE: REVISÃO DE LITERATURA (2019 - 2024)

*Left Coronary Artery Trifurcation and Its Association with
Ischemic Events and Atherosclerosis: Literature Review
(2019–2024)*

RESUMO

Estudos indicam uma inter-relação entre artérias coronárias do tipo trifurcada a eventos como aterosclerose e isquemia. A trifurcação da artéria coronária esquerda (ACE) representa uma variação anatômica presente em cerca de 20% da população e pode estar associada ao aumento do risco de eventos isquêmicos, devido a alterações no fluxo sanguíneo, em decorrência da morfologia apresentada dos vasos. Este estudo objetiva investigar a relação entre a presença de um terceiro vaso na ACE a aterosclerose e eventos isquêmicos. Trata-se de uma revisão sistemática de literatura, realizada nas bases de dados PubMed e Science Direct, no idioma inglês, entre os anos de 2019 a 2024. Após o processo de seleção, quatro estudos foram selecionados. Os estudos evidenciaram que características morfológicas como, fatores geométricos, como angulação e curvatura dos ramos da ACE, têm maior impacto na progressão da aterosclerose e eventos isquêmicos, do que a trifurcação em si. Destacando a importância de considerar características anatômicas e hemodinâmicas no diagnóstico e manejo de doenças cardiovasculares.

Palavras-chave: Trifurcação da artéria coronária esquerda; Aterosclerose; Doença arterial coronariana.

ABSTRACT

Studies indicate an interrelationship between trifurcated coronary arteries and events such as atherosclerosis and ischemia. Trifurcation of the left coronary artery (LCA) represents an anatomical variation present in approximately 20% of the population and may be associated with an increased risk of ischemic events, due to changes in blood flow, due to the morphology of the vessels. This study aims to investigate the relationship between the presence of a third vessel in ACE, atherosclerosis and ischemic events. This is a systematic literature review, carried out in the PubMed and Science Direct databases, in the English language, between the years 2019 and 2024. After the selection process, four studies were selected. Studies have shown that morphological characteristics, such as geometric factors, such as angulation and curvature of the ACE branches, have a greater impact on the progression of atherosclerosis and ischemic events than the trifurcation itself. Highlighting the importance of considering anatomical and hemodynamic characteristics in the diagnosis and management of cardiovascular diseases.

Keywords: Left main coronary artery trifurcation; Atherosclerosis; Coronary artery disease.

INTRODUÇÃO

A coração tem como principal fonte de irrigação as artérias coronárias. Estas, consistem em uma grande quantidade de ramos que distribuem-se ao longo do coração, fornecendo a manutenção do débito cardíaco. São as primeiras artérias a emergir da porção ascendente da aorta, logo após sua saída do coração, “coroando-o”. Sua função é estabelecer o fornecimento de sangue mais rico em oxigênio, atendendo às altas demandas metabólicas do órgão. Vale ressaltar que estas quando comprometidas de alguma maneira, podem culminar em doenças arteriais coronarianas¹⁻².

A doença arterial coronariana (DAC), representa um sério problema de saúde pública e global devido a sua elevada mortalidade e morbidade, corresponde também a uma das principais manifestações das doenças cardiovasculares. É caracterizada pela obstrução e estreitamento das artérias coronárias, geralmente devido à aterosclerose, comprometendo o fluxo sanguíneo para o coração, podendo resultar em isquemia miocárdica, angina ou infarto agudo do miocárdio. Mesmo com os avanços tecnológicos e científicos que têm contribuído para melhorias no diagnóstico, tratamento e prognóstico das DAC, o índice de prevalência e a mortalidade permanecem elevados, especialmente em populações menos favorecida².

No corpo humano, há duas artérias coronárias, a direita e a esquerda, onde os trajetos de formato padronizado originam-se nos seios aórticos esquerdo e direito, respectivamente. Essas artérias, percorrem o sulco coronário e ramificam-se para fornecer a irrigação dos átrios e ventrículos do coração³.

Como padrão mais comum da ramificação da artéria coronária esquerda (ACE), há o padrão bifurcado, que divide em dois ramos principais: artéria descendente anterior (ou intraventricular anterior) e a artéria circunflexa. Ainda assim, existem variações anatômicas, que descrevem diferentes padrões de ramificação dessa artéria. O padrão trifurcado, representa o segundo padrão mais frequente, sendo composto, por um terceiro ramo, geralmente denominado ramo

intermediário (ou artéria diagonal). Além disso, existem relatos de variações em que a artéria se ramifica em até quatro ou cinco ramos³⁻⁴.

A prevalência de anomalias é notadamente maior na artéria coronária esquerda (ACE) do que na artéria coronária direita (ACD), o que levanta hipóteses consideráveis. Por isso, o estudo acerca das variações anatômicas da ACE é largamente debatido, pois um maior entendimento dessas variações proporciona mais segurança tanto nos atendimentos quanto nas intervenções relacionadas ao tratamento³⁻⁵.

Um achado importante sobre a trifurcação da ACE está no fato de alguns autores estabelecerem uma relação com as doenças arteriais coronarianas, com chance aumentada do risco de desenvolvimento de aterosclerose e eventos isquêmicos (angina e infarto agudo do miocárdio)^{1-3,5}.

Um dado que merece destaque sobre a trifurcação da ACE, está no fato de alguns autores há relacionarem com as doenças arteriais coronarianas, estabelecendo uma chance elevada do risco de desenvolvimento de aterosclerose e eventos isquêmicos (angina e infarto agudo do miocárdio)^{1-3,5}.

Este estudo apresenta como objetivo, mediante uma revisão sistemática da literatura, analisar os estudos mais recentes que exploram a associação entre a trifurcação da artéria coronária esquerda e alterações como aterosclerose e eventos isquêmicos, buscando identificar possíveis implicações clínicas dessas variações anatômicas para o diagnóstico, manejo e prevenção de doenças cardiovasculares.

METODOLOGIA

A presente revisão sistemática, de origem quantitativa foi conduzida de acordo com a lista de recomendações *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA, 2020)⁶.

A presente revisão sistemática por meio das bases de dados eletrônicas, PubMed e Science Direct, estabelecendo como data inicial o ano de 2019 e o período final, o ano de 2024 (obtendo um intervalo de cinco anos), com o objetivo de obtenção de informações mais atuais sobre os assuntos. Como critérios de inclusão estabeleceram a seleção de estudos apenas no idioma inglês, e quanto aos tipos de estudo, estudos observacionais, clínicos (em humanos), relatos de caso /ou experiência (em humanos), estudo que aborde relação da variação anatômica a aterosclerose e eventos isquêmicos. Para os critérios de exclusão, estudos do tipo revisão de literatura (sistemática, narrativa e integrativa), artigos de opinião, editoriais, cartas e estudos experimentais em animais.

Os descritores e palavras-chave foram criteriosamente estabelecidos com base no assunto, no idioma inglês, sendo esses utilizados em ambas as bases de dados, e realizando ajustes conforme a singularidade de cada base de dados escolhida, conforme a Tabela 1.

Tabela 1. Estratégia de Busca - PubMed e Science Direct.

Bloco 1 - Palavras-Chave	“Left Coronary Artery Trifurcation”; “Atherosclerosis”; “Myocardial Ischemia”
Bloco 2 - PubMed	“Left Coronary Artery Trifurcation AND Atherosclerosis AND Myocardial Ischemia”
Bloco 3 – Science Direct	Left Coronary Artery Trifurcation AND Atherosclerosis AND Myocardial Ischemia

Fonte: Os Autores

O processo inicial de seleção dos estudos foi realizado por um único avaliador. As informações obtidas a partir das bases de dados foram salvas em arquivo PDF e salvas em uma pasta virtual, para o processo de seleção das referências. Inicialmente realizou-se identificação e exclusão das literaturas duplicadas, em sequência procedeu-se para leitura do título e logo após isso, a leitura do resumo. Foram desconsiderados todos aqueles estudos que não atendiam aos critérios de inclusão supracitados. Os textos considerados de maior relevância, isso é, aqueles que atendiam aos critérios de inclusão foram elencados para leitura na íntegra. Quanto a seleção as referências para leitura na íntegra, essa fase do processo foi realizada por dois autores, onde, em casos de discordância foi consultado um terceiro avaliador para decidir sobre a elegibilidade do estudo. A Figura 1, demonstra todo o processo de seleção e exclusão realizado baseado no método PRISMA⁶.

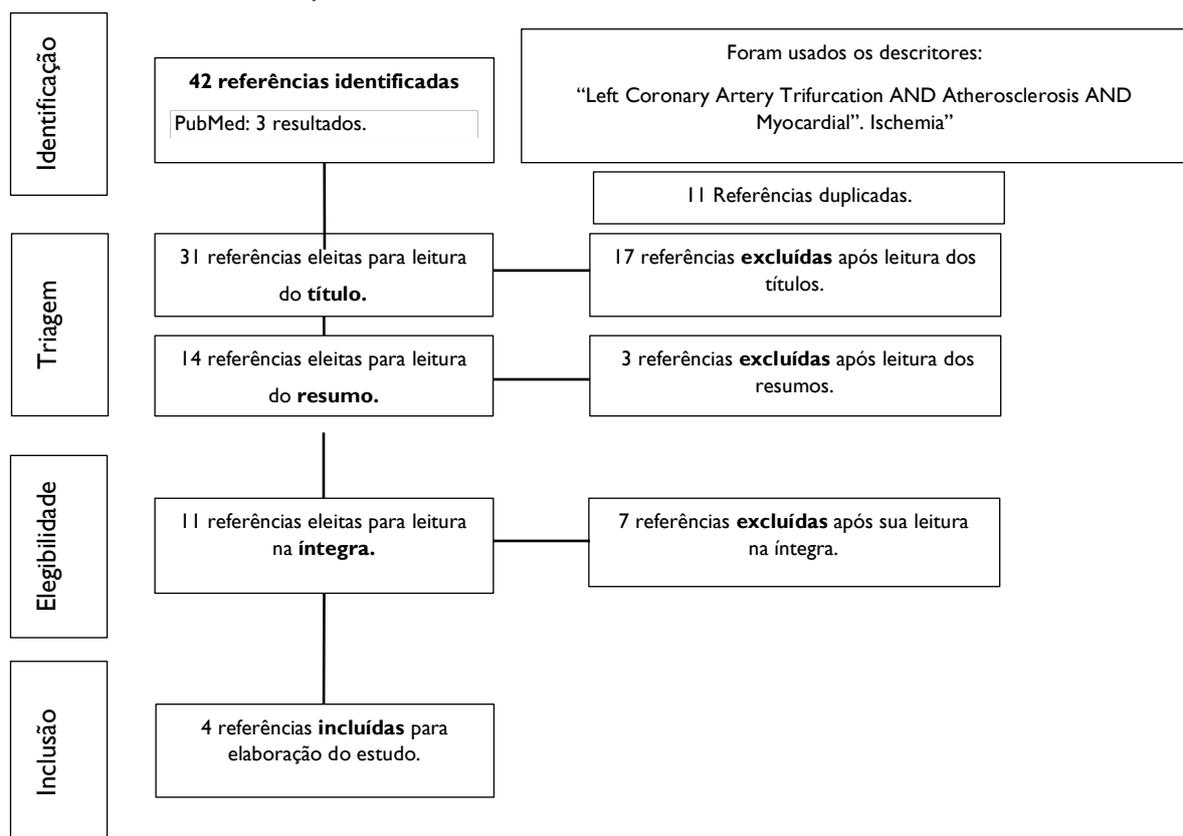


Figura 1. Organograma referente ao processo de seleção dos artigos para a revisão sistemática da literatura.

RESULTADOS

A princípio foram encontrados 42 estudos, destes, 3 da base de dados PubMed e 39 do Science Direct. Após a aplicação dos critérios de inclusão estabelecidos, 11 referências foram excluídas por não se adequarem aos requisitos impostos, resultando em 31 estudos selecionados para análise inicial. Nessa parte, todos os integrantes do grupo realizaram a leitura dos títulos e dos resumos, respectivamente. Como resultado, 20 estudos foram descartados por não se adequarem aos objetivos da revisão e os critérios de inclusão.

Subsequentemente, 11 estudos foram selecionados para realização de leitura na íntegra, a qual foi realizada por todos os revisores do grupo. Nessa etapa, 7 referências foram descartadas, por não apresentarem correlação entre a presença da trifurcação da artéria coronária esquerda, a aterosclerose e eventos isquêmicos. Como resultado, apenas 4 artigos atenderam a todos os critérios de elegibilidade, sendo estes, inclusos na revisão. Esses estudos foram sintetizados e estão disponíveis na Tabela 2, organizada com as principais características e achados de cada artigo, contribuindo para compreensão do tema abordado.

Tabela 2 - Síntese geral dos estudos incluídos na revisão.

Primeiro Autor / Ano	Apresentação do Estudo
François Dérimey / 2021	O estudo analisa a geometria fractal das bifurcações coronárias, destacando sua relação com aterosclerose e isquemia, ao explorar os mecanismos hemodinâmicos e estruturais relevantes para a prática clínica.
Monika Czaja-Ziółkowska / 2022	O estudo avalia a relação entre a angulação da trifurcação do tronco coronário esquerdo e a aterosclerose, destacando que ângulos amplos estão ligados a maiores escores de cálcio e calcificações precoces, sugerindo seu papel como fator de risco e marcador prognóstico em doenças coronárias.
Aleksan Khachatryan / 2024	O estudo analisa o ramo intermediário (RI) em doenças coronárias, destacando seu papel dual: eleva o risco de aterosclerose em trifurcações, mas pode funcionar como via colateral em oclusões, com implicações prognósticas ainda debatidas.
Md Foysal Rabbi / 2020	O estudo usa modelagem computacional para avaliar como variações geométricas afetam a hemodinâmica arterial em bifurcações e trifurcações. Resultados mostram que ângulos de ramificação impactam áreas de hemodinâmica adversa, com destaque para helicidade como fator crucial na progressão da doença coronária.

Fonte: Os Autores

A variação anatômica das artérias coronárias esquerdas (ACE), sejam elas bifurcadas ou trifurcadas, tem sido associada ao risco de eventos isquêmicos. No entanto, essa relação está mais diretamente associada ao diâmetro dessas artérias e à massa miocárdica irrigada por elas. Estudos indicam que a real importância está na curvatura e espessura dos vasos e não na variação anatômica trifurcada unicamente. Fatores como a distribuição e as especificidades hemodinâmicas das bifurcações, assim como a curvatura vascular, podem culminar em perturbações no fluxo sanguíneo, estabelecendo condições propícias para aterogênese, como a formação de placas e o desenvolvimento de estenoses localizadas. Demonstrando que apenas a presença de uma ramificação “extra” (como no caso das trifurcações) não é o único fator capaz de propiciar o desenvolvimento de alterações cardíacas⁷.

O ângulo de bifurcação mais amplo entre o ramo descendente anterior esquerdo e o ramo circunflexo esquerdo está associado ao desenvolvimento de aterosclerose coronária. Os dados indicam que o ângulo de trifurcação da ACE, constitui um fator de risco geométrico importante para casos de aterosclerose, com impacto significativo no início da calcificação coronária. Ademais, ficou esclarecido que quanto maior o ângulo da trifurcação, mais precoce tende a ser o processo de calcificação das placas ateroscleróticas⁸.

O terceiro ramo, comumente denominado de intermediário (ramo da ACE), apresenta um risco de formação de placa aterosclerótica, na artéria coronária principal e descendente esquerdas, por conta da localização, promovendo um ponto de reduzido estresse e cisalhamento endotelial. Porém, quando em circunstância, como a presença de trifurcação, temos a presença de um ramo e consequentemente, mais um ponto de estresse e cisalhamento endotelial, fazendo com que as chances de formação de placa aterosclerótica e danos ao endotélio coronário, aumentem⁹.

Fatores como a tortuosidade e angulação das artérias coronárias demonstram relação significativa na formação de aterosclerose, estando de modo direto, relacionadas ao desenvolvimento de doenças arteriais coronarianas. Essas características morfológicas têm relação com condições como isquemia miocárdica, angina e outros sintomas que resultam do estresse hemodinâmico gerado pelo fluxo sanguíneo com alterações, devido ao formato variado dos vasos. Os dados apontam que a angulação tem influência direta em regiões de baixa velocidade e intensidade de helicidade, sendo essas áreas mais pronunciadas em ACE, com presença de trifurcação, do que com bifurcação. Outro dado encontrado está no fato da geometria de trifurcação aumentar consideravelmente o risco de formação de aterosclerose¹⁰.

DISCUSSÃO

As doenças arteriais coronarianas (DAC), são causadas predominantemente pela aterosclerose, um processo inflamatório de origem crônica que leva ao estreitamento ou até mesmo obstrução das artérias coronárias, comprometendo a perfusão miocárdica. Estas, representam uma das principais causas de mortalidade no mundo e configuram-se como um problema de saúde pública².

Mesmo com os avanços contemporâneos, que melhoraram consideravelmente o diagnóstico e o prognóstico das DAC, a prevalência da patologia, permanece alta. Alguns fatores importantes relacionados à morfologia, como a angulação e tortuosidade das artérias coronárias, são elementos que contribuem para aumento do risco de aterosclerose, especialmente nos casos em que há trifurcação da artéria coronária esquerda (ACE). Segundo dados, os ângulos maiores e curvatura acentuadas nas ACE promovem alterações hemodinâmicas, como baixa velocidade e perturbação helicoidal do fluxo sanguíneo, propiciando a formação de placas ateroscleróticas^{2,7-10}.

As artérias coronárias, circundam o coração e constituem a principal fonte de irrigação sanguínea do órgão. Dentre elas, as artérias coronárias esquerdas (ACE) possuem destaque especial na discussão sobre a doença arterial coronariana (DAC). O padrão anatômico mais comum das ACE é o bifurcado (presente em mais de 60% da população), caracterizado pela presença de dois ramos principais: a artéria descendente anterior (ou interventricular anterior) e a artéria circunflexa. No entanto, há uma variação anatômica frequente em que a ACE apresenta três ramos, incluindo, além dos dois já supracitados, o terceiro ramo conhecido como ramo intermediário (presente em cerca de 20%). Essas variações anatômicas podem ter relação importante na dinâmica do fluxo sanguíneo e no desenvolvimento de aterosclerose^{1,3-4,10}.

Há ampla discussão acerca da relação do ramo intermediário presente nas artérias trifurcadas e a presença de alterações como placas ateroscleróticas e conseqüentemente isquemia cardíaca. Entretanto, o ramo adicional não representa a principal causa de alterações, mas sim fatores como, formato, angulação e localidade desse ramo adicional, ainda mais se analisarmos que as alterações ateroscleróticas e isquemia, também ocorrem nas artérias bifurcadas⁷⁻⁸. Um fator importante e muito discutido, é a geometria das artérias e o fato dessa promover fluxos secundários perturbados que reproduzem regiões de estresse e cisalhamento baixo e/ou oscilatório na parede lateral da artéria coronária esquerda (ACE). Sendo assim, a presença de um ramo extra, representa também mais um ponto de alteração hemodinâmica e conseqüentemente mais um ponto de risco para o desenvolvimento de doença arterial coronariana (DAC), como a aterosclerose⁸. Ainda assim, a presença de um ramo adicional pode ser um ponto positivo em circunstâncias como em que o paciente apresente oclusão das artérias coronárias multiarteriais, apresentando uma alternativa para melhora da sobrevida de paciente que possuem esse caso⁹.

Sendo assim, com base nos dados obtidos e reunidos, fica claro que não é a anatomia variável das artérias coronárias esquerdas (ACE), mais especificamente as trifurcações, que representam o maior risco para o desenvolvimento de doenças arteriais coronarianas (DAC). O risco está, na verdade, associado a fatores geométricos decorrentes do formato da estrutura dos vasos, como o calibre dos vasos, a angulação dos ramos e a sua localização. Mias uma vez esse dado fica explícito uma vez que alguns estudos demonstram que essa relação também é observada em casos de bifurcação, não sendo um fenômeno exclusivo das artérias trifurcadas⁸⁻⁹.

No entanto, é válido ressaltar que a presença de um vaso adicional, como ocorre nos casos de trifurcações, promove um local mais propício para o desenvolvimento de alterações coronarianas, devido ao fato de poder aumentar a probabilidade de interferência no fluxo hemodinâmico, gerando estresse de cisalhamento nas paredes da artéria. Favorecendo a formação

de placas ateroscleróticas e o desenvolvimento de estenoses, uma vez que regiões de fluxo sanguíneo perturbado são mais suscetíveis à aterogênese. Portanto, a presença de uma trifurcação pode contribuir para esses fatores de risco, mas a morfologia e consequentemente a geometria das artérias e a dinâmica do fluxo resultantes do formato do vaso, têm um papel mais crítico na progressão das doenças coronarianas^{7,10}.

CONCLUSÃO

A trifurcação da artéria coronária esquerda (ACE) é um assunto de grande importância, principalmente no contexto da doença arterial coronariana (DAC), especialmente em relação à aterosclerose e aos eventos isquêmicos. Embora a simples presença da trifurcação não seja o principal fator de risco como demonstraram os estudos incluídos em nossa revisão, e sim fatores que tem relação com o formato dos vasos apresentam relação mais específicas como a geometria das ramificações (incluindo ângulos amplos e localizações específicas) desempenham um papel crítico na dinâmica do fluxo sanguíneo e na formação de placas ateroscleróticas. Destacando a importância de considerar características anatômicas e hemodinâmicas no diagnóstico e manejo de doenças cardiovasculares.

REFERÊNCIAS

1. Netter FH. Atlas of Human Anatomy. 7th ed. Philadelphia, Pa: Elsevier; 2019.
2. Gama GGG, Mussi FC, Pires CG da S, Guimarães AC. Crenças e comportamentos de pessoas com doença arterial coronária. *Ciênc Saúde Coletiva* 2012;17:3371–83. <https://doi.org/10.1590/S1413-81232012001200022>.
3. Pimenta HB, Lima MAN, Ferreira AF, Sa RMR, Galucio AC de S, de Vasconcelos AKS, et al. TRIFURCAÇÃO DA ARTÉRIA CORONÁRIA ESQUERDA. *Variações Anatômicas: o avanço da ciência no Brasil - Vol5*. 2024;78–85.
4. de Souza Batista AV, Porto EA, Molina GP. Estudo da anatomia da artéria coronária esquerda e suas variações: perspectivas de nova classificação. *Rev Saúde Ciência*. 2011;2(1):55-65.
5. Bernardi G, Cruz-Silva CTA. Variações morfológicas da irrigação coronariana e anomalias anatomofisiopatológicas relacionadas. *Anais do 21º Encontro Científico Cultural Interinstitucional*. 2023; ISSN 1980-7406.
6. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*. 2021;372:n71. doi:10.1136/bmj.n71.
7. Dérimay F, Kassab GS, Finet G. Structure-function relation in the coronary artery tree: theory and applications in interventional cardiology. *Biomechanics of Coronary Atherosclerotic Plaque*. 2021;545–54.

8. Czaja-Ziółkowska M, Głowacki J, Krysiński M, Gąsior M, Wasilewski J. Relationship between left main trifurcation angulation, calcium score, and the onset of plaque formation. *Kardiologia Polska*. 2023 Jan 31;81(1):48–53.
9. Khachatryan A, Chow RT, Srivastava MC, Cinar T, Alejandro J, Sargsyan M, et al. The Ramus Intermedius: A Bridge to Survival in the Setting of Triple-Vessel Total Occlusion. *Cureus*. 2024 May 29;
10. Rabbi MF, Laboni FS, Arafat MT. Computational analysis of the coronary artery hemodynamics with different anatomical variations. *Informatics in Medicine Unlocked*. 2020;19:100314.