

Troponina elevada e a relação com lesões cardiovasculares

Elevated troponin and the relationship with cardiovascular injuries

Troponina elevada y la relación con las lesiones cardiovasculares

Recebido: 16/06/2023 | Revisado: 05/07/2023 | Aceitado: 06/07/2023 | Publicado: 10/07/2023

Janaína Mendes Caldas Sampaio

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-5855-5609>
Faculdade de Tecnologia de Teresina, Brasil
E-mail: jana_caldas@hotmail.com

Francisca Layane Albuquerque Conceição Lima

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-3079-1834>
Faculdade de Tecnologia de Teresina, Brasil
E-mail: layane.albuquerque@hotmail.com

Lara Maria de Moura Gomes

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-0815-3534>
Faculdade de Tecnologia de Teresina, Brasil
E-mail: laramoura06@hotmail.com

Lia Stefhania Barbosa Ribeiro

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-6693-779X>
Faculdade de Tecnologia de Teresina, Brasil
E-mail: liasbribeiro.lr@gmail.com

Nayra Fernanda da Silva Sousa

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-3473-1493>
Faculdade de Tecnologia de Teresina, Brasil
E-mail: nayrafacoe@yahoo.com.br

Nelson Agapito Brandão Rios

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2805-2286>
Faculdade de Tecnologia de Teresina, Brasil
E-mail: nelson17.rios@gmail.com

Wanderson Gomes Paz

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-6543-8001>
Faculdade de Tecnologia de Teresina, Brasil
E-mail: wandersonpaz37@gmail.com

Resumo

O texto aborda a importância dos marcadores cardíacos, com foco na troponina, no diagnóstico do infarto agudo do miocárdio (IAM). Com o envelhecimento da população e o aumento das doenças crônico-degenerativas, como as doenças cardiovasculares, torna-se crucial analisar e estudar esses marcadores para confirmar se o paciente está sofrendo um infarto, contribuir para o tratamento e auxiliar na prevenção de distúrbios cardiovasculares. A troponina é uma proteína essencial no processo de contração muscular, tanto no músculo esquelético como no cardíaco. Ela é composta por três subunidades: troponina C, troponina I e troponina T. As troponinas I e T são consideradas os marcadores mais relevantes para o diagnóstico do IAM. Essas proteínas são liberadas na corrente sanguínea após o infarto e permanecem elevadas por um período prolongado, podendo ser detectadas por exames específicos. Os níveis elevados de troponina indicam a presença de um infarto, e a sua liberação começa algumas horas após os sintomas iniciais. A detecção e interpretação dos níveis de troponina são feitas por meio de exames de sangue. O diagnóstico de IAM é estabelecido quando a concentração de troponina ultrapassa um determinado limite. Além do IAM, a troponina também pode ser detectada em outras condições patológicas não cardíacas, o que deve ser considerado na interpretação dos resultados. Em resumo, a análise dos marcadores cardíacos, especialmente a troponina, desempenha um papel fundamental no diagnóstico precoce e preciso do infarto agudo do miocárdio. Esses marcadores são importantes para o tratamento e prevenção de distúrbios cardiovasculares, visando aumentar a sobrevivência da população.

Palavras-chave: Contração muscular; Infarto do miocárdio; Doenças cardiovasculares.

Abstract

The text addresses the importance of cardiac markers, focusing on troponin, in the diagnosis of acute myocardial infarction (AMI). With the aging population and the increase in chronic-degenerative diseases, such as cardiovascular diseases, it is crucial to analyze and study these markers to confirm if the patient is experiencing a heart attack, contribute to treatment, and assist in the prevention of cardiovascular disorders. Troponin is an essential protein in the process of muscle contraction, both in skeletal and cardiac muscle. It consists of three subunits: troponin C, troponin I, and troponin T. Troponins I and T are considered the most relevant markers for the diagnosis of AMI. These proteins

are released into the bloodstream after a heart attack and remain elevated for an extended period, detectable through specific tests. Elevated levels of troponin indicate the presence of a heart attack, and its release begins a few hours after the initial symptoms. Detection and interpretation of troponin levels are performed through blood tests. The diagnosis of AMI is established when the troponin concentration exceeds a certain threshold. Besides AMI, troponin can also be detected in other non-cardiac pathological conditions, which should be considered in result interpretation. In summary, the analysis of cardiac markers, especially troponin, plays a fundamental role in the early and accurate diagnosis of acute myocardial infarction. These markers are important for the treatment and prevention of cardiovascular disorders, aiming to increase the population's survival rate.

Keywords: Muscular contraction; Myocardial infarction; Cardiovascular diseases.

Resumen

El texto discute la importancia de los marcadores cardíacos, con foco en la troponina, en el diagnóstico del infarto agudo de miocardio (IAM). Con el envejecimiento de la población y el aumento de enfermedades crónico degenerativas, como las enfermedades cardiovasculares, se vuelve crucial analizar y estudiar estos marcadores para confirmar si el paciente está sufriendo un infarto, contribuir al tratamiento y ayudar a prevenir enfermedades cardiovasculares. La troponina es una proteína esencial en el proceso de contracción muscular, tanto en el músculo esquelético como en el cardíaco. Está compuesto por tres subunidades: troponina C, troponina I y troponina T. Las troponinas I y T se consideran los marcadores más relevantes para el diagnóstico de IAM. Estas proteínas se liberan al torrente sanguíneo después del infarto y permanecen elevadas durante un período prolongado, y pueden detectarse mediante pruebas específicas. Los niveles elevados de troponina indican la presencia de un infarto, y su liberación comienza pocas horas después de los síntomas iniciales. Los niveles de troponina se detectan e interpretan mediante análisis de sangre. El diagnóstico de IAM se establece cuando la concentración de troponina supera un cierto umbral. Además del IAM, la troponina también puede detectarse en otras condiciones patológicas no cardíacas, que deben ser consideradas al interpretar los resultados. En resumen, el análisis de marcadores cardíacos, especialmente la troponina, juega un papel clave en el diagnóstico precoz y certero del infarto agudo de miocardio. Estos marcadores son importantes para el tratamiento y la prevención de los trastornos cardiovasculares, con el objetivo de aumentar la supervivencia de la población.

Palabras clave: Contracción muscular; Infarto de miocardio; Enfermedades cardiovasculares.

1. Introdução

Com o avanço da modernização social e do desenvolvimento tecnológico, principalmente nas áreas sanitárias e científicas, e melhores condições de vida e acesso a medicamentos, observa-se um aumento natural no envelhecimento da população. Entre 1940 e 2011, Cantelle e Lanaror (2011) destacam que a expectativa de vida aumentou de 42,7 para 76 anos. No entanto, mesmo com a melhoria da qualidade de vida, tem sido registrado um aumento na incidência de doenças crônico-degenerativas, especialmente na idade adulta, com destaque para as doenças cardiovasculares (DCVs).

As principais doenças cardiovasculares que podem afetar tanto homens quanto mulheres incluem o infarto agudo do miocárdio (IAM), a angina e a insuficiência cardíaca congestiva (ICC), entre outras. De acordo com Soeiro (2022), essas doenças são causadas por diversos fatores, como hipertensão arterial, tabagismo, obesidade, sedentarismo e histórico familiar.

Na prática clínica usual, são utilizados apenas parâmetros bioquímicos preventivos quando há a presença de um ou mais desses fatores de risco. Os parâmetros mais comumente utilizados incluem colesterol total, frações de colesterol, triglicérides e glicemia. Exames mais abrangentes são geralmente empregados apenas em situações emergenciais, baseados principalmente em eletrocardiogramas e nos aspectos clínicos apresentados pelos pacientes.

Segundo a Sociedade Brasileira de Cardiologia (2014), o infarto agudo do miocárdio é uma das principais causas de morte no mundo, com aproximadamente 300 mil óbitos anuais apenas no Brasil, representando cerca de 820 óbitos por dia. As consequências de um infarto podem levar ao óbito por arritmia maligna, ruptura do músculo cardíaco, disfunção contrátil ou perda aguda de área extensa do músculo cardíaco, comprometendo a principal função do coração, que é bombear o sangue e prejudicando os demais órgãos.

Com os avanços da medicina e das técnicas laboratoriais, é possível detectar, de 2 a 72 horas após um indivíduo sofrer um infarto, os chamados marcadores cardíacos, que são responsáveis pelo diagnóstico. Para Solaro (2020), esses marcadores

são expressões bioquímicas da lesão das fibras cardíacas e podem ser detectados por enzimas como a desidrogenase láctica (DHL), aspartato aminotransferase (AST) e a isoenzima MB da creatina quinase (CK-MB). Além disso, outras proteínas, como a mioglobina e as troponinas T (cTnT) e I (cTnI), também são utilizadas como marcadores.

Recentemente, as troponinas têm recebido atenção crescente como marcadores altamente específicos de injúria celular. Elas formam um complexo que regula a interação cálcio-dependente da miosina com a actina e são constituídas por três diferentes proteínas (troponina I, C e T) presentes tanto no músculo esquelético quanto no cardíaco, sendo codificadas por diferentes genes.

A troponina C é idêntica tanto no músculo esquelético quanto no cardíaco, mas os genes codificadores das troponinas I e T são diferentes para o músculo cardíaco e esquelético. Segundo Souza *et al* (2016), isso possibilitou o desenvolvimento de anticorpos monoclonais com reatividade cruzada extremamente baixa, facilitando o diagnóstico do IAM.

Conforme Barbosa (2014), os marcadores cardíacos desempenham um papel fundamental no diagnóstico do infarto agudo do miocárdio, sendo importante estudar -los e estudar -los profundamente para confirmar se o paciente está sofrendo um infarto, contribuir para o tratamento e auxiliar na prevenção de distúrbios cardiovasculares, visando aumentar a sobrevivência da população.

O objetivo deste trabalho é realizar uma análise dos marcadores cardíacos, com ênfase na troponina, e relacioná-los ao infarto agudo do miocárdio.

2. Metodologia

Trata-se de revisão bibliográfica, onde foram utilizados artigos e pesquisas científicas constantes em banco de dados como Scielo e Lilacs, e Google acadêmico. A revisão realizada nesta pesquisa é do tipo revisão bibliográfica narrativa.

Segundo Enferm (2007), os artigos de revisão narrativa são publicações amplas, apropriadas para descrever e discutir o desenvolvimento ou o “estado da arte” de um determinado assunto, sob ponto de vista teórico ou contextual. As revisões narrativas não informam as fontes de informação utilizadas, a metodologia para busca das referências, nem os critérios utilizados na avaliação e seleção dos trabalhos constituem, basicamente, de análise da literatura publicada em livros, artigos de revista impressas e/ou eletrônicas na interpretação e análise crítica pessoal do autor.

O levantamento biográfico foi realizado maio/2023, adotando-se como descritores os termos: Contração muscular; Infarto do miocárdio; Doenças cardiovasculares.

Além disso, foram estabelecidos critérios de inclusão e exclusão. Como critério de inclusão, foram considerados artigos, monografias, dissertações e teses que abordassem o tema proposto, na língua portuguesa. Já como critérios de exclusão, foram descartados resumos, textos incompletos e produções acadêmicas que não estavam relacionadas ao tema em estudo. Com isso, obtivemos 30 artigos para análise, desses, 20 foram escolhidos para utilizarmos como base.

Vale mencionar que este estudo apresenta o mínimo de risco, uma vez que se trata de revisão de literatura fundamentada em base de dados confiáveis, os benefícios são inúmeros, já que a mesma representa maior informação sobre o tema para população e para profissionais da área, podendo, inclusive, ser base para outras pesquisas científicas. Ademais, os dados coletados para fazer a análise estatística do tema também tem como fonte literaturas já existentes sobre o tema.

Por fim, os conteúdos relevantes extraídos da leitura das publicações encontradas durante a busca bibliográfica serão resumidos no próximo tópico.

3. Resultados e Discussão

3.1 Definição e função da troponina

As troponinas são componentes essenciais do complexo regulador da contração muscular nos músculos estriados e cardíacos. Elas consistem em três proteínas: Troponina T (cTnT), Troponina I (cTnI) e Troponina C, presentes tanto no músculo esquelético quanto no cardíaco, e codificadas por diferentes genes.

As troponinas são componentes essenciais do complexo regulador da contração muscular nos músculos estriados e cardíacos. Elas consistem em três proteínas: Troponina T (cTnT), Troponina I (cTnI) e Troponina C, presentes tanto no músculo esquelético quanto no cardíaco, e codificadas por diferentes genes.

Segundo Motta (2009), a Troponina C desempenha um papel crucial como proteína de ligação reversível ao cálcio. Quando ativada pelo cálcio, ocorre uma mudança conformacional nos filamentos finos, permitindo a contração muscular. A molécula da troponina C possui dois domínios principais unidos por um ligante central – terminais N e C – com pontos de ligação ao cálcio em cada um desses domínios.

A Troponina I, uma unidade monomérica com peso molecular de 23,5 kDa, desempenha um papel como componente inibitório do complexo troponínico, inibindo a contração muscular quando a concentração de cálcio no plasma é baixa. Martins (2009) destaca que assim como a troponina C e outras proteínas, a troponina I possui um terminal N (domínio inibitório) e um terminal C (domínio de ligação à actina). A ligação da actina ao domínio inibitório da troponina I resulta na inibição do efeito ativador da actina sobre a ATP-ase da miosina, levando ao relaxamento muscular. Além disso, alguns autores atribuem à cTnI e à cTnT a mesma especificidade e importância na avaliação de danos cardíacos.

As isoformas mais relevantes para o diagnóstico do infarto agudo do miocárdio (IAM) são a Troponina T (cTnT) e a Troponina I (cTnI). De acordo com Motta (2009), esses marcadores são considerados precoces do IAM e permanecem elevados por um período mais prolongado, podendo ser detectados após 24 horas do início dos sintomas. As troponinas são significativamente mais sensíveis do que a isoenzima MB da creatina quinase (CK-MB).

A seleção entre a troponina T ou I depende do equipamento e dos ensaios disponíveis no laboratório de patologia. Os valores de normalidade podem variar de acordo com o kit de ensaio utilizado. Embora seja desafiador estabelecer um padrão-ouro para o diagnóstico de infarto, a CK-MB e as troponinas têm um desempenho diagnóstico semelhante nas primeiras 12 a 24 horas de evolução do infarto.

Nos últimos anos, De Lemos (2013) destaca que os ensaios para detecção de troponinas no sangue evoluíram, tornando-se ultrasensíveis e capazes de medir concentrações muito baixas de troponinas com alta precisão.

Embora as subunidades Tnc sejam fortemente específicas para miócitos cardíacos, elas podem ser liberadas sob um amplo espectro de condições patológicas não cardíacas, como sepse, doença renal crônica, emergências hipertensivas, sangramento gastrointestinal, acidente vascular cerebral e rabdomiólise. Nesse cenário, a detecção da troponina pode ser o resultado de 5–8% da liberação do componente citosólico em resposta ao *turnover* celular do miócito, liberação celular de produtos de degradação e aumento da permeabilidade da parede celular (Sheyin, 2015).

3.2 Importância clínica da troponina como biomarcador de lesões cardíacas

A troponina é uma proteína que desempenha um papel regulador na contração muscular, tanto nos músculos estriados como nos cardíacos. Bouwman (2014) aponta que ela está localizada nos filamentos contráteis do miócito, embora também esteja presente em pequenas quantidades no citosol.

Essa proteína pode ser dividida em três subunidades: C, I e T. Conforme Katruk (2013), a primeira delas, a troponina C, se liga ao cálcio e é expressa tanto nas fibras musculares esqueléticas quanto cardíacas. Por essa razão, ela não é um marcador específico para o coração, ao contrário das Troponinas I (TnIc) e Troponinas T (TnTc), que possuem sequências

genéticas e proteicas específicas que permitem o diagnóstico do IAM. Essas proteínas desempenham funções bem definidas. A troponina I se liga à actina e inibe a interação entre a actina e a miosina, prevenindo a contração muscular na ausência de cálcio. A troponina T se liga diretamente à tropomiosina.

De acordo com Silva (2011), alguns ensaios com troponinas cardíacas (TnT e TnI) têm apresentado vantagens em comparação com os ensaios realizados com CK-MB massa. Essas vantagens incluem uma maior especificidade para lesões cardíacas, uma vez que a CK-MB pode ser encontrada em tecidos que não são do coração, e a capacidade de detectar pequenas quantidades de lesão miocárdica, o que não é detectável pela enzima CK-MB (SBC, 2014). Devido à sua alta especificidade e sensibilidade, essas proteínas são consideradas marcadores de ouro para o diagnóstico de IAM.

A sensibilidade dessas troponinas, para Lima (2014), varia ao longo do tempo, mas a especificidade se mantém com valores aproximados entre 83% e 98%.

Uma das grandes vantagens da dosagem de troponina ao invés de CK-MB é que aquela atinge valores pico de até mais de 40 vezes o limite de detecção, enquanto está se restringe a seis a nove vezes. Sabe-se também que tanto a troponina I quanto a troponina T apresentam sensibilidade equivalente para o diagnóstico de injúria celular miocárdica (BONOTO, 2021).

Em geral, Souza *et al.* (2016) afirma que as troponinas têm a vantagem de permanecer em níveis elevados por um período prolongado de aproximadamente 24 horas após o início dos sinais clínicos de infarto, podendo chegar a mais de 40 vezes o limite de detecção. Observa-se que sua liberação começa de 4 a 8 horas após os sintomas iniciais.

3.3 Métodos de detecção e interpretação dos níveis de troponina

Segundo Thygesen (2007) o documento elaborado pela European Society of Cardiology (ESC), American College of Cardiology Foundation (ACCF), American Heart Association (AHA) e World Heart Federation (WHF) para a definição universal de IAM destaca a elevação e/ou queda das troponinas, conforme a situação clínica associada, como essencial para o diagnóstico.

Após um Infarto agudo do miocárdio (IAM), mioglobina, troponina I, troponina T e creatina quinase são liberados na corrente sanguínea, e a detecção desses marcadores cardíacos no soro auxilia na obtenção de um diagnóstico precoce e preciso. Zapp (2014) afirma que segundo a Organização Mundial da Saúde, indivíduos saudáveis apresentam níveis de troponina T abaixo de 0,01 ng/mL. O diagnóstico de IAM é estabelecido quando a concentração desse biomarcador na corrente sanguínea atinge 0,3 ng/mL. Cerca de 3 a 4 horas após o evento, o nível de troponina T no sangue ultrapassa os 0,3 ng/mL.

Ademas, para Vaz (2019), pacientes com insuficiência cardíaca compensada, a hsTnT (troponina T de alta sensibilidade) também pode ser encontrada próxima aos limites de decisão clínica, que é de 14 ng/L.

Os métodos comumente utilizados para a detecção de troponina T são ensaios de eletroquimioluminescência (ECLIA) e ensaios de imunoabsorção enzimática (ELISA). No entanto, Brondani (2014) aponta que esses métodos não são portáteis e exigem processos que só podem ser realizados em laboratórios clínicos, o que não é adequado para um diagnóstico rápido em situações de emergência cardíaca. Nesse contexto, os imunossensores desenvolvidos a partir da modificação de eletrodos com diversos materiais (nanomateriais, biomoléculas, materiais poliméricos) podem ser alternativas interessantes para essa aplicação, devido à velocidade de análise e à possibilidade de miniaturização do sistema analítico, permitindo portabilidade.

Entretanto, segundo estudos realizados por Haller (2023) é importante ressaltar que, embora níveis elevados de troponina no soro tenham sido originalmente considerados patognomônicos de infarto do miocárdio, ficou claro que os

ensaios altamente sensíveis de troponina detectam a presença de níveis elevados dessa proteína na ausência de infarto do miocárdio. Isso levou ao recente consenso da “Terceira definição universal de infarto do miocárdio”.

Quanto à interpretação dos níveis de troponina, podemos tomar como referência os seguintes valores (MAIR, 2018):

- **Troponina T cardíaca (cTnT):** < 0,014 ng/ml
- **TROPONINA I CARDÍACA (CTNI):**
 - **Homens:** < 19,8 pg/ml
 - **Mulheres:** < 11,6 pg/ml

Obs1: Início de elevação entre 3-6 horas da lesão miocárdica; Pico: em 24 horas; Normalização: em 7-14 horas

Obs2: Para a maioria das propostas clínicas, não há diferença entre a Troponina T cardíaca (cTnT) e Troponina I cardíaca (cTnI)

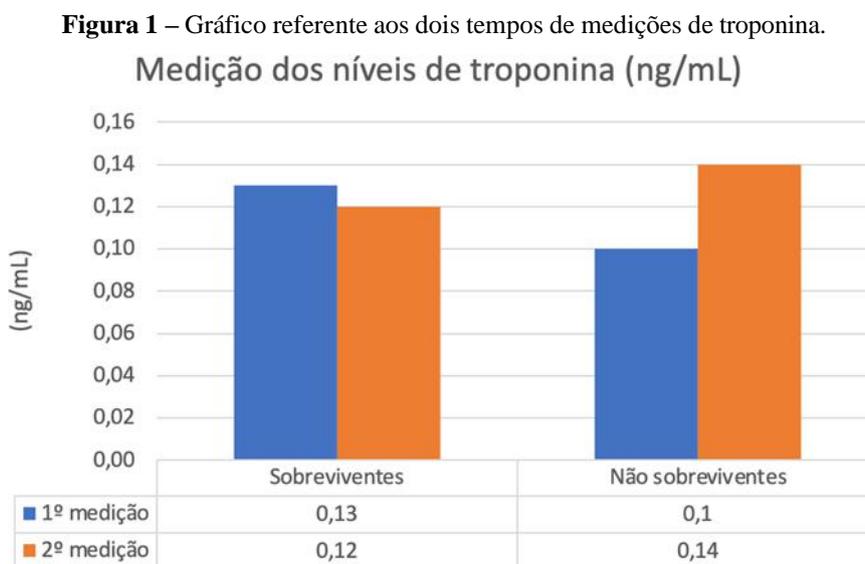
Obs3: Podem existir variações nos valores de referência, especialmente na avaliação da Troponina T cardíaca, em que existem mais de 20 kits reagentes disponíveis no mercado.

3.4 Análise estatística da relação entre tropanina elevada e lesões cardiovasculares

Por ser um estudo de revisão bibliográfica, a análise estatística em questão tem como base estudos já existentes sobre o assunto. Utilizamos os dados presentes no artigo elaborado por Domingues *et al.* (2021) (<https://doi.org/10.36660/abc.20190356>).

Para a análise, utilizamos os valores referentes a primeira e segunda medição dos níveis de troponina.

O nível de troponina I foi determinado em todos os pacientes do teste utilizando o mesmo imunoensaio padrão (Troponina I Siemens Dimension EXL). Os limites de detecção estabelecidos pelo fabricante foram 0,017 ng/mL como limite inferior e 4000 ng/mL como limite superior. As medidas abaixo do limite de detecção foram consideradas como 0. Os resultados do teste de troponina I foram considerados positivos quando o nível excedia o limite de referência (> 0,059 ng/mL) utilizado pelo laboratório. O que vamos destacar sobre o estudo é a diferença de resultado das medições entre pacientes sobreviventes e não sobreviventes dessas lesões cardiovasculares, confira no gráfico a seguir:



Fonte: Autoria própria (2023).

A elevação da troponina de forma isolada, sem a elevação concomitante da CK-MB ou mioglobina, foi um forte indicador de sobrevida. De fato, a elevação isolada da troponina na primeira medição estava presente em 58,7% dos sobreviventes em comparação com 40% dos não sobreviventes. Os pacientes que apresentaram elevação isolada da troponina em duas medições tiveram maior probabilidade de sobreviver, com 48 (53,9%) dos sobreviventes em comparação com 8 (17,4%) dos não sobreviventes ($p < 0,001$). Esses resultados foram obtidos a partir da análise de um grupo de 153 pessoas

4. Conclusão

Em conclusão, a troponina tem se destacado como um marcador altamente específico de lesão celular, especialmente no contexto do infarto agudo do miocárdio (IAM). As subunidades da troponina, como a troponina C, I e T, desempenham funções cruciais na regulação da contração muscular nos músculos esqueléticos e cardíacos. A presença das subunidades específicas da troponina cardíaca, como a troponina T e a troponina I, permite o diagnóstico preciso do IAM, fornecendo informações importantes para o tratamento e prevenção de distúrbios cardiovasculares.

Além disso, os avanços nos métodos de detecção, como os ensaios de alta sensibilidade, têm proporcionado maior sensibilidade e precisão na detecção de níveis elevados de troponina. No entanto, é importante considerar que altos níveis de troponina podem ser detectados em outras condições patológicas, o que requer uma interpretação cuidadosa dos resultados, com isso, nem sempre níveis elevados de troponina são indicações de IAM.

Ademais, o estudo e a análise estatística da relação entre troponina elevada e lesões cardiovasculares têm contribuído para um melhor entendimento e abordagem clínica dessas condições, podendo destacar que, a troponina é um excelente indicador de lesões cardiovasculares e de sobrevida.

Referências

- Barbosa, L. (2014). Os marcadores bioquímicos no diagnóstico do infarto agudo do miocárdio. Dissertação (Iniciação em Biomedicina). Unicid (Universidade da Cidade de São Paulo). São Paulo. <https://acervomais.com.br/index.php/saude/article/download/940/607/>
- Bonoto, L. C. M., & de Oliveira, L. G. (2020). A importância da implantação do teste de troponina de alta sensibilidade como marcador cardíaco em hospitais da aeronáutica do segundo escalão reforçado. Minas Gerais.
- Bouwman, B. B. L. M. (2014). Biomarcadores cardíacos no diagnóstico da Síndrome Coronária Aguda. (Dissertação de Mestrado). *Ciências Farmacêuticas. Universidade do Algarve*. Portugal. <https://core.ac.uk/download/pdf/216329529.pdf>
- Brondani, D.; Piovesan, J. V.; Westphal, E.; Gallardo, H.; Dutra, R. A. F.; Spinelli, A. & Vieira, I. C. (2014). A label-free electrochemical immunosensor based on an ionic organic molecule and chitosan-stabilized gold nanoparticles for the detection of cardiac troponin T. *Analyst*. 139, 5200–5208. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25222288/>
- Cantelle, C. F.; Lanaro, R. (2011). Indicadores Bioquímicos do Infarto Agudo do Miocárdio. *Revista Ciências em Saúde*, 1(3), 65-76. https://portalrcs.hcitajuba.org.br/index.php/rcsfmt_zero/article/view/53
- Domingues, C. et al. (2021). Valor Prognóstico de Níveis Elevados de Troponina I Isolados em Pacientes sem Síndrome Coronariana Aguda Admitidos no Serviço de Emergência. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*. v. 116, p. 928-937. <https://www.scielo.br/j/abc/a/xgy96VR9NkyjjFQPvcHzhFM/>
- Enferm, A. P. (2007). Revisão sistemática X revisão narrativa. *Acta paul enferm*, 20, 2. <https://www.scielo.br/j/ape/a/z7zZAZAGwYV6FR7S9FHTByr/?format=pdf&lang=pt>
- Haller, P. M., Sørensen, N. A., Hartikainen, T. S., Gößling, A., Lehmacher, J., Toprak, B., Twerenbold, R., Richter, J., Banko, T., Korschid, S., Schmidt, J., Keller, T., Zeller, T., Blankenberg, S., Westermann, D., & Neumann, J. T. (2023). Rising and Falling High-Sensitivity Cardiac Troponin in Diagnostic Algorithms for Patients With Suspected Myocardial Infarction. *Journal of the American Heart Association*, 12(10), e027166. <https://doi.org/10.1161/JAHA.122.027166>
- Katrakha I. A. (2013). Complexo troponina cardíaca humana. Estrutura e funções. *Bioquímica (Moscow)*. 78(13), 1447-1465. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24490734/>
- Lima O. S.; Vismari, L. (2014). Avaliação dos marcadores de lesão miocárdica solicitados em hospital paulista. *InfarmaCiências Farmacêuticas*. 26, 166-171. <https://www.revistas.cff.org.br/infarma/article/view/635>
- Mair, J., Lindahl, B., Hammarsten, O., Müller, C., Giannitsis, E., Huber, K., & Jaffe, AS (2018). Como é liberada a troponina cardíaca do miocárdio lesado? *Jornal europeu do coração: cuidados cardiovasculares agudos*, 7 (6), 553-560. <https://academic.oup.com/ehjacc/article/7/6/553/5924240?login=false>

- Martins, C. S. (2009). Troponina: estrutura, fisiopatologia e importância clínica para além da isquemia miocárdica. *Arquivos de medicina*, 23(6), 221-240. https://scielo.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0871-34132009000600004?cript=sci_arttext&pid=S0871-34132009000600004
- Motta, V. T. (2009). *Bioquímica clínica para o laboratório – princípios e interpretações*. (5a ed.). MedBook.
- Sheyin, O., Davies, O., Duan, W., & Perez, X. (2015). O significado prognóstico da elevação da troponina em pacientes com sepsis: uma meta-análise. *Heart & Lung*, 44 (1), 75-81. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0147956314003707>
- da Silva, S. H., & Moresco, R. N. (2011). Biomarcadores cardíacos na avaliação da síndrome coronariana aguda. *Scientia medica*, 21(3). <https://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/scientiamedica/article/download/7941/6725/0>.
- Sociedade Brasileira de Cardiologia (SBC) (2014). *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*. 102(3). http://publicacoes.cardiol.br/consenso/2014/Diretriz_de_IAM.pdf
- Soeiro, A. D. M., Biselli, B., Leal, T. C., Bossa, A. S., César, M. C., Jallad, S., & Oliveira Jr, M. T. D. (2022). Desempenho diagnóstico da angiotomografia computadorizada e da avaliação seriada de troponina cardíaca sensível em pacientes com dor torácica e risco intermediário para eventos cardiovasculares. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 118, 894-902. <https://www.scielo.br/j/abc/a/89w4xqqQpKsWnHZhWt3dQw/>
- Solaro, C. R., & Solaro, R. J. (2020). Implicações da biologia complexa e do microambiente dos sarcômeros cardíacos no uso de anticorpos troponina de alta afinidade como biomarcadores séricos para distúrbios cardíacos. *Journal of Molecular and Cellular Cardiology*. 143, 145-158. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022282820301929>
- Souza, L. P., Martins, W., Gonçalves, J., Machado, M., & Rodrigues, P. (2016). Marcadores bioquímicos no infarto agudo do miocárdio: revisão de literatura. *Temas em Saúde*, 162-172. <https://temasemsaude.com/wp-content/uploads/2016/09/16310.pdf>
- Thygesen, K., Alpert, J. S., White, H. D. (2007). Definição universal de infarto do miocárdio. *circulação*, 116 (22), 2634-2653. <https://www.ahajournals.org/doi/full/10.1161/CIRCULATIONAHA.107.187397>
- Vaz, H. A., Guimarães, R. B., & Dutra, O. (2019). Desafios na interpretação do ensaio de troponina de alta sensibilidade para terapia intensiva. *Revista Brasileira de Terapia Intensiva*, 31, 93-105. <https://www.scielo.br/j/rbti/a/pN9vKHT8s5fktbtdbmsw7D/?lang=en&format=html>
- Zapp, E., da Silva, P S, Westphal, E., Gallardo, H., Spinelli, A., & Vieira, I. C. (2014). Imunosensor de troponina T baseado em cristal líquido e nanopartículas de ouro suportadas por silsesquioxano. *Bioconjugate Chemical*, 25 (9), 1638-1643. <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/bc500341a>