

FATORES ASSOCIADOS À RECUPERAÇÃO DA FUNÇÃO VENTRICULAR ESQUERDA EM PACIENTES COM TAQUICARDIOMIOPATIA

**FACTORS ASSOCIATED WITH LEFT VENTRICULAR FUNCTION RECOVERY
IN PATIENTS WITH TACHYCARDIOMYOPATHY**

Ciências da Saúde • 16/10/2026

REGISTRO DOI: [10.70773/revistatopicos/792120948](https://doi.org/10.70773/revistatopicos/792120948)

Jessyca Naiara Secundino de Souza¹

Rafaela Maia de Oliveira Moraes²

Gabriel Azevedo Brito³

João Manoel Vilas Boas Sales de Santana⁴

Maria dos Remédios Antunes Magalhães⁵

João Gabriel Lemos de Meneses⁶

Altemar Ferreira de Andrade Junior⁷

Nathália Queiroz Galdino Manguiera⁸

Marlon Bruno Sousa Lopes⁹

Dhiana de Sousa Dantas Pragana¹⁰

Danyelle Carvalho dos Santos¹¹

Elielson Felix Gonçalves¹²

RESUMO

Objetivo: Identificar os principais fatores associados à recuperação da função ventricular esquerda em pacientes com taquicardiomiopatia. **Revisão bibliográfica:** A recuperação da função ventricular após o controle da arritmia ocorre de forma heterogênea. Estudos apontam maior probabilidade de recuperação da fração de ejeção do ventrículo esquerdo (FEVE) em pacientes mais jovens, com menor duração e menor carga arritmica, menor dilatação ventricular e ausência de fibrose miocárdica. Entre indivíduos com extrassístoles ventriculares, cargas superiores a 24% dos batimentos foram associadas ao desenvolvimento de cardiomiopatia, enquanto a redução da carga para valores inferiores a 5% acompanhou a recuperação da função ventricular. Na taquicardia atrial focal incessante, a recuperação completa foi observada em aproximadamente 80% dos pacientes com duração da arritmia inferior a seis meses, reduzindo-se para cerca de 40% quando a duração ultrapassava dois anos. Maior dilatação ventricular e presença de realce tardio pelo gadolínio também foram relacionadas a menor possibilidade de recuperação. Alterações no strain longitudinal e menores níveis de biomarcadores cardíacos foram associados a melhores resultados funcionais. **Conclusão:** A recuperação ventricular parece depender principalmente da intensidade e do tempo de exposição à arritmia, além da extensão das alterações estruturais e funcionais do miocárdio. Entretanto, a diversidade metodológica dos estudos disponíveis dificulta o estabelecimento de fatores preditores aplicáveis de maneira uniforme a todos os pacientes.

Palavras-chave: Taquicardiomiopatia; Disfunção ventricular esquerda; Recuperação ventricular; Fração de ejeção do ventrículo esquerdo; Arritmias cardíacas.

ABSTRACT

Objective: To identify the main factors associated with recovery of left ventricular function in patients with tachycardia-induced cardiomyopathy. **Literature Review:** Recovery of ventricular function after arrhythmia control occurs heterogeneously. Studies indicate a greater likelihood of recovery of left ventricular ejection fraction (LVEF) in younger patients, those with shorter arrhythmia duration and lower arrhythmic burden, less ventricular dilation, and absence of myocardial fibrosis. Among individuals with premature ventricular contractions, burdens exceeding 24% of beats were associated with the development of cardiomyopathy, whereas reducing the burden to below 5% was accompanied by recovery of ventricular function. In patients with incessant focal atrial tachycardia, complete recovery was observed in approximately 80% of patients with an arrhythmia duration of less than six months, decreasing to approximately 40% when the duration exceeded two years. Greater ventricular dilation and the presence of late gadolinium enhancement were also associated with a lower likelihood of recovery. Changes in longitudinal strain and lower levels of cardiac biomarkers were associated with better functional outcomes. **Conclusion:** Ventricular recovery appears to depend primarily on the intensity and duration of exposure to the arrhythmia, as well as the extent of structural and functional myocardial abnormalities. However, the methodological heterogeneity of the available studies limits the establishment of predictors that can be uniformly applied to all patients.

Keywords: Tachycardia-induced cardiomyopathy; Left ventricular dysfunction; Ventricular recovery; Left ventricular ejection fraction; Cardiac arrhythmias.

1. INTRODUÇÃO

As taquiarritmias representam um grupo heterogêneo de alterações do ritmo cardíaco caracterizadas por aumento da frequência cardíaca, atividade elétrica anormal ou desorganização da ativação atrial e/ou ventricular, podendo resultar em diferentes graus de comprometimento hemodinâmico e funcional (Shinbane *et al.*, 1997; Gopinathannair *et al.*, 2015). Em condições fisiológicas, a atividade elétrica cardíaca é coordenada pelo sistema especializado de condução, permitindo que a ativação dos átrios e dos ventrículos ocorra de maneira organizada e resulte em contração miocárdica eficiente (Shinbane *et al.*, 1997). Quando esse equilíbrio é alterado por uma taquiarritmia sustentada ou por elevada carga arritmica, a frequência e a organização das contrações cardíacas podem se tornar inadequadas para a manutenção da função mecânica normal do coração (Shinbane *et al.*, 1997; Gopinathannair *et al.*, 2015).

Historicamente, a avaliação das taquiarritmias esteve predominantemente direcionada à identificação do distúrbio eletrofisiológico e ao controle das manifestações clínicas decorrentes da alteração do ritmo, como palpitações, dispneia, tontura, intolerância aos esforços e síncope (Gopinathannair *et al.*, 2015). Essa abordagem concentrava-se principalmente na caracterização do mecanismo da arritmia, na determinação de sua origem e na redução de seus efeitos hemodinâmicos imediatos (Gopinathannair *et al.*, 2015). Entretanto, estudos experimentais e clínicos demonstraram que a exposição persistente do miocárdio a frequências cardíacas elevadas ou a determinados padrões de ativação elétrica pode produzir alterações progressivas na estrutura e na função ventricular, estabelecendo uma relação bidirecional entre distúrbios do ritmo e doença miocárdica (Shinbane *et al.*, 1997; Gopinathannair *et al.*, 2015).

As primeiras evidências experimentais dessa relação foram obtidas a partir de modelos animais submetidos à estimulação cardíaca artificial prolongada. Whipple *et al.* (1962) demonstraram que a indução persistente de taquicardia era acompanhada por alterações progressivas da função cardíaca, incluindo dilatação ventricular e redução da capacidade contrátil do miocárdio (Whipple *et al.*, 1962). Esses achados foram particularmente relevantes por demonstrarem que a manutenção de uma frequência cardíaca elevada poderia, por si só, produzir deterioração da função ventricular, mesmo na ausência de uma causa primária inicialmente responsável pela lesão miocárdica (Whipple *et al.*, 1962). Posteriormente, observações realizadas em seres humanos demonstraram que pacientes com diferentes tipos de taquiarritmias também poderiam apresentar desenvolvimento de disfunção ventricular e manifestações de insuficiência cardíaca, com recuperação da função ventricular após o controle do distúrbio do ritmo em uma parcela desses indivíduos (Shinbane *et al.*, 1997; Medi *et al.*, 2009).

A partir dessas evidências, consolidou-se o conceito de que determinadas taquiarritmias podem atuar não apenas como manifestação ou consequência de uma doença cardíaca preexistente, mas também como fator causal ou agravante da disfunção miocárdica (Shinbane *et al.*, 1997; Gopinathannair *et al.*, 2015). Essa relação passou a ser incluída no espectro das cardiomiopatias induzidas por arritmia (arrhythmia-induced cardiomyopathy – AiCM), condição na qual a presença e a persistência de uma arritmia contribuem para o desenvolvimento ou para a progressão da disfunção ventricular (Stegmann *et al.*, 2023). Dentro desse espectro, a taquicardiomiopatia corresponde à forma relacionada à exposição miocárdica a uma frequência cardíaca persistentemente elevada ou a uma carga significativa de

taquiarritmia, podendo ocorrer em associação com diferentes substratos e tipos de arritmia (Gopinathannair *et al.*, 2015; Aoyama *et al.*, 2020).

A importância clínica da taquicardiomiopatia está diretamente relacionada ao seu potencial de reversibilidade. Diferentemente de determinadas cardiomiopatias estruturais nas quais alterações miocárdicas estabelecidas podem apresentar recuperação limitada, a disfunção ventricular associada à taquiarritmia pode melhorar substancialmente após a redução da frequência cardíaca ou o controle da arritmia responsável (Shinbane *et al.*, 1997; Medi *et al.*, 2009; Gopinathannair *et al.*, 2015). Essa recuperação pode ocorrer após diferentes estratégias terapêuticas, dependendo do tipo de arritmia e do contexto clínico, incluindo controle da frequência ventricular, restauração do ritmo sinusal, tratamento farmacológico, cardioversão ou procedimentos de ablação quando indicados (Gopinathannair *et al.*, 2015; Stegmann *et al.*, 2023). A possibilidade de recuperação funcional reforça a necessidade de reconhecer precocemente a participação da arritmia na gênese da disfunção ventricular, uma vez que o tratamento do distúrbio do ritmo pode modificar a evolução clínica do paciente (Gopinathannair *et al.*, 2015; Stegmann *et al.*, 2023).

Apesar de sua importância, a terminologia e os critérios utilizados para definir a taquicardiomiopatia permanecem heterogêneos na literatura (Gopinathannair *et al.*, 2015; Stegmann *et al.*, 2023). Expressões como “cardiomiopatia induzida por taquicardia”, “cardiomiopatia induzida por arritmia” e “cardiomiopatia relacionada à taquicardia” são utilizadas em diferentes contextos para descrever quadros nos quais existe associação entre uma arritmia persistente ou frequente e a presença de disfunção ventricular (Gopinathannair

et al., 2015; Stegmann *et al.*, 2023). Essa diversidade terminológica reflete, em parte, a dificuldade de estabelecer uma relação causal inequívoca entre a arritmia e a disfunção ventricular, principalmente quando o paciente apresenta simultaneamente alterações estruturais ou outras condições capazes de comprometer a função cardíaca (Aoyama *et al.*, 2020).

Na tentativa de estabelecer critérios mais objetivos, Hasdemir *et al.* (2011) propuseram uma definição baseada na presença de fração de ejeção do ventrículo esquerdo (FEVE) igual ou inferior a 50%, na ausência de cardiopatia estrutural subjacente, associada a recuperação da FEVE de pelo menos 15% após o tratamento da arritmia (Hasdemir *et al.*, 2011). Embora esse critério tenha contribuído para a padronização conceitual da doença, diferentes estudos posteriores empregaram definições distintas para caracterizar a cardiomiopatia induzida por arritmia e sua reversibilidade (Gopinathannair *et al.*, 2015; Aoyama *et al.*, 2020; Stegmann *et al.*, 2023). Consequentemente, a comparação entre os resultados disponíveis na literatura pode ser dificultada pela utilização de diferentes pontos de corte para função ventricular, diferentes períodos de acompanhamento e diferentes critérios para determinar a recuperação após o controle da arritmia (Gopinathannair *et al.*, 2015; Stegmann *et al.*, 2023).

A ocorrência da taquicardiomiopatia também permanece difícil de determinar com precisão, uma vez que sua prevalência e incidência variam de acordo com a população estudada, o tipo de arritmia, sua duração e a definição utilizada para estabelecer o diagnóstico (Medi *et al.*, 2009; Hasdemir *et al.*, 2011; Gopinathannair *et al.*, 2015). A condição pode ser observada em associação com diferentes distúrbios do ritmo, incluindo taquicardia atrial focal, taquicardia

juncional, flutter atrial, fibrilação atrial e arritmias ventriculares frequentes (Medi *et al.*, 2009; Gopinathannair *et al.*, 2015; Albakri, 2018; Lishmanov *et al.*, 2010; Marrouche *et al.*, 2018). As estimativas descritas na literatura apresentam ampla variabilidade, sendo relatadas frequências aproximadas de 10% em pacientes com taquicardia atrial focal, 20–50% na taquicardia juncional, cerca de 25% no flutter atrial, 10–50% na fibrilação atrial e 9–34% em indivíduos com disritmias ventriculares frequentes (Albakri, 2018; Gopinathannair *et al.*, 2015; Lishmanov *et al.*, 2010; Marrouche *et al.*, 2018). A amplitude dessas estimativas evidencia a heterogeneidade da população acometida e sugere que a carga da cardiomiopatia associada à arritmia pode variar substancialmente conforme o substrato clínico e o tipo de distúrbio do ritmo considerado (Medi *et al.*, 2009; Gopinathannair *et al.*, 2015).

A identificação da taquicardiomiopatia na prática clínica permanece particularmente complexa porque a disfunção ventricular pode ser consequência da própria arritmia, mas também pode representar manifestação de uma cardiopatia estrutural preexistente que, simultaneamente, favoreça a ocorrência da arritmia (Medi *et al.*, 2009; Gopinathannair *et al.*, 2015). Essa relação bidirecional dificulta a determinação da causalidade no momento da apresentação inicial, sobretudo em pacientes que apresentam redução da FEVE sem diagnóstico etiológico previamente estabelecido (Gopinathannair *et al.*, 2015; Aoyama *et al.*, 2020). Além disso, não existem marcadores clínicos, laboratoriais ou de imagem capazes de estabelecer, isoladamente e com elevada segurança, o diagnóstico de cardiomiopatia induzida por arritmia antes da observação da resposta ao tratamento (Medi *et al.*, 2009; Gupta; Figueredo, 2014; Nodera *et al.*, 2022).

Por essa razão, a confirmação da natureza predominantemente arritmica da disfunção ventricular ocorre frequentemente de maneira retrospectiva (Medi *et al.*, 2009; Aoyama *et al.*, 2020). Nessa situação, a recuperação da função ventricular após o controle efetivo da arritmia constitui um dos principais elementos utilizados para sustentar a hipótese de taquicardiomiopatia, particularmente quando outras etiologias capazes de explicar a disfunção ventricular não são identificadas (Medi *et al.*, 2009; Gupta; Figueredo, 2014). Entretanto, essa abordagem apresenta uma limitação importante: o diagnóstico etiológico definitivo pode depender de um período de acompanhamento no qual o paciente já apresenta disfunção ventricular estabelecida e permanece exposto aos potenciais efeitos clínicos dessa condição (Nodera *et al.*, 2022).

Outro aspecto relevante é que o controle da arritmia não resulta necessariamente em recuperação completa da função ventricular em todos os pacientes (Medi *et al.*, 2009; Kusunose *et al.*, 2017; Prabhu *et al.*, 2017). Estudos demonstram heterogeneidade na resposta funcional após o tratamento, sendo que uma parcela dos indivíduos permanece com algum grau de disfunção ventricular mesmo após o controle considerado eficaz da arritmia (Medi *et al.*, 2009; Kusunose *et al.*, 2017; Prabhu *et al.*, 2017). Essa variabilidade é clinicamente relevante porque indica que a presença de uma arritmia potencialmente reversível não significa, necessariamente, que o miocárdio apresentará recuperação integral após a intervenção terapêutica (Gopinathannair *et al.*, 2015; Prabhu *et al.*, 2017; Stegmann *et al.*, 2023).

A magnitude da recuperação ventricular parece estar relacionada a um conjunto de fatores que envolvem as características do paciente, o substrato cardíaco e o padrão de exposição à arritmia

(Gopinathannair *et al.*, 2015; Aoyama *et al.*, 2020; Stegmann *et al.*, 2023). Entre os aspectos de interesse estão a presença de cardiopatia estrutural, a intensidade e a duração da exposição à taquicardia, o tipo específico de arritmia, a carga arritmica e o grau inicial de comprometimento da função ventricular (Gopinathannair *et al.*, 2015; Medi *et al.*, 2009; Aoyama *et al.*, 2020). A presença de doença miocárdica preexistente também pode interferir na recuperação, uma vez que a disfunção ventricular observada nesses pacientes pode resultar da associação entre o efeito da arritmia e alterações estruturais permanentes do miocárdio (Gopinathannair *et al.*, 2015).

As características da própria arritmia constituem outro componente potencialmente relevante para a reversibilidade da disfunção ventricular (Gopinathannair *et al.*, 2015; Stegmann *et al.*, 2023). O tipo de taquiarritmia, a duração da exposição, a frequência ventricular alcançada e a carga arritmica podem modificar a intensidade da sobrecarga imposta ao miocárdio (Gopinathannair *et al.*, 2015; Aoyama *et al.*, 2020). Na fibrilação atrial, por exemplo, a irregularidade da resposta ventricular e a possibilidade de períodos prolongados de frequência ventricular elevada podem contribuir para o comprometimento da função cardíaca, enquanto outras taquicardias podem apresentar diferentes padrões de exposição e mecanismos fisiopatológicos (Gopinathannair *et al.*, 2015; Aoyama *et al.*, 2020). Dessa forma, a avaliação do tipo e da carga da arritmia pode ser relevante não apenas para o diagnóstico, mas também para a estimativa do potencial de recuperação ventricular (Gopinathannair *et al.*, 2015; Stegmann *et al.*, 2023).

Os métodos de imagem cardíaca apresentam papel fundamental nesse processo por permitirem caracterizar tanto a magnitude da

disfunção ventricular quanto o substrato estrutural associado à doença (Aoyama *et al.*, 2020; Stegmann *et al.*, 2023). A ecocardiografia constitui uma ferramenta central para a avaliação da função ventricular esquerda, possibilitando a mensuração da FEVE, a análise dos volumes e dimensões das câmaras cardíacas e o acompanhamento seriado da resposta ventricular após o tratamento da arritmia (Aoyama *et al.*, 2020; Stegmann *et al.*, 2023). A avaliação ecocardiográfica também pode fornecer informações adicionais sobre alterações estruturais e funcionais que auxiliam na caracterização do fenótipo cardíaco apresentado pelo paciente (Aoyama *et al.*, 2020).

A ressonância magnética cardíaca, por sua vez, permite uma caracterização mais detalhada do tecido miocárdico e pode fornecer informações relevantes para a diferenciação entre uma disfunção potencialmente reversível relacionada à arritmia e formas de cardiomiopatia associadas a alterações estruturais mais estabelecidas (Aoyama *et al.*, 2020; Stegmann *et al.*, 2023). A identificação de alterações relacionadas à fibrose e de outros padrões de comprometimento miocárdico por meio da ressonância magnética pode contribuir para a caracterização do substrato cardíaco e para a avaliação da possibilidade de recuperação funcional (Aoyama *et al.*, 2020; Nodera *et al.*, 2022). Assim, a combinação dos dados obtidos pela ecocardiografia e pela ressonância magnética pode ampliar a capacidade de avaliação prognóstica dos pacientes com disfunção ventricular associada à arritmia (Aoyama *et al.*, 2020; Stegmann *et al.*, 2023).

A necessidade de identificar marcadores capazes de antecipar a recuperação ventricular decorre, portanto, da própria heterogeneidade da evolução clínica desses pacientes (Kusunose *et*

al., 2017; Prabhu *et al.*, 2017; Nodera *et al.*, 2022). Embora o controle da arritmia seja fundamental para interromper o estímulo potencialmente responsável pela deterioração funcional, a resposta ventricular subsequente pode variar de recuperação expressiva até persistência de disfunção cardíaca (Medi *et al.*, 2009; Kusunose *et al.*, 2017; Prabhu *et al.*, 2017). A identificação de características associadas a essas diferentes trajetórias poderia contribuir para uma estratificação prognóstica mais individualizada e para o planejamento do acompanhamento clínico desses pacientes (Nodera *et al.*, 2022; Stegmann *et al.*, 2023).

Apesar dos avanços no reconhecimento e no tratamento da cardiomiopatia induzida por arritmia, ainda permanecem lacunas relacionadas à determinação dos fatores que permitem predizer, no momento da avaliação inicial, quais pacientes apresentam maior probabilidade de recuperação da função ventricular esquerda (Gopinathannair *et al.*, 2015; Nodera *et al.*, 2022; Stegmann *et al.*, 2023). A ausência de marcadores prognósticos amplamente validados, associada à heterogeneidade dos critérios diagnósticos e dos desfechos utilizados nos diferentes estudos, limita a capacidade de estabelecer uma estimativa uniforme de reversibilidade (Stegmann *et al.*, 2023). Além disso, a coexistência de cardiopatia estrutural, diferentes tipos de arritmia e diferentes tempos de exposição dificulta a identificação de um único fator capaz de explicar a recuperação ventricular em toda a população acometida (Gopinathannair *et al.*, 2015; Aoyama *et al.*, 2020).

Nesse contexto, a sistematização dos fatores associados à reversibilidade da disfunção ventricular esquerda apresenta relevância clínica e científica, uma vez que a caracterização desses fatores pode auxiliar na identificação de pacientes com maior

potencial de recuperação após o controle da arritmia (Nodera *et al.*, 2022; Stegmann *et al.*, 2023). A integração de características clínicas, parâmetros relacionados à arritmia e informações provenientes dos métodos de imagem pode contribuir para uma compreensão mais abrangente dos determinantes da recuperação funcional e para o aprimoramento da avaliação prognóstica desses pacientes (Gopinathannair *et al.*, 2015; Aoyama *et al.*, 2020; Stegmann *et al.*, 2023). Dessa forma, a análise dos preditores de reversibilidade da disfunção ventricular esquerda torna-se relevante para compreender quais características estão associadas a maior ou menor potencial de recuperação em pacientes com cardiomiopatia induzida por arritmia (Medi *et al.*, 2009; Kusunose *et al.*, 2017; Prabhu *et al.*, 2017).

Diante desse cenário, o presente estudo tem como objetivo analisar os principais preditores de reversibilidade da disfunção ventricular esquerda em pacientes com cardiomiopatia induzida por arritmia, considerando fatores clínicos, características relacionadas ao tipo, à duração e à carga da arritmia e parâmetros obtidos por métodos de imagem cardíaca.

2. METODOLOGIA

Trata-se de uma revisão narrativa da literatura sobre os principais preditores associados à reversibilidade da disfunção ventricular esquerda em pacientes com taquicardiomiopatia. A pergunta norteadora foi definida como: “Quais são os principais preditores associados à reversibilidade da disfunção ventricular esquerda em pacientes com taquicardiomiopatia?”

A busca bibliográfica foi realizada principalmente na base PubMed/PMC (PubMed Central), entre agosto e dezembro de 2025. Foram utilizados termos relacionados à taquicardiomiopatia, cardiomiopatia induzida por arritmia, disfunção ventricular esquerda, fração de ejeção do ventrículo esquerdo, recuperação da função ventricular e preditores de recuperação, combinados por meio dos operadores booleanos AND e OR. De forma complementar, foi realizada busca manual nas listas de referências dos estudos selecionados, por meio da estratégia de snowballing, com o objetivo de identificar publicações adicionais relacionadas ao tema.

Foram considerados estudos que avaliaram a recuperação ou reversibilidade da disfunção ventricular esquerda em pacientes adultos com taquicardiomiopatia ou cardiomiopatia induzida por arritmia. Foram incluídos estudos observacionais, ensaios clínicos, séries de casos, revisões sistemáticas e revisões narrativas, publicados entre 2015 e 2025, sem restrição de idioma. Também foram consideradas publicações anteriores a esse período quando apresentavam dados relevantes para a compreensão da taquicardiomiopatia e da recuperação da função ventricular. Foram excluídos relatos de caso isolados, editoriais, cartas ao editor, resumos de congressos sem texto completo e estudos exclusivamente pediátricos, além de publicações sem relação direta com o objetivo da revisão.

A análise dos estudos foi realizada de forma qualitativa e descritiva, considerando as características das populações estudadas, os métodos empregados, os fatores avaliados e os principais resultados relacionados à recuperação da função ventricular esquerda. Os achados foram organizados e discutidos de acordo com os principais

fatores associados à reversibilidade da disfunção ventricular, incluindo características clínicas, carga e duração da arritmia, tipo de arritmia, grau de dilatação ventricular, parâmetros de função miocárdica, presença de fibrose miocárdica e biomarcadores cardíacos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A recuperação da função ventricular após o controle da arritmia é uma das principais características da taquicardiomiopatia (Gopinathannair *et al.*, 2015). A redução da frequência cardíaca ou da carga arritmica pode ser acompanhada pela melhora da FEVE, pela redução dos volumes ventriculares e, em alguns pacientes, pela normalização da função sistólica (Shinbane *et al.*, 1997; Gopinathannair *et al.*, 2015). Entretanto, essa recuperação não ocorre de forma igual em todos os pacientes; estudos relacionam a evolução da função ventricular a fatores como idade, presença de comorbidades, tipo e duração da arritmia, carga arritmica, grau de dilatação ventricular, presença de alterações estruturais e níveis de biomarcadores cardíacos (Medi *et al.*, 2009; Baman *et al.*, 2010; Kusunose *et al.*, 2017; Prabhu *et al.*, 2017; Aoyama *et al.*, 2020; Borges-Rosa *et al.*, 2024).

A FEVE inicial, isoladamente, não permite determinar se a função ventricular será recuperada após o tratamento da arritmia. A possibilidade de recuperação depende também das características do miocárdio. Quando a disfunção está principalmente relacionada à exposição prolongada à arritmia e não existem alterações estruturais importantes, pode ocorrer recuperação significativa após o controle do ritmo (Gopinathannair *et al.*, 2015). Por outro lado, a presença de fibrose, doença isquêmica ou remodelamento

ventricular avançado pode limitar essa recuperação, pois essas alterações podem permanecer mesmo após o controle da arritmia (Gopinathannair *et al.*, 2015; Prabhu *et al.*, 2017).

3.1. Características Clínicas Associadas à Recuperação Ventricular

A idade foi relacionada à recuperação da função ventricular em diferentes estudos. Hasdemir *et al.* (2011) observaram maior idade entre pacientes com extrassístoles ventriculares frequentes associadas à disfunção ventricular. Em pacientes com taquicardia atrial focal incessante, Medi *et al.* (2009) encontraram maior frequência de recuperação completa da FEVE entre os indivíduos mais jovens. Estudos posteriores também avaliaram características clínicas associadas à recuperação da função ventricular após o tratamento da fibrilação atrial, incluindo variáveis demográficas e ecocardiográficas (Borges-Rosa *et al.*, 2024).

Ermert *et al.* (2023), em uma coorte de 480 pacientes hospitalizados por insuficiência cardíaca, identificaram taquicardiomiopatia induzida por fibrilação atrial ou flutter atrial em 5,4% dos casos e em 33% dos pacientes com insuficiência cardíaca e FEVE reduzida associada a essas arritmias. Na análise multivariada, idade inferior a 79 anos, frequência cardíaca de repouso superior a 112 bpm e NT-proBNP inferior a 5.419 pg/mL foram indicadores independentes de taquicardiomiopatia. Esses resultados reforçam a associação entre idade mais baixa e maior probabilidade de a disfunção ventricular estar relacionada à arritmia, embora o estudo não permita atribuir à idade, isoladamente, o papel de determinante da recuperação ventricular (Ermert *et al.*, 2023).

Os níveis de biomarcadores cardíacos também foram associados à avaliação da disfunção ventricular relacionada à arritmia. Aoyama *et al.* (2020) demonstraram que a troponina T cardíaca de alta sensibilidade apresentou capacidade preditiva para a recuperação da função sistólica ventricular esquerda após ablação por cateter em pacientes com cardiomiopatia relacionada à fibrilação atrial. Posteriormente, níveis reduzidos de troponina I foram associados à presença de cardiomiopatia induzida por arritmia em pacientes com fibrilação atrial e disfunção sistólica ventricular (Aoyama *et al.*, 2023). Esses achados indicam que os biomarcadores cardíacos podem contribuir para a avaliação da relação entre a arritmia e a disfunção ventricular e para a identificação de características associadas à recuperação funcional.

O sexo não apresentou associação consistente com a recuperação da função ventricular nos estudos avaliados. Baman *et al.* (2010), Brembilla-Perrot *et al.* (2016) e Marrouche *et al.* (2018) não demonstraram associação independente e uniforme entre sexo e recuperação após o tratamento das arritmias estudadas (Baman *et al.*, 2010; Brembilla-Perrot *et al.*, 2016; Marrouche *et al.*, 2018).

As comorbidades cardiovasculares também foram associadas à persistência da disfunção ventricular. Kusunose *et al.* (2017) avaliaram parâmetros de deformação miocárdica como preditores da recuperação da função ventricular em pacientes com taquicardiomiopatia. A presença de doenças cardiovasculares estruturais pode contribuir para alterações miocárdicas que persistem mesmo após o controle da arritmia, limitando a recuperação funcional (Gopinathannair *et al.*, 2015; Kusunose *et al.*, 2017). Quando essas alterações estruturais já estão presentes, o controle da arritmia pode não ser suficiente para produzir

recuperação completa da função ventricular (Kusunose *et al.*, 2017; Borges-Rosa *et al.*, 2024).

3.2. Tipo, Carga e Duração da Arritmia

A carga arritmica está relacionada ao desenvolvimento da disfunção ventricular em algumas populações. Baman *et al.* (2010) avaliaram 174 pacientes submetidos à ablação de extrassístoles ventriculares frequentes e identificaram cardiomiopatia atribuída às extrassístoles em 57 pacientes. Nesses indivíduos, a FEVE aumentou de aproximadamente 35% para 55% após a redução da carga arritmica. Cerca de 80% dos pacientes alcançaram FEVE $\geq 50\%$. Os autores observaram associação entre carga de extrassístoles superior a 24% dos batimentos e presença de cardiomiopatia. Após o tratamento, a redução da carga para menos de 5% esteve acompanhada de recuperação da função ventricular (Baman *et al.*, 2010).

O valor de 24% não pode ser aplicado diretamente a outros tipos de arritmia. A forma de medir a carga arritmica varia de acordo com o distúrbio do ritmo. Nas extrassístoles ventriculares, a carga corresponde à proporção de batimentos ectópicos em relação ao total de batimentos registrados. Na fibrilação atrial, corresponde à proporção do período de monitorização em que a arritmia está presente (Baman *et al.*, 2010; Gopinathannair *et al.*, 2015). Em pacientes com fibrilação atrial paroxística, períodos curtos de monitorização podem não representar toda a carga arritmica do paciente (Gopinathannair *et al.*, 2015).

A duração da arritmia também está relacionada à recuperação ventricular. Medi *et al.* (2009) observaram recuperação completa da FEVE em aproximadamente 80% dos pacientes com taquicardia

atrial focal incessante com duração inferior a seis meses. Entre os pacientes com duração superior a dois anos, a recuperação completa ocorreu em aproximadamente 40%. Esses resultados indicam menor frequência de recuperação completa entre os pacientes expostos à arritmia por períodos mais prolongados (Medi *et al.*, 2009).

A exposição prolongada à frequência cardíaca elevada pode produzir alterações progressivas no miocárdio. Inicialmente, podem ocorrer alterações no metabolismo energético, no manejo intracelular do cálcio e na contratilidade. Com a persistência da taquicardia, podem surgir desorganização das fibras musculares, alterações da matriz extracelular e fibrose intersticial (Shinbane *et al.*, 1997; Gopinathannair *et al.*, 2015). As alterações funcionais apresentam maior possibilidade de reversão após o controle da arritmia, enquanto alterações estruturais estabelecidas podem permanecer e limitar a recuperação da função ventricular (Shinbane *et al.*, 1997; Gopinathannair *et al.*, 2015).

O tipo de arritmia também pode influenciar a evolução da função ventricular. Na fibrilação atrial, além da frequência ventricular elevada, a irregularidade dos intervalos RR e a perda da contração atrial podem contribuir para a redução da função ventricular (Gopinathannair *et al.*, 2015). Marrouche *et al.* (2018), ao avaliarem pacientes com fibrilação atrial e FEVE <35%, observaram maior recuperação funcional após ablação por cateter em comparação ao tratamento médico. A FEVE aumentou aproximadamente 8% no grupo submetido à ablação e 3% no grupo controle (Marrouche *et al.*, 2018).

A melhora da função ventricular após o controle da arritmia também contribui para confirmar a participação do distúrbio do ritmo na origem da disfunção (Shinbane *et al.*, 1997; Gopinathannair *et al.*, 2015). Essa resposta é utilizada na prática clínica porque o diagnóstico definitivo da taquicardiomiopatia frequentemente depende da recuperação observada após o tratamento da arritmia (Medi *et al.*, 2009; Gopinathannair *et al.*, 2015).

3.3. Remodelamento Ventricular e Avaliação Ecocardiográfica

A dilatação ventricular está associada a menor probabilidade de recuperação da função sistólica. Kusunose *et al.* (2017) observaram diferenças nos parâmetros de função ventricular entre os pacientes com e sem recuperação funcional. Serban *et al.* (2023) identificaram a ausência de dilatação ventricular esquerda grave como fator associado à presença de taquicardiomiopatia, com odds ratio de 5,2 (IC95%: 2,2–13,3; $p < 0,001$). Stegmann *et al.* (2022) também demonstraram que a categoria do volume diastólico final indexado do ventrículo esquerdo, avaliada por ressonância magnética cardiovascular, esteve associada à probabilidade de recuperação completa da FEVE, especialmente quando considerada em conjunto com a presença ou ausência de realce tardio pelo gadolínio (Stegmann *et al.*, 2022).

O diâmetro ventricular apresentou resultados semelhantes. Zhao *et al.* (2024) identificaram 59 mm como ponto de corte para o diâmetro diastólico do ventrículo esquerdo, com sensibilidade de 85% e especificidade de 55%, sendo valores inferiores a 59 mm associados à melhora da FEVE após ablação por cateter em pacientes com fibrilação atrial persistente e insuficiência cardíaca (Zhao *et al.*, 2024). Morishita *et al.* (2023) observaram que diâmetro diastólico final do

ventrículo esquerdo ≤ 53 mm apresentou sensibilidade de 60% e especificidade de 80% para identificação de cardiomiopatia induzida por arritmia, enquanto a combinação desse parâmetro com e' septal $\geq 6,3$ cm/s aumentou a capacidade discriminativa (Morishita *et al.*, 2023).

O aumento dos volumes e dos diâmetros ventriculares pode indicar maior grau de remodelamento cardíaco antes do tratamento (Kusunose *et al.*, 2017; Serban *et al.*, 2023; Stegmann *et al.*, 2022). A dilatação ventricular também pode acompanhar a manutenção da disfunção contrátil e estar relacionada a alterações estruturais que reduzem a probabilidade de recuperação completa da função ventricular (Stegmann *et al.*, 2022). Entretanto, essas medidas não permitem determinar, isoladamente, se o remodelamento foi causado pela arritmia ou se já existia doença estrutural antes do seu aparecimento.

A avaliação do strain miocárdico permite analisar a deformação do músculo cardíaco em diferentes regiões do ventrículo. Kusunose *et al.* (2017) avaliaram o strain longitudinal segmentar em pacientes com taquiarritmia e redução da FEVE e observaram diferenças no padrão de deformação entre os pacientes que apresentaram ou não recuperação funcional. O relative apical longitudinal strain ratio (RALSR) apresentou associação independente com a recuperação da função ventricular após o tratamento da taquiarritmia, com área sob a curva de 0,88 e ponto de corte de 0,61, apresentando sensibilidade de 71% e especificidade de 90% (Kusunose *et al.*, 2017).

O strain pode identificar alterações da função miocárdica que não são totalmente demonstradas pela FEVE (Kusunose *et al.*, 2017). Entretanto, diferenças nos equipamentos, softwares utilizados para

análise, protocolos de aquisição e características das populações estudadas dificultam a definição de um único valor de strain como preditor de recuperação.

3.4. Fibrose Miocárdica e Ressonância Magnética Cardíaca

A presença de fibrose miocárdica está associada a menor recuperação da função ventricular. A ressonância magnética cardíaca permite avaliar o realce tardio pelo gadolínio (LGE), utilizado para identificar alterações relacionadas à expansão do espaço extracelular e ao remodelamento do miocárdio (Prabhu *et al.*, 2017; Stegmann *et al.*, 2022).

Stegmann *et al.* (2022) observaram recuperação completa da FEVE em 94% dos pacientes sem LGE e em 24% daqueles com LGE. A diferença entre os grupos mostra associação entre ausência de fibrose detectável e maior frequência de recuperação completa (Stegmann *et al.*, 2022).

No estudo CAMERA-MRI, Prabhu *et al.* (2017) avaliaram pacientes com fibrilação atrial persistente e disfunção ventricular idiopática. Após a ablação por cateter, o aumento médio da FEVE foi de aproximadamente 18%, enquanto no grupo submetido ao tratamento farmacológico o aumento foi de 4,4%. A recuperação foi maior entre os pacientes que não apresentavam LGE (Prabhu *et al.*, 2017).

A presença de LGE não significa ausência completa de possibilidade de recuperação. O achado indica a existência de alteração estrutural e está associado a menor probabilidade de normalização da FEVE (Prabhu *et al.*, 2017; Stegmann *et al.*, 2022). A ausência de LGE, por outro lado, está associada a maior possibilidade de recuperação

após o controle da arritmia (Prabhu *et al.*, 2017; Stegmann *et al.*, 2022).

3.5. Biomarcadores Cardíacos

Os biomarcadores podem complementar a avaliação da função ventricular ao fornecer informações relacionadas ao estresse hemodinâmico e à lesão miocárdica (Raymond-Paquin *et al.*, 2018).

O NT-proBNP está relacionado ao estresse da parede ventricular e à sobrecarga hemodinâmica. Ermert *et al.* (2023) encontraram concentração inferior a 5.419 pg/mL associada à maior probabilidade de cardiomiopatia relacionada à arritmia (Ermert *et al.*, 2023).

O NT-proBNP não é específico para taquicardiomiopatia. Seus níveis também podem ser influenciados pela idade, função renal e intensidade da insuficiência cardíaca (Raymond-Paquin *et al.*, 2018; Ermert *et al.*, 2023). Por isso, sua interpretação depende das demais características clínicas e dos achados de imagem.

A troponina T de alta sensibilidade (hs-TnT) apresenta relação com lesão miocárdica. Aoyama *et al.* (2020) observaram associação entre concentração pré-procedimento $\leq 0,012$ ng/mL e recuperação da função ventricular. Nesse estudo, o hs-TnT pré-procedimento foi o único preditor independente de recuperação da disfunção ventricular, e o ponto de corte de ≤ 12 pg/mL apresentou sensibilidade de 90,0%, especificidade de 76,7%, valor preditivo positivo de 56,3% e valor preditivo negativo de 95,8% (Aoyama *et al.*, 2020). Aoyama *et al.* (2023) também observaram associação entre menores concentrações de troponina I e recuperação da FEVE, identificando valores inferiores a 11,1 pg/mL como preditores de recuperação após ablação (Aoyama *et al.*, 2023).

A menor concentração de troponina pode indicar menor grau de lesão miocárdica no momento da avaliação (Aoyama *et al.*, 2020; Aoyama *et al.*, 2023). Entretanto, os pontos de corte identificados nesses estudos foram obtidos em populações específicas e ainda não podem ser considerados valores universais para todos os pacientes com taquicardiomiopatia.

4. CONCLUSÃO

A reversibilidade da disfunção ventricular esquerda na taquicardiomiopatia apresentou associação com características relacionadas ao tempo e à intensidade da exposição à arritmia e com o grau de comprometimento estrutural do miocárdio. Menor idade, menor duração e menor carga arritmica, menores dimensões ventriculares, ausência de realce tardio pelo gadolínio e menores concentrações de biomarcadores de lesão miocárdica foram os fatores mais frequentemente relacionados à recuperação da FEVE, enquanto maior tempo de exposição à arritmia, dilatação ventricular, comorbidades cardiovasculares e presença de fibrose estiveram associados à recuperação incompleta. Infere-se, portanto, que a possibilidade de reversão da disfunção ventricular é menor quando a arritmia está associada a remodelamento cardíaco mais avançado ou a alterações estruturais persistentes.

Apesar dessas associações, a literatura ainda não estabelece pontos de corte ou um modelo prognóstico capaz de estimar, com segurança, a recuperação da FEVE em diferentes tipos de taquicardiomiopatia, em razão da heterogeneidade das populações, das arritmias estudadas e dos critérios utilizados para definir recuperação ventricular.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBAKRI, A. Tachycardia-induced cardiomyopathy: a review of literature on clinical status and meta-analysis of diagnosis and clinical management method. **Integrative Molecular Medicine**, v. 5, n.1, 2018.

AOYAMA, D. *et al.* Low troponin I levels predict the presence of arrhythmia-induced cardiomyopathy in patients with atrial fibrillation and left ventricular systolic dysfunction. **Heart and Vessels**, v. 38, n. 7, p. 929-937, 2023.

AOYAMA, D.; KOBAYASHI, Y.; INOUE, K. High-sensitivity cardiac troponin T predicts recovery of left ventricular systolic function after catheter ablation in patients with atrial fibrillation-related cardiomyopathy. **Heart and Vessels**, v. 35, n. 4, p. 517-525, 2020.

BAMAN, T. S.; LANGE, D. C.; ILG, K. J. Relationship between burden of premature ventricular complexes and left ventricular function. **Heart Rhythm**, v. 7, n. 7, p. 865-869, 2010.

BORGES-ROSA, S.; LOPES, L. R.; SOUSA, P. A. Clinical and echocardiographic predictors of left ventricular function recovery after atrial fibrillation ablation. **Europace**, v. 26, n. 2, p. 254-263, 2024.

BREMBILLA-PERROT, B.; DONAL, E.; SELTON-SUTY, C. Predictors of left ventricular function recovery after ablation of atrial flutter in patients with cardiomyopathy. **American Journal of Cardiology**, v. 118, n. 6, p. 885-891, 2016.

ERMERT, L. *et al.* Rate of atrial fibrillation and flutter induced tachycardiomyopathy in hospitalized patients with heart failure.

GOPINATHANNAIR, R. *et al.* Arrhythmia-induced cardiomyopathies: mechanisms, recognition, and management. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 66, n. 15, p. 1714-1728, 2015.

GUPTA, S.; FIGUEREDO, V. M. Tachycardia mediated cardiomyopathy: pathophysiology, mechanisms, clinical features and management. **International Journal of Cardiology**, v. 172, n. 1, p. 40-46, 2014.

HASDEMIR, C.; PAYZIN, S.; KABAKCI, G. High burden of premature ventricular complexes can result in left ventricular dysfunction and dilated cardiomyopathy. **Journal of Cardiovascular Electrophysiology**, v. 22, n. 6, p. 663-668, 2011.

KUSUNOSE, K. *et al.* Clinical utility of longitudinal strain to predict functional recovery in patients with tachyarrhythmia and reduced LVEF. **JACC: Cardiovascular Imaging**, v. 10, n. 2, p. 118-126, 2017.

LI, X. *et al.* Global, regional, and national burden of atrial fibrillation and atrial flutter, 1990-2019. 2023.

MARROUCHE, N. F. *et al.* Catheter ablation for atrial fibrillation with heart failure. **New England Journal of Medicine**, v. 378, n. 5, p. 417-427, 2018.

MEDI, C. *et al.* Tachycardia-mediated cardiomyopathy secondary to focal atrial tachycardia: long-term outcome after catheter ablation. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 53, n. 19, p. 1791-1797, 2009.

MORISHITA, M. *et al.* Utility of routine transthoracic echocardiographic parameters to predict functional recovery after catheter ablation therapy in patients with atrial fibrillation and left ventricular systolic dysfunction. **International Heart Journal**, v. 64, n. 3, p. 386-393, 2023.

PRABHU, S. *et al.* Catheter ablation versus rate control in atrial fibrillation and systolic dysfunction: the CAMERA-MRI study. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 70, n. 16, p. 1949-1961, 2017.

SERBAN, T. *et al.* Echocardiographic pattern of left ventricular function recovery in tachycardia-induced cardiomyopathy patients. **ESC Heart Failure**, v. 10, n. 4, p. 2386-2394, 2023.

SHINBANE, J. S. *et al.* Tachycardia-induced cardiomyopathy: a review of animal models and clinical studies. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 29, n. 4, p. 709-715, 1997.

STEGMANN, C. *et al.* Cardiovascular magnetic resonance-based predictors of complete left ventricular systolic functional recovery after rhythm restoration in patients with atrial tachyarrhythmia. **Europace**, v. 24, n. 1, p. 12-19, 2022.

WHIPPLE, G. H.; SHEFFIELD, L. T.; WOODMAN, E. G. Reversible congestive heart failure due to chronic rapid stimulation of the normal heart. **Proceedings of the New England Cardiovascular Society**, v. 20, p. 39-40, 1962.

ZHAO, X. *et al.* Predictors of improvement in left ventricular systolic function after catheter ablation in patients with persistent atrial fibrillation complicated with heart failure. **BMC Cardiovascular Disorders**, v. 24, n. 1, p. 178, 2024.

¹ Hospital Nova Esperança, João Pessoa – PB.

² Faculdade de Medicina Nova Esperança (FAMENE), João Pessoa – PB.

³ Centro Universitário Estácio de Sá, Angra dos Reis – RJ.

⁴ Faculdade de Medicina Nova Esperança (FAMENE), João Pessoa – PB.

⁵ Faculdade de Medicina Nova Esperança (FAMENE), João Pessoa – PB.

⁶ Faculdade de Medicina Nova Esperança (FAMENE), João Pessoa – PB.

⁷ Faculdade de Medicina Nova Esperança (FAMENE), João Pessoa – PB.

⁸ Faculdade de Medicina Nova Esperança (FAMENE), João Pessoa – PB.

⁹ Universidade Potiguar (UnP), Natal – RN.

¹⁰ Faculdade de Medicina Nova Esperança (FAMENE), João Pessoa – PB.

¹¹ Faculdade de Medicina Nova Esperança (FAMENE), João Pessoa – PB.

¹² Faculdade de Medicina Nova Esperança (FAMENE), João Pessoa –
PB.