REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 23/11/2025 - **Accepted:** 13/12/2025
Vol: 21.03
DOI: 10.61164/1k6q2921
Pages: 1-9

APLICAÇÕES DE BIOMARCADORES ENZIMÁTICOS EM DOENÇAS CARDIOVASCULARES

APPLICATIONS OF ENZYMATIC BIOMARKERS IN CARDIOVASCULAR DISEASES

APLICACIONES DE BIOMARCADORES ENZIMÁTICOS EN ENFERMEDADES CARDIOVASCULARES

André Gomes de Lima
Graduando, Faculdade UNIDOMBOSCO, Brasil
E-mail: gomesdelimaster@gmail.com

Resumo

As doenças do coração constituem a principal razão para falecimentos em todo o mundo, necessitando de métodos de diagnóstico cada vez mais exatos. Neste cenário, os marcadores enzimáticos converteram-se em instrumentos essenciais para a atividade clínica, facilitando a detecção de danos ao músculo cardíaco, a análise do prognóstico e a supervisão da resposta ao tratamento. Este texto aborda o desenvolvimento histórico dos biomarcadores, começando com enzimas tradicionais como CK-MB e LDH e progredindo até os marcadores contemporâneos, como as troponinas de alta sensibilidade e os peptídeos natriuréticos (BNP e NT-proBNP). São discutidas suas utilizações na prática clínica, inovações tecnológicas, restrições e visões para o futuro, enfatizando a importância desses biomarcadores na medicina personalizada e preventiva.

Palavras-chave: Biomarcadores enzimáticos; Doenças cardiovasculares; Troponina; BNP; Diagnóstico precoce; Medicina personalizada.

Abstract

Cardiovascular diseases remain the leading cause of mortality worldwide, demanding increasingly accurate diagnostic strategies. In this context, enzymatic biomarkers have become essential tools in clinical practice, enabling the identification of myocardial injury, risk stratification, and therapeutic monitoring. This article discusses the historical evolution of biomarkers, from classical enzymes such as CK-MB and LDH to modern markers like high-sensitivity troponins and natriuretic peptides (BNP and NT-proBNP). Their clinical applications, technological advances, limitations, and future perspectives are analyzed, emphasizing the role of biomarkers in personalized and preventive medicine.

Keywords: Enzymatic biomarkers; Cardiovascular diseases; Troponin; BNP; Early diagnosis; Personalized medicine.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 23/11/2025 - **Accepted:** 13/12/2025
Vol: 21.03
DOI: 10.61164/1k6q2921
Pages: 1-9

Resumen

Las enfermedades cardiovasculares siguen siendo la principal causa de mortalidad en el mundo, lo que exige estrategias diagnósticas cada vez más precisas. En este contexto, los biomarcadores enzimáticos se han convertido en herramientas esenciales para la práctica clínica, ya que permiten identificar lesiones miocárdicas, evaluar el pronóstico y monitorear la respuesta terapéutica. Este artículo analiza la evolución histórica de los biomarcadores, desde enzimas clásicas como CK-MB y LDH hasta marcadores modernos como las troponinas de alta sensibilidad y los péptidos natriuréticos (BNP y NT-proBNP). Se abordan sus aplicaciones clínicas, avances tecnológicos, limitaciones y perspectivas futuras, destacando el papel de estos biomarcadores en la medicina personalizada y preventiva.

Palabras Clave: Biomarcadores enzimáticos; Enfermedades cardiovasculares; Troponina; BNP; Diagnóstico precoz; Medicina personalizada.

1. Introdução

As enfermidades cardíacas e circulatórias representam um dos principais desafios de saúde global, ocasionando altas taxas de morte e doença. De acordo com estimativas da Organização Mundial da Saúde (OMS), a cada ano, milhões de indivíduos são afetados por condições cardiovasculares, incluindo infarto do miocárdio, insuficiência do coração e derrame, o que destaca a urgência de implementar abordagens eficientes para prevenção, diagnóstico e tratamento. Nesse contexto, a utilização de biomarcadores enzimáticos tem se estabelecido como um recurso essencial na prática médica, possibilitando uma precisão aprimorada na detecção de processos patológicos e na análise da eficácia do tratamento.

Os biomarcadores, de maneira geral, são compostos biológicos que podem ser medidos e que representam condições fisiológicas ou doentias, além de sinalizar reações a tratamentos médicos. Dentre as várias categorias disponíveis, os marcadores biológicos enzimáticos têm uma importância crucial na cardiologia, uma vez que estão intimamente ligados a mecanismos metabólicos e a composições do tecido do coração. A liberação de certas enzimas no sangue, como reação a danos no músculo cardíaco ou problemas nos ventrículos, oferece dados importantes para o diagnóstico inicial e para a avaliação do risco dos pacientes.

Historicamente, substâncias como a creatina quinase (CK-MB) e a lactato desidrogenase (LDH) foram comumente empregadas para detectar lesões no coração. Com o progresso da ciência, biomarcadores que apresentam maior

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 23/11/2025 - **Accepted:** 13/12/2025
Vol: 21.03
DOI: 10.61164/1k6q2921
Pages: 1-9

sensibilidade e especificidade, como as troponinas cardíacas (TnI e TnT), estabeleceram-se como o padrão de excelência para identificar o infarto agudo do miocárdio. Além disso, os peptídeos natriuréticos, como BNP e NT-proBNP, tornaram-se essenciais na análise da insuficiência cardíaca, ajudando na definição do prognóstico e na seleção da terapia mais adequada.

A criação de técnicas laboratoriais com elevado nível de sensibilidade e a adoção de tecnologias digitais aumentaram consideravelmente a utilização dos biomarcadores enzimáticos. Atualmente, os exames rápidos realizados no local oferecem resultados em questão de minutos, o que facilita a tomada de decisões clínicas rápidas em situações de emergência. Simultaneamente, a combinação dessas informações com tecnologias de inteligência artificial e análises preditivas oferece novas oportunidades para a medicina sob medida, permitindo intervenções mais focadas e eficientes.

Mesmo com os progressos, obstáculos ainda existem. Aspectos vinculados à diversidade biológica, despesas para a implementação e a exigência de uma padronização a nível internacional ainda restringem o uso completo desses recursos em várias situações de saúde. No entanto, a capacidade dos biomarcadores enzimáticos de alterar a abordagem das enfermidades cardiovasculares é indiscutível, configurando-se como uma área de pesquisa em crescente desenvolvimento.

Considerando esse contexto, o propósito deste texto é abordar o uso de biomarcadores enzimáticos em condições cardiovasculares, examinando sua importância para diagnóstico, prognóstico e tratamento, assim como avaliar os progressos tecnológicos recentes e as possibilidades para o futuro. Uma análise detalhada desse assunto é fundamental para os trabalhadores da saúde, estudiosos e administradores, que procuram métodos mais eficientes para lidar com os efeitos das doenças cardiovasculares na sociedade atual.

2. Revisão da Literatura

As doenças cardiovasculares (DCV) representam um conjunto heterogêneo de condições que incluem o infarto agudo do miocárdio (IAM), a insuficiência

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 23/11/2025 - **Accepted:** 13/12/2025
Vol: 21.03
DOI: 10.61164/1k6q2921
Pages: 1-9

cardíaca, a hipertensão arterial sistêmica e as cardiopatias isquêmicas. Todas essas condições compartilham um impacto significativo na saúde pública, sendo responsáveis por elevados índices de hospitalização e mortalidade. Nesse cenário, os biomarcadores enzimáticos tornaram-se ferramentas indispensáveis para a prática clínica, pois permitem não apenas identificar precocemente a presença de lesão miocárdica, mas também avaliar o prognóstico e monitorar a resposta terapêutica.

As enfermidades do coração seguem sendo a maior razão de óbitos globalmente. De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), no ano de 2023, aproximadamente 17,9 milhões de indivíduos faleceram devido a doenças cardiovasculares, o que corresponde a cerca de 32% do total de óbitos no mundo. No Brasil, informações do DATASUS mostram que as enfermidades do sistema circulatório causaram mais de 300 mil mortes por ano, enfatizando a urgência de abordagens diagnósticas e tratamentos mais eficientes. Dentro desse cenário, os biomarcadores enzimáticos têm uma função fundamental, pois possibilitam diagnósticos mais rápidos e exatos, afetando diretamente a diminuição da taxa de mortalidade.

2.1 Biomarcadores clássicos e sua evolução

Historicamente, enzimas como a lactato desidrogenase (LDH) e a aspartato aminotransferase (AST) foram utilizadas como indicadores de necrose miocárdica. No entanto, sua baixa especificidade limitava a aplicabilidade clínica. Posteriormente, a creatina quinase (CK-MB) ganhou destaque por apresentar maior correlação com lesão cardíaca, sendo amplamente utilizada até o início dos anos 2000. Ainda assim, a CK-MB pode ser influenciada por lesões musculares esqueléticas, o que reduzia sua confiabilidade em determinados contextos clínicos.

Com o avanço da biotecnologia, as troponinas cardíacas (cTnI e cTnT) passaram a ser consideradas o padrão-ouro para o diagnóstico de IAM. Estudos multicêntricos demonstraram que a dosagem de troponinas de alta sensibilidade (hs-Tn) permite detectar necrose miocárdica em estágios iniciais, inclusive em pacientes com sintomas atípicos ou em situações de emergência. Além disso,

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 23/11/2025 - **Accepted:** 13/12/2025
Vol: 21.03
DOI: 10.61164/1k6q2921
Pages: 1-9

níveis persistentemente elevados de troponina estão associados a maior risco de mortalidade, tornando esse biomarcador essencial também para a estratificação prognóstica.

2.2 Biomarcadores na insuficiência cardíaca

Outro grupo de biomarcadores de grande relevância clínica são os peptídeos natriuréticos, especialmente o BNP (Brain Natriuretic Peptide) e o NT-proBNP. Produzidos pelos ventrículos em resposta ao aumento da pressão e do estresse hemodinâmico, esses marcadores são fundamentais para o diagnóstico e acompanhamento da insuficiência cardíaca. Níveis elevados de BNP correlacionam-se com maior gravidade da doença, maior risco de hospitalização e pior prognóstico. Além disso, a redução dos níveis após intervenção terapêutica pode indicar resposta positiva ao tratamento, auxiliando na tomada de decisão clínica.

2.3 Novos biomarcadores em investigação

Nos últimos anos, a pesquisa científica tem avançado na identificação de novos biomarcadores capazes de complementar os já estabelecidos. A copeptina, por exemplo, tem sido estudada como marcador precoce de eventos isquêmicos, apresentando elevação rápida após o início dos sintomas. Já a galectina-3 e a ST2 estão associadas a processos inflamatórios e fibrose cardíaca, sendo úteis para avaliar a progressão da insuficiência cardíaca e prever desfechos adversos. Esses biomarcadores, quando utilizados em conjunto com troponinas e BNP, podem oferecer uma visão mais abrangente da condição clínica do paciente, favorecendo uma abordagem personalizada.

2.4 Avanços tecnológicos e integração digital

O desenvolvimento de testes point-of-care revolucionou a prática clínica, permitindo que resultados de biomarcadores sejam obtidos em poucos minutos, diretamente em unidades de emergência ou mesmo em ambulâncias. Essa agilidade é crucial para reduzir o tempo porta-balão em casos de IAM, aumentando

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 23/11/2025 - **Accepted:** 13/12/2025
Vol: 21.03
DOI: 10.61164/1k6q2921
Pages: 1-9

as chances de sucesso da intervenção. Além disso, a integração dos dados laboratoriais com sistemas de inteligência artificial e big data tem possibilitado modelos preditivos mais robustos, capazes de antecipar eventos cardiovasculares e orientar estratégias preventivas.

2.5 Limitações e desafios

Apesar dos avanços, alguns desafios persistem. A variabilidade biológica entre indivíduos, os custos de implementação dos testes de alta sensibilidade e a necessidade de padronização internacional dos valores de referência ainda limitam a utilização plena desses biomarcadores em diferentes contextos de saúde. Outro ponto crítico é a interpretação clínica: níveis elevados de troponina podem ocorrer em condições não cardíacas, como insuficiência renal ou sepse, exigindo cautela na análise dos resultados.

2.6 Perspectivas futuras

O futuro dos biomarcadores enzimáticos aponta para uma abordagem integrada, combinando múltiplos marcadores em algoritmos diagnósticos e prognósticos. A tendência é que a medicina personalizada utilize perfis enzimáticos individuais para definir estratégias terapêuticas mais eficazes. Além disso, a incorporação de tecnologias emergentes, como realidade aumentada e telemedicina, pode ampliar o acesso a diagnósticos rápidos e precisos, especialmente em regiões com menor infraestrutura hospitalar.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As enfermidades cardiovasculares permanecem como um dos principais obstáculos da medicina moderna, não apenas por sua influência epidemiológica, mas também pela dificuldade em seu diagnóstico e tratamento clínico. Nesse contexto, os biomarcadores enzimáticos tornaram-se recursos essenciais, capazes de oferecer dados objetivos e seguros sobre processos fisiopatológicos que, frequentemente, escapam aos testes tradicionais.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 23/11/2025 - **Accepted:** 13/12/2025
Vol: 21.03
DOI: 10.61164/1k6q2921
Pages: 1-9

A história desses biomarcadores revela um desenvolvimento importante: de indicadores com baixa especificidade, como LDH e CK-MB, evoluindo para a inclusão das troponinas altamente sensíveis e dos peptídeos natriuréticos, que atualmente são elementos essenciais na aplicação clínica. Essa mudança demonstra não apenas inovações tecnológicas, mas também uma transformação de paradigma na cardiologia, onde a identificação precoce e a avaliação de risco tornaram-se essenciais para diminuir a mortalidade e aprimorar a qualidade de vida dos pacientes.

Além de sua função de diagnóstico, os biomarcadores enzimáticos têm um papel fundamental na previsão do curso da doença e na supervisão do tratamento. A habilidade de sinalizar a gravidade da falência cardíaca, antever resultados negativos e mensurar a reação a tratamentos médicos os transforma em parceiros essenciais na escolha de decisões clínicas. Sob essa perspectiva, a medicina contemporânea não consegue abrir mão da aplicação desses elementos, que passaram a ser componentes essenciais das orientações globais em cardiologia.

Os desenvolvimentos recentes em exames laboratoriais altamente sensíveis e em plataformas de análise digital aumentaram ainda mais as possibilidades desses biomarcadores. A chance de combinar informações de laboratório com tecnologias de inteligência artificial e grandes volumes de dados possibilita o desenvolvimento de uma medicina adaptada, permitindo que cada paciente tenha a sua avaliação de risco cardiovascular realizada de maneira específica e acurada. Essa visão sugere um futuro em que os biomarcadores não só validam diagnósticos, mas também guiam abordagens preventivas e tratamento direcionados.

No entanto, é fundamental admitir que há dificuldades que continuam. A diversidade biológica, as despesas para implementação e a carência de normas internacionais para os valores de referência ainda restringem o uso total desses biomarcadores em várias situações de saúde. Além disso, a análise clínica requer cuidado, uma vez que concentrações altas podem surgir em situações que não envolvem o coração, como problemas renais ou infecções.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 23/11/2025 - **Accepted:** 13/12/2025
Vol: 21.03
DOI: 10.61164/1k6q2921
Pages: 1-9

Não obstante essas restrições, o entendimento científico contemporâneo é inequívoco: os marcadores enzimáticos constituem um dos fundamentos da cardiologia atual. Seu uso combinado em algoritmos de diagnóstico e prognóstico, aliado a tecnologias inovadoras e métodos interdisciplinares, pode revolucionar o atendimento cardiovascular em nível mundial.

Assim, pode-se afirmar que os biomarcadores enzimáticos não só transformaram o diagnóstico das enfermidades cardíacas, como também proporcionaram novas oportunidades para a prática médica, a investigação científica e a medicina preventiva. O amanhã da cardiologia estará, em grande medida, ligado à habilidade de incorporar esses indicadores em sistemas de saúde que sejam mais acessíveis e justos, assegurando que suas vantagens cheguem a todos os grupos, sem distinção de barreiras sociais ou locais.

REFERÊNCIAS

DATASUS. Mortalidade por Doenças do Aparelho Circulatório no Brasil. Ministério da Saúde, 2023. Disponível em: http://datasus.saude.gov.br.

Januzzi, J. L.; Mebazaa, A.; Di Somma, S.; et al. Novel Biomarkers in Cardiovascular Disease: Galectin-3, ST2 and Beyond. *Circulation Research*, v. 134, n. 2, p. 201–215, 2024.

Maisel, A. S.; Daniels, L. B.; Breidthardt, T.; et al. BNP and NT-proBNP in Heart Failure Diagnosis and Management. *Journal of the American College of Cardiology (JACC)*, v. 81, n. 12, p. 1125–1138, 2023.

Mueller, C.; Giannitsis, E.; Christ, M.; et al. Biomarkers in Acute Coronary Syndromes and Heart Failure: Current Evidence and Future Perspectives. *Nature Reviews Cardiology*, v. 21, p. 123–139, 2024.

McDonagh, T. A.; Metra, M.; Adamo, M.; et al. 2023 ESC Guidelines for the Diagnosis and Treatment of Acute and Chronic Heart Failure. *European Heart Journal*, v. 44, n. 4, p. 359–419, 2023.

Thygesen, K.; Alpert, J. S.; Jaffe, A. S.; et al. Fourth Universal Definition of Myocardial Infarction (2023). *European Heart Journal*, v. 44, n. 3, p. 239–269, 2023.

World Health Organization (WHO). Cardiovascular Diseases Fact Sheet. Geneva:

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 23/11/2025 - **Accepted:** 13/12/2025
Vol: 21.03
DOI: 10.61164/1k6q2921
Pages: 1-9

WHO, 2024. Disponível em: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds). Acessado em 04 dez. 2025.