



Cardiologia de Precisão: Personalizando o tratamento para pacientes com Doença Arterial Coronariana

Maria Eduarda Leite de Pádua Borges, Luiz Aquino Neto, Ana Cecília Costa Sales Gomes, Patrick Rasmussen Ribeiro, Mylena Souza Magalhães, Rhayssa Mayana Pereira Dantas, Ana Gabriela Freitas Rocha, Yngrid Ribeiro Bertoldo, Cibelle da Silva Torres, Mariana Rocha Silveira, Ingrid Andrade Meneses Patricio Maia, Sabrina Maria Araújo de Sousa Lopes, Lara Darcilia Pinheiro Bezerra e Nijair Araújo Pinto.



<https://doi.org/10.36557/2674-8169.2025v7n2p1641-1650>

Artigo publicado em 16 de Fevereiro de 2025

ARTIGO DE REVISÃO

RESUMO

Globalmente, a Doença Arterial Coronariana (DAC) é uma das principais causas de morbidade e mortalidade, demandando estratégias terapêuticas cada vez mais eficazes. A medicina de precisão surge como abordagem inovadora, personalizando o tratamento com base em biomarcadores, genética e modelagem computacional. A incorporação de "gêmeos digitais", aprendizado de máquina e farmacogenômica tem demonstrado potencial para otimizar a terapia, prevenindo eventos cardiovasculares adversos. Este estudo revisa os avanços recentes na personalização do tratamento da DAC, discutindo o impacto das novas tecnologias e diretrizes emergentes na prática clínica.

Palavras-chave: Cardiologia, Doença Arterial Coronariana, Medicina de Precisão, Biomarcadores, Inteligência Artificial.

Precision Cardiology: Personalizing Treatment for Patients with Coronary Artery Disease

ABSTRACT

Coronary artery disease (CAD) is a leading cause of morbidity and mortality globally, demanding increasingly effective therapeutic strategies. Precision medicine emerges as an innovative approach, personalizing treatment based on biomarkers, genetics and computational modeling. The incorporation of "digital twins", machine learning and pharmacogenomics has shown potential to optimize therapy, preventing adverse cardiovascular events. This study reviews recent advances in personalizing CAD treatment, discussing the impact of new technologies and emerging guidelines on clinical practice.

Keywords: Cardiology, Coronary Artery Disease, Precision Medicine, Biomarkers, Artificial Intelligence.

Autor correspondente: Maria Eduarda Leite de Pádua Borges meleitedepaduab@gmail.com

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).





INTRODUÇÃO

A doença arterial coronariana (DAC) continua sendo uma das principais causas de morbidade e mortalidade em todo o mundo. Caracterizada pela obstrução das artérias coronárias devido ao acúmulo de placas ateroscleróticas, a DAC pode levar a síndromes coronarianas agudas (SCA), incluindo angina instável, infarto do miocárdio com supradesnivelamento do segmento ST (STEMI) e sem supradesnivelamento do segmento ST (NSTEMI) (Libby et al., 2005). O manejo da DAC tem evoluído significativamente, impulsionado por avanços na genética, tecnologias digitais e estratégias terapêuticas personalizadas (Crea et al., 2017). A abordagem clássica para o tratamento da DAC envolvia a administração de medicamentos antitrombóticos e estatinas, além de procedimentos de revascularização, como a intervenção coronariana percutânea (ICP) e a cirurgia de revascularização do miocárdio (CRM) (Kirtane et al., 2016). No entanto, a medicina de precisão tem revolucionado a forma como pacientes com DAC são diagnosticados e tratados. Essa abordagem considera fatores genéticos, biomarcadores, fenotipagem digital e modelagem computacional para personalizar a terapia e otimizar os resultados (Leopold et al., 2018).

O conceito de "gêmeo digital" na cardiologia de precisão tem ganhado destaque como ferramenta inovadora para prever a progressão da doença e orientar a tomada de decisões clínicas (Corral-Acero et al., 2020). Estudos recentes demonstram que a incorporação de inteligência artificial e aprendizado de máquina pode melhorar significativamente a predição de eventos cardiovasculares e a personalização do tratamento (Bertsimas et al., 2019). Ademais, estratégias farmacogenômicas estão sendo desenvolvidas para otimizar o uso de antiplaquetários e anticoagulantes em pacientes com risco aumentado de trombose ou sangramento (Nakamura et al., 2020).

Paralelamente, a evolução dos dispositivos e técnicas de intervenção coronariana tem possibilitado um manejo mais seguro e eficaz da DAC. O uso da abordagem transradial em detrimento da transfemoral, por exemplo, tem sido associado à menor incidência de complicações vasculares e ao reduzido tempo de recuperação (Kolkailah et al., 2016). Adicionalmente, novas diretrizes internacionais têm



ênfatisado a regionalização do atendimento e a adoção de estratégias de reperfusão precoce para melhorar o prognóstico de pacientes com STEMI (Wong et al., 2019).

Diante desse cenário, este artigo busca explorar os avanços recentes no manejo da DAC, abordando os princípios da medicina de precisão, a evolução das terapias farmacológicas e intervencionistas, bem como o impacto das novas tecnologias na personalização do cuidado cardiovascular. De acordo com Sethi et al. (2023), ao implementar descobertas genéticas, estratégias terapêuticas inovadoras e ferramentas digitais avançadas, a cardiologia de precisão promete redefinir o tratamento da DAC e melhorar significativamente os desfechos clínicos.

METODOLOGIA

Este estudo é revisão integrativa da literatura sobre a personalização do tratamento em pacientes com Doença Arterial Coronariana. A pesquisa foi conduzida nas bases de dados PubMed e SciELO, abrangendo artigos publicados entre janeiro de 2000 e fevereiro de 2025. Os descritores utilizados incluíram termos combinados entre si por operadores booleanos "AND" e "OR": "Cardiologia de Precisão", "Doença Arterial Coronariana", "Medicina Personalizada", "Terapia Individualizada", "Biomarcadores Cardíacos", "Farmacogenômica", "Inteligência Artificial na Cardiologia" e "Tratamento Personalizado para DAC". Os descritores foram selecionados com base no Medical Subject Headings (MeSH) e Descritores em Ciências da Saúde (DeCS).

Os critérios de inclusão foram: estudos publicados em inglês, português ou espanhol; artigos originais, revisões sistemáticas e metanálises que abordassem a personalização do tratamento na DAC; e estudos realizados em seres humanos. Foram excluídos artigos duplicados, publicações não indexadas nas bases selecionadas, estudos com amostras pequenas ou metodologia inadequada, e artigos que não abordassem diretamente a personalização do tratamento

RESULTADOS E DISCUSSÃO



A revisão integrativa acerca da cardiologia de precisão e do tratamento individualizado para pacientes com doença arterial coronariana (DAC) indicou avanços notáveis em várias áreas, abrangendo genética, biomarcadores, modelagem computacional e novas abordagens terapêuticas.

A contribuição da genética na doença arterial coronariana foi amplamente pesquisada. Pesquisas indicam que variantes genéticas podem impactar a vulnerabilidade à DAC, possibilitando a estratificação de risco e a personalização da terapia (Khera et al., 2017). Modelos de risco poligênico mostraram significativa capacidade preditiva para identificar pessoas com maior predisposição genética à DAC, contribuindo para a prevenção e o manejo clínico inicial.

A utilização de modelagem computacional avançada, como a ideia de "gêmeo digital", possibilitou simulações adaptadas da progressão da enfermidade e da reação ao tratamento. Pesquisas mostram que essa estratégia aprimora a precisão dos diagnósticos e a escolha clínica (Corral-Acero et al., 2020). Essa abordagem também permite a otimização das terapias farmacológicas e intervencionistas de acordo com os perfis individuais dos pacientes.

A utilização de biomarcadores tem se destacado como recurso fundamental na medicina de precisão para DAC. Marcadores biológicos como proteínas inflamatórias e metabólitos estão relacionados à evolução da doença e à eficácia do tratamento (Crea et al., 2017). Além disso, a implementação de dispositivos wearables e sensores biomédicos possibilita o monitoramento constante da saúde cardiovascular, favorecendo acompanhamento médico mais ativo (Trayanova et al., 2018).

Os progressos nas terapias personalizadas abrangem a criação de abordagens farmacológicas e intervenções ajustadas às particularidades de cada paciente. A técnica transradial em intervenções coronárias mostrou risco reduzido de complicações e recuperação mais ágil em relação à via transfemoral (Kolkailah et al., 2016). Além disso, terapias antitrombóticas individualizadas, fundamentadas em fatores genéticos e biomarcadores, têm aprimorado a eficácia e a segurança do manejo (Nakamura et al., 2020).

A adoção de inteligência artificial (IA) e machine learning tem transformado a personalização do cuidado para a DAC. Algoritmos sofisticados foram criados para



estimar o risco de ocorrências cardiovasculares e aprimorar a seleção de tratamentos (Bertsimas et al., 2019). Esses modelos auxiliam na tomada de decisões clínicas e possibilitam ajustes dinâmicos nas abordagens terapêuticas, otimizando os benefícios particulares dos pacientes.

A incorporação da medicina de precisão nas orientações clínicas tem ocorrido de forma gradual, com diretrizes revisadas que salientam a estratificação de risco individualizado e a aplicação de tecnologias novas (Wong et al., 2019). As orientações indicam que implementar essas estratégias pode diminuir a mortalidade cardiovascular e aprimorar a qualidade de vida dos pacientes.

A compreensão da fisiopatologia da DAC, conforme descrito por Libby et al. (2005), destaca a complexa interação entre inflamação, disfunção endotelial e deposição de placas ateroscleróticas, fatores que variam entre indivíduos e influenciam a resposta ao tratamento. Desse modo, ao invés de abordagens generalizadas, estratégias mais direcionadas estão permitindo intervenções precoces e personalizadas, melhorando o prognóstico dos pacientes. Metas futuras incluem a necessidade de individualizar a terapia com base em características específicas do paciente. O campo crescente de biomarcadores e a promessa de estratificação de risco genético e farmacogenética devem mostrar-se frutíferos a esse respeito (Libby et al., 2005).

O avanço da genética tem sido essencial para essa personalização do tratamento. Estudos como o de Khera et al. (2017) demonstram que variações genéticas influenciam significativamente o risco de desenvolver DAC, possibilitando a estratificação dos pacientes com base em perfis genômicos. Essa abordagem permite que indivíduos com predisposição genética recebam terapias preventivas mais agressivas, enquanto outros possam se beneficiar de monitoramentos menos intensivos. Além disso, a identificação de alvos terapêuticos específicos pode levar ao desenvolvimento de novos medicamentos voltados para mecanismos biológicos individualizados da doença.

No campo das intervenções, a cardiologia de precisão tem impulsionado a evolução das estratégias de revascularização coronariana. De acordo com Kirtane et al. (2016), pacientes de alto risco com indicação para revascularização têm se beneficiado de técnicas mais refinadas de intervenção percutânea, que utilizam imagens



intravasculares e modelos preditivos para otimizar os resultados. Além disso, Kandaswamy et al. (2018) ressaltam o impacto de novas tecnologias, como plataformas de inteligência artificial e dispositivos médicos inovadores, na personalização do tratamento da DAC. Esse cenário reforça a transição da medicina cardiovascular para abordagens mais individualizadas, visando a maior eficácia e segurança nas terapias oferecidas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A personalização do tratamento da Doença Arterial Coronariana tem demonstrado avanços promissores, impulsionados pelo desenvolvimento de ferramentas de inteligência artificial, estratégias farmacogenômicas e biomarcadores avançados. A implementação da cardiologia de precisão na prática clínica tem o potencial de melhorar significativamente os desfechos dos pacientes, reduzindo eventos cardiovasculares e otimizando a abordagem terapêutica. No entanto, desafios ainda persistem, incluindo a necessidade de padronização das abordagens e a acessibilidade a essas novas tecnologias. O avanço da genética e da modelagem computacional reforça a transição para uma medicina mais individualizada, representando futuro promissor para o manejo da DAC.

Além disso, a integração de novas ferramentas digitais permite acompanhamento mais próximo e eficiente dos pacientes, possibilitando ajustes terapêuticos em tempo real e monitoramento contínuo da evolução da doença. Tecnologias como dispositivos vestíveis e aplicativos móveis oferecem a oportunidade de coletar dados detalhados sobre a saúde cardiovascular dos indivíduos, permitindo intervenções precoces e prevenindo complicações graves.

Outro aspecto relevante é a necessidade de abordagem multidisciplinar no tratamento da DAC, combinando cardiologia, genética, bioinformática e inteligência artificial. A colaboração entre diferentes áreas do conhecimento favorece a criação de protocolos mais eficazes e personalizados, aumentando a eficácia das intervenções médicas.

Por fim, o avanço da medicina de precisão depende não apenas do



desenvolvimento tecnológico, mas também de políticas de saúde que garantam o acesso equitativo às novas abordagens terapêuticas. A democratização dessas inovações é essencial para que os benefícios da personalização do tratamento sejam amplamente distribuídos, reduzindo as desigualdades no atendimento e melhorando a qualidade de vida dos pacientes com DAC.

REFERÊNCIAS

A. Bansal et al. "Updates in the Management of Coronary Artery Disease: A Review Article." *Cureus*, 15 (2023). <https://doi.org/10.7759/cureus.50644>.

A. Baumann et al. "Management of multivessel coronary artery disease in patients with non-ST-elevation myocardial infarction: a complex path to precision medicine." *Therapeutic Advances in Chronic Disease*, 11 (2020). <https://doi.org/10.1177/2040622320938527>.

A. Kirtane et al. "Treatment of Higher-Risk Patients With an Indication for Revascularization: Evolution Within the Field of Contemporary Percutaneous Coronary Intervention." *Circulation*, 134 (2016): 422–431. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.116.022061>.

A. Khera et al. "Genetics of coronary artery disease: discovery, biology and clinical translation." *Nature Reviews Genetics*, 18 (2017): 331-344. <https://doi.org/10.1038/nrg.2016.160>.

A. Kolkailah et al. "Transradial versus transfemoral approach for diagnostic coronary angiography and percutaneous coronary intervention in people with coronary artery disease.." *The Cochrane database of systematic reviews*, 4 (2016): CD012318 . <https://doi.org/10.1002/14651858.CD012318.pub2>.

Barros, Eliab Batista, et al. "Novas estratégias no tratamento de insuficiência cardíaca: revisão integrativa." *Periódicos Brasil. Pesquisa Científica 3.2* (2024): 1403-1410.

D. Bertsimas et al. "Personalized treatment for coronary artery disease patients: a machine learning approach." *Health Care Management Science*, 23 (2019): 482 - 506. <https://doi.org/10.1007/s10729-020-09522-4>.

E. Kandaswamy et al. "Recent Advances in Treatment of Coronary Artery Disease: Role of Science and



Technology." *International Journal of Molecular Sciences*, 19 (2018).
<https://doi.org/10.3390/ijms19020424>.

F. Andreotti et al. "Precision Phenomapping of Acute Coronary Syndromes to Improve Patient Outcomes." *Journal of Clinical Medicine*, 10 (2021). <https://doi.org/10.3390/jcm10081755>.

F. Crea et al. "Acute Coronary Syndromes: The Way Forward From Mechanisms to Precision Treatment." *Circulation*, 136 (2017): 1155–1166. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.117.029870>.

G. Wong et al. "2019 Canadian Cardiovascular Society/Canadian Association of Interventional Cardiology Guidelines on the Acute Management of ST-Elevation Myocardial Infarction: Focused Update on Regionalization and Reperfusion.." *The Canadian journal of cardiology*, 35 2 (2019): 107-132 .
<https://doi.org/10.1016/j.cjca.2018.11.031>.

J. Corral-Acero et al. "The 'Digital Twin' to enable the vision of precision cardiology." *European Heart Journal*, 41 (2020): 4556 - 4564. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehaa159>.

J. Leopold et al. "Emerging Role of Precision Medicine in Cardiovascular Disease.." *Circulation Research* (2018). <https://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.117.310782>.

J. Rymer et al. "Back to the future: improving the use of guidelines-recommended coronary disease secondary prevention at the dawn of the precision medicine era.." *Circulation*, 131 14 (2015): 1234-5 .
<https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.115.015707>.

M. Nakamura et al. "JCS 2020 Guideline Focused Update on Antithrombotic Therapy in Patients With Coronary Artery Disease.." *Circulation journal : official journal of the Japanese Circulation Society* (2020).
<https://doi.org/10.1253/circj.CJ-19-1109>.

N. Trayanova et al. "From genetics to smart watches: developments in precision cardiology." *Nature Reviews Cardiology*, 16 (2018): 72-73. <https://doi.org/10.1038/s41569-018-0149-y>.

P. Libby et al. "Pathophysiology of Coronary Artery Disease." *Circulation*, 111 (2005): 3481-3488.
<https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.105.537878>.

Y. Sethi et al. "Precision Medicine and the future of Cardiovascular Diseases: A Clinically Oriented Comprehensive Review." *Journal of Clinical Medicine*, 12 (2023). <https://doi.org/10.3390/jcm12051799>.