

Universidade Evangélica de Goiás - UniEVANGÉLICA
Curso de Medicina

Arthur Guimarães Arantes
Augusto Dias Cavalcante
Gabriel Cremoniz Cavalcante
Gabriel Rodrigues Jubé
Pedro Augusto Fonseca Tavares
Victor Hugo Cardoso Monteiro

**ALTERAÇÕES CARDÍACAS DECORRENTES DA PRÁTICA ESPORTIVA DE
ALTA INTENSIDADE E SUA RELAÇÃO COM AS CARDIOPATIAS:
UMA REVISÃO SISTEMÁTICA**

Anápolis, Goiás

2024

Universidade Evangélica de Goiás - UniEVANGÉLICA
Curso de Medicina

**ALTERAÇÕES CARDÍACAS DECORRENTES DA PRÁTICA ESPORTIVA DE
ALTA INTENSIDADE E SUA RELAÇÃO COM AS CARDIOPATIAS:
UMA REVISÃO SISTEMÁTICA**

Trabalho de curso apresentado à Iniciação Científica do curso de medicina da Universidade Evangélica de Goiás - UniEVANGÉLICA, sob a orientação da Prof.^a. Dra. Luciana Vieira Queiroz Labre.

Anápolis, Goiás

2024

ENTREGA DA VERSÃO FINAL DO TRABALHO DE CURSO

PARECER FAVORÁVEL DO ORIENTADOR

À

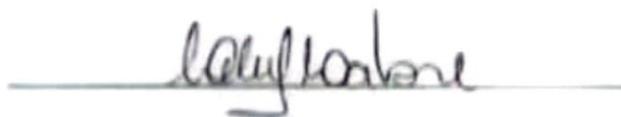
Coordenação de Iniciação Científica

Faculdade da Medicina — UniEvangélica

Eu, Prof^(a) Orientadora DRA. LUCIANA VIEIRA QUEIROZ LABRE venho, respeitosamente, informar a essa Coordenação, que os **acadêmicos** ARTHUR GUIMARÃES ARANTES, AUGUSTO DIAS CAVALCANTE, GABRIEL CREMONEZ CAVALCANTE, GABRIEL RODRIGUES JUBÉ, PEDRO AUGUSTO FONSECA TAVARES e VICTOR HUGO CARDOSO MONTEIRO, estão com a versão final do trabalho intitulado ALTERAÇÕES CARDÍACAS DECORRENTES DA PRÁTICA ESPORTIVA DE ALTA INTENSIDADE E SUA RELAÇÃO COM AS CARDIOPATIAS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA pronta para ser entregue a esta coordenação. Declara-se ciência quanto a publicação do referido trabalho, no Repositório Institucional da UniEVANGÉLICA.

Observações: Artigo publicado.

Anápolis, 10 de novembro de 2024.



Professora Orientadora

RESUMO

As doenças cardiovasculares (DCVs) são a principal causa de morte globalmente, sendo influenciadas por diversos fatores de risco. Embora a prática esportiva regular possa ajudar a reduzir esses riscos, indivíduos envolvidos em competições ou treinamento extenuante enfrentam perigos devido a esforços intensos e repetidos. Distúrbios cardíacos congênitos ou adquiridos, como cardiomiopatias, anomalias das artérias coronárias e canalopatias, estão associados às DCVs. A prática de atividade física pode levar a adaptações no coração, como aumento da massa ventricular em resposta ao esforço físico repetitivo, conhecida como Síndrome do Coração do Atleta. O objetivo central desta revisão é identificar como as atividades esportivas podem alterar patologicamente a função cardíaca e comprometer a saúde e o desempenho dos atletas. Para isso, foi desenvolvida uma revisão sistemática que utilizou análises observacionais (coorte, caso-controle e transversais) que investigam o comprometimento cardíaco em atletas, por meio da busca nas bases de dados Biblioteca Virtual de Saúde (BVS), *Scientific Eletronic Library Online* (SciELO), *National Library of Medicine* (PubMed), com os termos: “*athletes*”, “*heart diseases*”, “*cardiomegaly exercise induced*” e “*sports*”, além de termos sinônimos. Identificou-se as principais adaptações do coração de atletas de alta performance, ressaltando o mecanismo fisiológico desses processos e esclarecendo as particularidades que os diferenciam da patologia, trazendo as patologias cardíacas mais comuns desenvolvidas, as formas diagnósticas e as consequências passíveis, como a morte súbita.

Palavras-chave: Cardiopatias. Atletas. Esportes. Hipertrofia.

ABSTRACT

Cardiovascular diseases (CVDs) are the leading cause of death globally, being influenced by several risk factors. While regular sports practice can help reduce these risks, individuals involved in competitions or strenuous training face dangers from intense and repeated exertion. Congenital or acquired cardiac disorders, such as cardiomyopathies, coronary artery anomalies and channelopathies, are associated with CVDs. The practice of physical activity can lead to adaptations in the heart, such as an increase in ventricular mass in response to repetitive physical exertion, known as Athlete's Heart Syndrome. The main objective of this review is to identify how sports activities can pathologically alter cardiac function and compromise the health and performance of athletes. For this, a systematic review will be developed using observational analyzes (cohort, case-control and cross-sectional) that investigate cardiac impairment in athletes, through a search in Biblioteca Virtual de Saúde (BVS), Scientific Electronic Library Online (SciELO), National Library of Medicine (PubMed) with the terms: "athletes", "heart diseases", "cardiomegaly exercise induced" and "sports", in addition to synonymous terms. It is expected to identify the main adaptations of the heart of high-performance athletes, highlighting the physiological mechanism of these processes and clarifying the particularities that differentiate them from the pathology, bringing the most common cardiac pathologies developed, the diagnostic forms and the possible consequences, such as death sudden.

Keywords: Heart diseases. athletes. Sports. Hypertrophy.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	9
2.1. O coração do atleta	9
2.2. Principais alterações cardíacas patológicas.....	10
2.2.1. Cardiomiopatia Hipertrófica.....	10
2.2.2. Cardiomiopatia Dilatada.....	10
2.2.3. Miocardite.....	11
2.2.4. Cardiomiopatia Arritmogênica.....	12
2.3. Morte súbita em atletas.....	12
2.4. Diagnóstico de cardiopatias em atletas.....	13
3. OBJETIVOS	15
3.1. Objetivo geral.....	15
3.2. Objetivos específicos.....	15
4. METODOLOGIA.....	16
4.1. Estratégia de busca	16
4.2. Critérios de elegibilidade	16
4.3. Avaliação por título e resumo, leitura integral e extração dos dados.....	17
4.3.1. Avaliação por Título e Resumo	17
4.3.2. Leitura Integral	17
4.3.3. Extração de Dados	18
4.3.4. Critérios de Inclusão e Exclusão	18
4.4. Avaliação da qualidade metodológica	19
4.4.1. Aplicação dos Resultados.....	19
5. RESULTADOS	21
6. DISCUSSÃO	26
7. CONCLUSÃO.....	30
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31
ANEXOS	34

1. INTRODUÇÃO

A remodelação cardíaca induzida pelo exercício, frequentemente denominada “coração do atleta”, é um aumento adaptativo no tamanho da câmara cardíaca e na espessura da parede que é promovido pelos volumes e cargas de pressão do exercício. Essas mudanças são acompanhadas por melhorias na função lusitropica e contrátil que permitem que o coração encha e ejetar volumes maiores do que os não atletas durante o exercício. Sendo assim, o exercício pode ter uma influência profunda no tamanho e massa cardíaca, e isso depende do tipo e da duração do exercício (LA GERCHE *et al.*, 2022).

Acredita-se que as dimensões do coração do atleta raramente excedem os limites superiores do normal se ajustadas ao tamanho do corpo, o coração aumenta a espessura do septo e da parede livre para normalizar o estresse da parede miocárdica. Sendo assim, o termo hipertrofia fisiológica é usado para descrever o aumento da massa do ventrículo esquerdo (VE) que ocorre em resposta ao esforço físico repetitivo, essa alteração é considerada uma adaptação fisiológica, definida como Síndrome do Coração do Atleta. O intenso condicionamento físico observado resulta em aumento das seguintes alterações: bradicardia sinusal, arritmia sinusal, batimentos de escape juncional, bloqueio atrioventricular tônus vagal, acarretando bloqueio atrioventricular de primeiro e segundo grau (GATI; MALHOTRA; SHARMA, 2019).

Outrossim, a principal causa de morte súbita em atletas é a cardiomiopatia hipertrófica que promove o desarranjo das fibras, a fibrose intersticial e o espessamento arteriolar que são as características patológicas que levam ao remodelamento adverso, arritmias, homólogos isquêmicos e morte súbita cardíaca (PALMISANO *et al.*, 2021). Acomete principalmente o ventrículo esquerdo, mas também pode estar presente nos átrios e ventrículos direitos e assim se distinguir em 4 hipertrofias: simétrica, septal assimétrica, apical assimétrica e segmentares (BAZAN *et al.*, 2020). Além deste quadro clínico, existem também outras enfermidades que são relacionadas à morte súbita e podem ser sobrepostas ao coração do atleta, sendo elas a cardiomiopatia dilatada (CMD) e a cardiomiopatia arritmogênica ventricular (CAV) (PALMISANO *et al.*, 2021).

Trazendo o assunto para situações que observamos em nosso cotidiano, recentemente, em agosto de 2024, houve a morte do jogador de futebol uruguaio Juan Izquierdo, que, segundo o portal de notícias CNN Esportes Brasil, apresentou uma parada cardíaca por arritmia enquanto jogava uma partida válida pela Copa Libertadores da América, maior torneio de clubes da América do Sul, Izquierdo veio a falecer no hospital após 5 dias de internação, em São Paulo.

Diante caso tão recente, reforçamos a necessidade de melhor investigar as nuances do coração do atleta e a forma que ele se comporta.

É inegável, que um dos pontos mais relevantes a serem estudados na prática clínica da medicina esportiva são as formas de diagnóstico, principalmente quando falamos sobre a diferenciação entre coração fisiológico e patológico. Um estudo do Instituto Nacional de Cardiologia na cidade de Varsóvia, na Polônia, traz os benefícios da ressonância magnética na investigação das doenças cardíacas em relação a outras formas diagnósticas mais comuns nessa área (MALEK; MILOSZ – WIECZOREK; MARCZAK, 2022).

Desse modo, o objetivo desta revisão sistemática de literatura foi identificar as divergências entre as alterações cardíacas fisiológicas e patológicas decorrentes da prática de exercícios físicos de alta intensidade realizados por atletas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. O coração do atleta

A atividade/exercício físico requer um aumento concomitante no consumo pulmonar de oxigênio, no transporte circulatório de oxigênio e na utilização de oxigênio no nível celular, o que é necessário para suportar as maiores demandas metabólicas do corpo (MARTINEZ *et al.*, 2021). O exercício vigoroso rotineiro pode levar a adaptações elétricas, estruturais e funcionais que podem melhorar o desempenho do exercício. Em alguns atletas com alta remodelação cardíaca, pode haver uma sobreposição de características morfológicas com formas leves de cardiomiopatia, dificultando a distinção entre a fisiologia e a patologia (DANIELIAN; SHAH, 2022).

O treinamento intenso pode aumentar a estrutura ventricular, incluindo espessura da parede, diâmetro, volume, massa e torção do ventrículo esquerdo (VE) (KLEINNIBBELINK *et al.*, 2021). Em geral, os atletas apresentam um aumento de 10 a 20% na espessura da parede do VE e um aumento de 10 a 15% no tamanho da cavidade ventricular esquerda e direita em comparação com indivíduos de idade e tamanho semelhantes (SHARMA; MERGHANI; MONT, 2015).

Além disso, durante o exercício há aumento do consumo de oxigênio (VO₂) e do débito cardíaco biventricular, associado à diminuição da resistência vascular. Essa incompatibilidade entre fluxo aumentado e vasodilatação resulta em aumento anormal da pressão da artéria pulmonar e da pós-carga do ventrículo direito (VD), com aumento significativo da carga de trabalho do VD. As adaptações hemodinâmicas e cardíacas diferem de acordo com o tipo e a intensidade do exercício (resistência ou força) (PALMISANO *et al.*, 2021).

O aumento na espessura da parede e a função diastólica alteradas estão associadas ao aumento do débito cardíaco do VE com o aumento do retorno venoso para as câmaras direitas e o conseqüente aumento progressivo. Mais de 80% dos atletas competitivos manifestam alterações no ECG de repouso refletindo adaptação fisiológica ao treinamento; alterações potencialmente confundidas com patologia cardiovascular ocorrem em 10-14% do ECG (PALMISANO *et al.*, 2021). Além dos fatores hemodinâmicos, essas alterações dependem da genética, do meio neuro-humoral, da idade, do sexo, da raça e, principalmente, da área de superfície corporal dos atletas (WERENITZKY *et al.*, 2016).

2.2. Principais alterações cardíacas patológicas nos esportes

2.2.1. Cardiomiopatia Hipertrófica

A cardiomiopatia hipertrófica é a doença cardíaca genética mais comum, representando a primeira causa de morte súbita cardíaca entre os atletas. É uma entidade heterogênea com apresentação clínica variável (PALMISANO *et al.*, 2021). É caracterizada por um aumento na espessura da parede ventricular esquerda e por uma diminuição do diâmetro interno do ventrículo esquerdo no final da diástole, resultando numa hipertrofia ventricular assimétrica (LEAL, 2022).

Histologicamente, caracteriza-se por desorganização da arquitetura miocárdica com desarranjo de cardiomiócitos e das miofibrilas, aumento da espessura da parede das artérias coronárias intramurais e fibrose intersticial (MALTÊS; LOPES, 2020).

Apesar de acometer principalmente o VE, essa disfunção pode atingir tanto os átrios quanto o ventrículo direito (VD). Sendo assim, sob o aspecto macroscópico, pode-se classificar a CMH em: (1) hipertrofia simétrica, quando todo o miocárdio do VE é aumentado, sendo mais proeminente no septo interventricular; (2) hipertrofia septal assimétrica, no qual o processo hipertrófico está localizado no septo interventricular; (3) hipertrofia apical assimétrica, onde apenas a região apical do VE foi submetida a um aumento de massa e (4) outras hipertrofias segmentares (BAZAN *et al.*, 2020).

A apresentação clínica é heterogênea e pode iniciar-se em qualquer fase da vida. A maioria dos indivíduos sobrevive até idades avançadas com poucos ou nenhum sintoma. No entanto, os indivíduos afetados podem desenvolver sintomas e complicações como insuficiência cardíaca, que afeta cerca de 50% dos doentes, fibrilação auricular, presente em 25% dos pacientes (e que conduz a um risco acrescido de eventos embólicos) (MALTÊS; LOPES, 2020).

2.2.2. Cardiomiopatia Dilatada

A Miocardiopatia Dilatada é caracterizada por um aumento nas dimensões do diâmetro interno do ventrículo esquerdo no final da diástole, nos valores de volume e massa do VE e

possivelmente nos do VD, associado a um comprometimento generalizado da função sistólica (LEAL, 2022).

O esporte de resistência determina dilatação das câmaras miocárdicas devido à sobrecarga de volume e pressão a longo prazo. Esse remodelamento cardíaco induzido pelo exercício pode se sobrepor à cardiomiopatia dilatada em seu estágio inicial (PALMISANO *et al.*, 2021).

2.2.3. Miocardite

Miocardite (MC) é a inflamação miocárdica não isquêmica e continua sendo uma das principais causas de morte súbita cardíaca em indivíduos ativos e atletas. Inicialmente há uma curta fase aguda, durante a qual os patógenos responsáveis pela inflamação atingem o miocárdio, impactam negativamente as células cardíacas e desencadeiam uma reação imune. Na fase subaguda, pode ocorrer necrose e fibrose miocárdica. Ao longo do curso crônico, o MC se resolve predominantemente e, na maioria dos casos, a inflamação diminui. Às vezes, porém, permanecem pequenas cicatrizes miocárdicas locais não isquêmicas que podem ter impacto arritmogênico (SCHMIDT *et al.*, 2022).

As causas podem variar entre fatores infecciosos (vírus, bactérias, fungos ou parasitas); tóxicos (consumo de drogas, metais pesados ou radiação) e autoimunes (doenças reumáticas, reações a vacinas ou intolerância a medicamentos). Em paralelo, nos atletas profissionais, o impacto negativo no sistema imunológico de fatores aditivos, como aumento de viagens, diferenças de horário, falta de sono, condições ambientais extremas, depressão ou tempo insuficiente para regeneração, deve ser considerado como fator de risco. Além disso, exames mostram uma ativação temporariamente reduzida do sistema imunológico após o exercício físico intenso (LEAL, 2022).

Nos casos em que já existe uma infecção, as unidades de treinamento físico intenso podem afetar negativamente o surgimento e o curso da MC. Em experimentos com animais, pode-se provar que o esforço intenso em camundongos infectados com Coxsackie B3 levou a um aumento significativo da mortalidade e a achados cardíacos patológicos mais frequentes (fibrose miocárdica, dilatação ventricular) em comparação com animais sem tais unidades de treinamento físico (KLEINNIBBELINK *et al.*, 2021).

2.2.4. Cardiomiopatia Arritmogênica

A cardiomiopatia arritmogênica do ventrículo direito (CAVD), é uma doença causada por uma alteração cardíaca patológica envolvendo o tecido muscular do ventrículo direito gerando arritmias. Na CAVD ocorre uma inflamação e necrose de miócitos e substituição por tecido gorduroso ou fibrogorduroso, acometendo os tratos de entrada e saída do ventrículo direito e a parede posterolateral, resultando em uma dilatação e comprometimento da funcionalidade do ventrículo (AL-KHATIB *et al.*, 2018).

O exercício de alta intensidade e de longa duração pode facilitar as manifestações clínicas da CAVD, sendo considerada uma das principais causas de morte súbita cardíaca em atletas. Os atletas de resistência representam um grupo expressivo de pacientes na qual a CAVD pode se desenvolver, uma vez que a própria remodelação cardíaca fisiológica resulta em uma dilatação do ventrículo que pode até se estender para o septo e para o ventrículo esquerdo, afetando o trato de entrada e saída no coração dos atletas (PALMISANO *et al.*, 2021).

O eletrocardiograma (ECG) tem o potencial de distinguir as alterações fisiológicas e patológicas cardíacas, como a hipertrofia durante o exercício e também as anormalidades de repolarização e defeitos de condução intraventricular, sendo de extrema importância para diagnóstico diferencial de arritmias como a cardiomiopatia arritmogênica, com atenção para o fato de que o padrão eletrocardiográfico de dilatação do ventrículo direito não deve ser erroneamente interpretado como uma manifestação fisiológica de remodelamento cardíaco induzido pelo exercício intenso e práticas esportivas (CORRADO *et al.*, 2009).

2.3. Morte súbita em atletas

A morte súbita cardíaca (MSC) é definida como uma morte não traumática e inesperada que ocorre dentro de uma hora desde o início dos sintomas em um indivíduo aparentemente saudável. A incidência em atletas é de 2,5 a 4,5 vezes maior do que na população jovem não atlética da mesma idade, sugerindo o papel do esporte como um gatilho para morte súbita cardíaca (PALMISANO *et al.*, 2021).

A causa da MSC em atletas é heterogênea e varia de acordo com sexo, etnia, tipo de esporte e idade. Em atletas com menos de 35 anos, predominam as cardiomiopatias hereditárias, posto que a cardiomiopatia arritmogênica e a cardiomiopatia hipertrófica são as principais enfermidades relacionadas (BJERRING *et al.*, 2021).

Este fenômeno já foi documentado na maioria dos tipos de desportos de competição, mas parece ser mais comum nos desportos que envolvem atividades fisicamente mais intensas, como o futebol, basquetebol e o futebol americano (LEAL, 2022).

O risco de morte súbita em atletas de alta performance tem se tornado um tema bastante discutido na atualidade, visto que o número de casos aumentou nos últimos anos. Vários clubes de futebol por exemplo, começaram a desenvolver melhores estratégias de prevenção e detecção de fatores preditores de morte súbita cardíaca em seus atletas (FRANÇA *et al.*, 2015).

2.4. Diagnóstico de cardiopatias em atletas

A abordagem atual da análise da função ventricular esquerda é baseada em métodos não invasivos que permitem investigar a função contrátil do miocárdio e a sua estrutura anatômica. A técnica de *speckle tracking*, que identifica pontos intramiocárdicos brilhantes (*speckles*) e os acompanha durante o ciclo cardíaco, permite quantificar a deformação miocárdica sem a dependência de ângulo entre o feixe de ultrassom e o movimento miocárdico. As medidas de *speckle tracking*, que podem ser realizadas por meio da ecodopplercardiografia (ECG) bi ou tridimensional, têm melhorado a compreensão e a caracterização das modificações que ocorrem no processo de adaptação do coração ao exercício. A tecnologia tridimensional, por não ser limitada a um plano de imagem, possui a vantagem de integrar as informações obtidas desta análise multiplanar (DAMINELLO *et al.*, 2017).

Além disso, a ressonância magnética cardiovascular (RMC) tem excelente eficácia para medição de volumes, massa e função biventriculares, defeitos de perfusão induzidos por estresse e para análise de origem coronária. Esse método também tem uma capacidade única de detectar fibrose miocárdica. A RMC fornece uma avaliação abrangente do coração e é uma técnica apropriada para a avaliação pré-participação de atletas nos quais os sintomas ou sinais sugerem doença cardíaca e de atletas assintomáticos com exame anormal, eletrocardiograma (ECG) anormal ou certeza (ou alta suspeita de) história familiar de doença cardíaca hereditária (MACEIRA *et al.*, 2023).

Diante dos métodos de diagnóstico disponíveis, observa-se que os atletas podem desenvolver adaptações fisiológicas encontradas no ECG e na imagem que podem se sobrepor com condições patológicas. Os achados desses exames devem ser integrados com a história clínica e outros testes de diagnóstico para determinar se estão presentes as adaptações esperadas ou anormalidades patológicas. Nesse sentido, visando identificar as alterações cardíacas

fisiológicas decorrentes da prática esportiva, a dose de exercício mínima necessária para estimular o processo de remodelamento cardíaco foi estudada longitudinalmente com técnicas de alta resolução, como a RMC. Recentes estudos estadunidenses sugerem que a hipertrofia do VE pode ocorrer após 3 meses de treinamento físico e tão pouco quanto 3-4 h/semana. Além disso, tem sido sugerido que 3 horas de exercício/semana são necessárias para ver adaptações no eletrocardiograma de repouso, frequência cardíaca de repouso e massa do VE (MARTINEZ *et al.*, 2021).

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo geral

Identificar as divergências entre as alterações cardíacas fisiológicas e patológicas decorrentes da prática de exercícios físicos de alta intensidade realizados por atletas.

3.2. Objetivos específicos

- Estabelecer a relação da prática esportiva com o desenvolvimento de cardiopatias;
- Levantar as alterações cardíacas mais frequentes entre os atletas de diferentes modalidades;
- Identificar as características das alterações cardíacas patológicas;
- Verificar qual a relação entre a presença de cardiopatias e morte súbita em atletas;
- Descrever as novas técnicas de diagnóstico precoce de cardiopatias na medicina esportiva.

4. METODOLOGIA

Esta revisão sistemática foi registrada na base PROSPERO (registro nº CRD42024472320) . Após a obtenção dos artigos, todas as etapas da presente revisão foram conduzidas e produzidas de acordo com as recomendações do *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses Statement* (PRISMA).

4.1. Estratégia de busca

No presente estudo foram consultadas três bases de dados científicas: *Medical Literature Library of Medicine On-Line* (MEDLINE) via PubMed, Biblioteca Virtual de Saúde (BVS) e *Scientif Eletronic Library Online* (SciELO).

A estratégia de busca incluiu descritores específicos, conferidos e pesquisados no DeCS e MeSH e adaptados posteriormente aos sistemas de busca nas bases de dados citadas. Os seguintes descritores, em língua inglesa foram considerados “*athletes*”, “*heart diseases*”, “*cardiomegaly exercise induced*”. Recorreu-se aos operadores lógicos “AND”, “OR”, para combinação dos descritores e termos utilizados para rastreamento das publicações. ((cardiomegaly exercise induced) OR (heart diseases) AND (sports) AND (athletes)). Foi aplicado um intervalo de publicação entre os anos de 2013 a 2023, e filtros de idiomas não foram incluídos. A busca inicial nas bases de dados ocorreu em março/2023, sendo atualizadas em março/2024.

Sendo assim, a nossa questão norteadora definida a partir da estratégia População, Intervenção, Comparação e Desfecho (PICO) foi: Existem divergências entre as alterações cardíacas fisiológicas e patológicas em atletas que praticam exercícios físicos de alta intensidade?

4.2. Critérios de elegibilidade

Através desse método de busca e seguindo as recomendações PRISMA foram identificadas, a princípio, 212 publicações potencialmente elegíveis para integrar esta revisão. Em seguida, distinguiram-se os artigos que atenderam aos seguintes critérios de inclusão: (a) bibliografias eletrônicas compatíveis com os descritores enumerados acima; (b) textos completos e resumos do tipo tese, artigos originais, livros, instruções normativas e portarias de

órgãos científicos oficiais, obtidos nas plataformas indexadoras e bases de dados científicos da área médica supracitados; (c) artigos que relacionem as cardiopatias à prática esportiva.

Nos estudos selecionados, foram incluídos estudos de carácter observacional, comparativo, diagnóstico - analítico, e estudos de coorte, cuja população era composta por indivíduos atletas saudáveis sem cardiopatias prévias, atletas cardiopatas, não atletas saudáveis e não atletas com doença cardíaca.

4.3. Avaliação por título e resumo, leitura integral e extração dos dados

4.3.1. Avaliação por Título e Resumo

Na primeira fase, realizou-se a triagem inicial dos artigos disponíveis em bases de dados científicas, incluindo *Medical Literature Library of Medicine On-Line* (MEDLINE) via PubMed, Biblioteca Virtual de Saúde (BVS) e *Scientific Electronic Library Online* (SciELO). Foram selecionados estudos com base nos títulos e resumos que abordavam alterações cardíacas associadas à prática de esportes de alta intensidade e sua relação com as cardiopatias. Os critérios principais de inclusão para essa fase foram a relevância do estudo para o tema central, envolvendo a fisiopatologia cardíaca induzida pelo exercício físico intenso e sua correlação com doenças cardiovasculares. Estudos que não estavam diretamente relacionados ao tema foram excluídos. Cada título e resumo foi revisado de maneira manual, a fim de assegurar a pertinência ao tema proposto.

4.3.2. Leitura Integral

Os artigos que passaram pela avaliação de título e resumo foram selecionados para a leitura integral. Durante essa fase, foi avaliada a consistência metodológica dos estudos, os dados fornecidos na amostra, (dimensionamento adequado, envolvendo seleção conveniente de participantes, de acordo com a faixa etária e fase da vida analisada em cada pesquisa); instrumentos (critérios de avaliação), periódico no qual o artigo foi publicado (classificados conforme o critério Qualis proposto pela CAPES) e suas conclusões. Os critérios de exclusão incluíram a falta de informações claras sobre as alterações cardíacas decorrentes de esportes de alta intensidade ou metodologia inadequada. Apenas estudos que atenderam aos critérios de

qualidade científica e apresentaram resultados relevantes para a investigação proposta foram incluídos para a fase de extração de dados.

4.3.3. Extração de Dados

A extração de dados foi realizada a partir de um formulário padronizado, desenvolvido para coletar as seguintes informações:

- Autores e ano de publicação: Para identificação e controle das referências utilizadas.
- Objetivo do estudo: Para verificar se os objetivos eram compatíveis com a questão central do TCC.
- Metodologia: Foco no desenho do estudo, tipo de exercício analisado, número de participantes e parâmetros cardíacos avaliados (função ventricular, remodelamento cardíaco, arritmias etc.).
- Resultados principais: Dados quantitativos e qualitativos sobre as alterações cardíacas observadas (como hipertrofia ventricular, disfunção cardíaca, presença de arritmias, entre outros).
- Conclusões: Avaliação da relevância dos resultados para a compreensão da relação entre a prática esportiva intensa e o risco de cardiopatias.

Os dados extraídos foram organizados em uma planilha eletrônica para permitir uma análise comparativa e facilitar a interpretação dos achados. Isso possibilitou uma síntese crítica sobre as evidências científicas disponíveis acerca das alterações cardíacas provocadas pelo esporte de alta intensidade.

4.3.4. Critérios de Inclusão e Exclusão

Os critérios de inclusão para a seleção dos estudos foram:

- Estudos que investigaram a relação entre a prática esportiva de alta intensidade e alterações cardíacas.
- Publicações realizadas nos últimos 10 anos.
- Artigos publicados em revistas indexadas e de fator de impacto relevante.

Os critérios de exclusão incluíram:

- Estudos que não envolviam a avaliação direta de parâmetros cardíacos em atletas de alta intensidade.
- Revisões sem dados originais ou estudos com população fora do contexto esportivo.

4.4. Avaliação da qualidade metodológica

Para garantir a robustez e confiabilidade dos resultados dos estudos incluídos, foi realizada uma avaliação da qualidade metodológica utilizando a ferramenta *Risk Of Bias In Non-randomized Studies - of Exposures* (ROBINS-E) desenvolvida pela *Cochrane Collaboration*, reconhecida por suas ferramentas de padrões internacionais para revisões sistemáticas. A escala ROBINS-E é amplamente utilizada para avaliar o risco de viés em estudos observacionais que envolvem a análise de exposições, como fatores ambientais, genéticos, comportamentais ou ocupacionais, e suas relações com desfechos de saúde. E foi aplicada a todos os estudos selecionados que analisam as alterações cardíacas decorrentes da prática esportiva de alta intensidade e sua relação com as cardiopatias. A avaliação da qualidade dos estudos pode ser conferida com as informações apresentadas no Quadro 1.

4.4.1. Aplicação dos Resultados

A ROBINS-E avalia o risco de viés em sete domínios principais, que são:

Viés 1 - Confusão: Avaliação da presença de fatores de confusão que possam ter influenciado a associação entre a prática esportiva de alta intensidade e as alterações cardíacas.

Viés 2 - Mensuração da exposição: Avalia a precisão e validade com que a exposição de interesse foi medida no estudo, considerando se houve erro de mensuração.

Viés 3 - Seleção dos participantes: Refere-se a possíveis distorções na forma como os participantes foram incluídos no estudo, como viés de seleção ou exclusão de grupos importantes.

Viés 4 - Desvio da exposição: Avalia se os participantes foram expostos conforme o esperado e se houve desvios relevantes durante o acompanhamento que possam comprometer os resultados.

Viés 5 - Dados faltantes: Verifica se houve perdas de dados ou exclusões que possam afetar a validade do estudo e se os métodos utilizados para lidar com os dados faltantes foram apropriados.

Viés 6 - Medida dos desfechos: Avalia a precisão e a validade com que os desfechos foram medidos, incluindo possíveis erros de mensuração ou falta de cegamento.

Viés 7 - Seleção dos resultados reportados: Avaliação se todos os resultados planejados foram devidamente reportados ou se houve alguma omissão seletiva de dados.

Quadro 1 – Escala Robins-E

Autor/Estudo	Viés 1	Viés 2	Viés 3	Viés 4	Viés 5	Viés 6	Viés 7
Bjerring <i>et al.</i> , 2019	⊗	⊕	⊗	⊕	⊗	⊕	⊕
Czimbalmos <i>et al.</i> , 2018	⊗	⊕	⊗	⊕	⊕	⊕	⊕
Dores <i>et al.</i> , 2018	⊗	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
Erz <i>et al.</i> , 2012	⊗	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
Grazioli <i>et al.</i> , 2016	⊗	⊕	⊕	⊕	⊗	⊕	⊕
Gülan <i>et al.</i> , 2022	⊗	⊕	⊗	⊕	⊗	⊕	⊕
Kubler <i>et al.</i> , 2021	⊗	⊕	⊗	⊕	⊕	⊕	⊕
Małek; Miłosz-Wieczorek; Marczak <i>et al.</i> , 2022	⊗	⊕	⊗	⊕	⊕	⊕	⊕
Schnell <i>et al.</i> , 2017	⊗	⊕	⊕	⊕	⊗	⊕	⊕
Zaffalon <i>et al.</i> , 2022	⊗	⊕	⊕	⊕	⊗	⊕	⊕

Legenda: ⊕ Risco baixo; ⊗ Risco moderado; ⊗ Risco alto

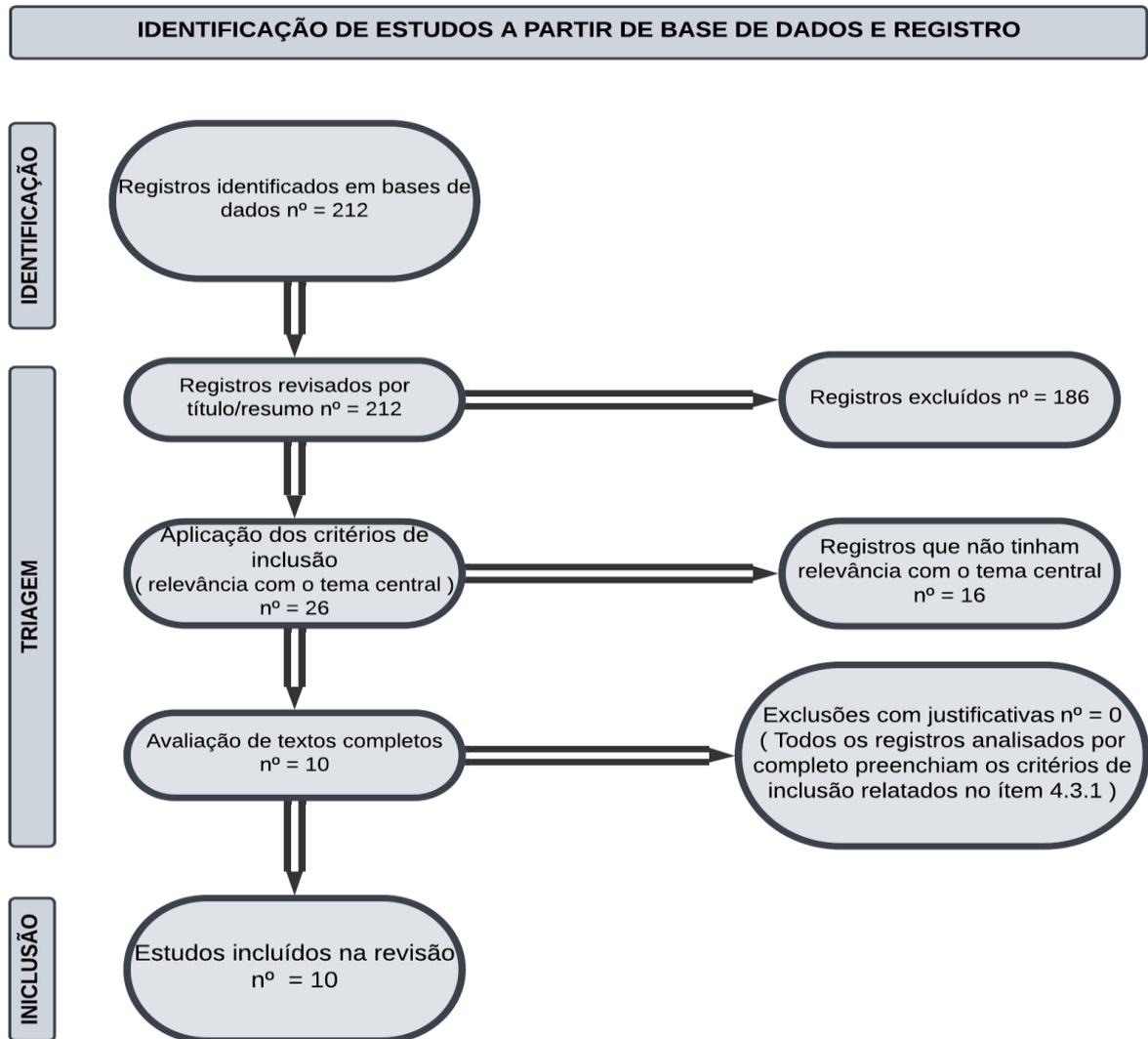
Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Os resultados da avaliação pela escala ROBINS-E foram utilizados para orientar a análise crítica dos estudos incluídos. Aqueles classificados com alto ou crítico risco de viés em múltiplos domínios foram excluídos das análises finais, a fim de garantir a qualidade e a validade das evidências interpretadas. Além disso, os estudos com risco de viés moderado foram considerados com cautela durante a interpretação dos achados.

5. RESULTADOS

Seguindo toda a metodologia de inclusão e exclusão dos artigos citada acima, foram selecionados um total de 10 artigos científicos, que estudaram a diferenciação do coração do atleta de doenças cardíacas estruturais. A triagem dos estudos selecionados para inclusão final da vigente revisão sistemática se encontra descrita na Figura 1. Dentre os exames apresentados se destacou principalmente a ressonância magnética, e outros estudos utilizaram também ecocardiograma e eletrocardiograma. A CMD foi a doença mais frequente entre os artigos, assim como cardiomiopatia hipertrófica, cardiomiopatias arritmogênicas e entre outras alterações cardíacas estruturais. Outros aspectos também foram estudados entre eles dispersão mecânica, deformação miocárdica, parâmetros cardíacos fisiológicos do atleta e o desenvolvimento temporal do coração do atleta. Informações como, autoria, população dos estudos, objetivos, métodos e principais resultados dos artigos estão descritos no Quadro 2.

Figura 1 – Fluxograma de avaliação dos artigos



Fonte: elaborado pelos autores (2024)

Quadro 2 – Estudos incluídos na presente revisão

N	Autores (Ano)	População	Principais achados
1	ERZ <i>et al.</i> , (2012)	Total: 45 participantes do sexo masculino. Idade Média: 40 ± 8,9 anos	Eletrcardiograma (ECG) e Alterações Estruturais: 60% dos atletas com ECG normal ou levemente anormal. Massa Miocárdica: Atletas com ECG anormal exibiam maior massa miocárdica
2	Grazioli <i>et al.</i> , 2016	Total: 75 indivíduos do sexo masculino 30 Homens sedentários (grupo controle) 25 Atletas em esportes competitivos 20 Pacientes com cardiomiopatia hipertrófica Idade média: 34,7 ± 9,74 anos	Massa Miocárdica: Tanto atletas quanto pacientes com CMH apresentaram aumento na massa miocárdica. Enquanto os atletas podem ter adaptações fisiológicas saudáveis, os pacientes com CMH têm um aumento patológico.
3	Schnell <i>et al.</i> , 2017	Total: 72 indivíduos com cardiomiopatia hipertrófica 36 Atletas saudáveis 36 Sedentários saudáveis Idade média: 39,2 ± 12,4 anos Sexo: Sedentários com CMH: 33 homens / 3 mulheres Atletas com CMH: 34 homens / 2 mulheres Controle sedentário: 36 homens / 0 mulheres Atletas saudáveis: 36 homens / 0 mulheres	Dispersão Mecânica: Menor dispersão longitudinal global (DLG) em indivíduos sedentários com CMH. Ambos os grupos com CMH (sedentários e não sedentários) apresentam maior dispersão mecânica que os grupos controle, indicando um padrão de comprometimento funcional.
4	Czimbalmos <i>et al.</i> , 2018	Total: 76 indivíduos: 34 Atletas saudáveis com treinamento mínimo de 15 horas/semana 34 Pacientes com CAV definitiva 08 Atletas altamente treinados com CAV Idade Média: 34,4 ± 9,86 anos Sexo: Atletas saudáveis: 22 homens/ 12 mulheres Pacientes com CAV: 22 homens/ 12 mulheres	Avaliação Funcional do Coração: A análise de parâmetros como a fração de ejeção e deformação miocárdica é crucial para diferenciar entre adaptações normais de atletas e condições patológicas, como a CMD e a CAV. Ambos os grupos mostram uma complexidade na avaliação da função diastólica e sistólica.
5	Dores <i>et al.</i> , 2018	Total: 108 indivíduos: Grupo 1 (alto nível): 60 Grupo 2 (baixo nível) :48 Idade Média: 24 ± 6,42 anos Sexo: Grupo 1: 59 homens (98%) Grupo 2:40 homens (83%)	Remodelação Cardíaca: Os atletas do Grupo 1 mostraram uma remodelação cardíaca mais acentuada e uma função diastólica aprimorada Dispersão Mecânica: A DLG foi significativamente menor no Grupo 1 em comparação ao Grupo 2.

6	Bjerring <i>et al.</i> , 2019	<p>Total = 48 indivíduos</p> <p>Idade Média: 13,65 ± 1,62 anos</p> <p>Sexo: Atletas ativos: 22 homens (71%) Ex-atletas: 12 homens (71%)</p>	<p>Desempenho e Exercício:</p> <p>O desempenho no exercício (VO₂max) em atletas ativos é frequentemente superior, e há uma correlação entre horas de treinamento e melhorias nos parâmetros cardíacos.</p>
7	Kübler <i>et al.</i> , 2021	<p>Total: 106 indivíduos: 40 Atletas 48 Indivíduos com CMD 18 Indivíduos com CAV</p> <p>Idade Média: 40,7 ± 17,95 anos</p> <p>Sexo: Atletas: 27 homens (68%) DCM: 39 homens (81%) ARVC: 11 homens (61%) HCM: 14 homens (100%)</p>	<p>Remodelação Cardíaca:</p> <p>Os atletas demonstram uma remodelação cardíaca que pode se assemelhar a certas condições patológicas, mas com diferenças na magnitude e funcionalidade. O aumento do volume diastólico final (VDF) em atletas e em pacientes com CMD sugere que ambos podem apresentar características de dilatação, mas com diferentes implicações funcionais.</p>
8	Gülan <i>et al.</i> , 2022	<p>Total: 06 indivíduos do sexo masculino 02 Voluntários saudáveis com atividades diárias leves 02 Atletas com histórico de atividade esportiva de resistência 02 Pacientes com CAV</p> <p>Idade média: 43,5 ± 10,67 anos</p>	<p>Alterações na Sístole:</p> <p>Os pacientes com CAV apresentam regiões de velocidade mais elevadas durante a sístole, indicando uma dinâmica de contração diferente em comparação aos atletas.</p> <p>Os atletas, por sua vez, mostram níveis mais baixos de energia cinética e tensão de cisalhamento viscoso durante a sístole, sugerindo que, apesar de terem um coração adaptado ao exercício, suas características de contração são distintas das observadas em condições patológicas.</p>

9	Małek; Miłosz-Wieczorek; Marczak, 2022	<p>Total: 154 indivíduos Idade Média: 33,5 anos Sexo: Grupo "Athlete's Heart": 52 homens (88%) Grupo "No Athlete's Heart": 82 homens (86%)</p>	<p>Massa Miocárdica: Atletas apresentam adaptações cardíacas típicas, como aumento da massa miocárdica e dilatação das câmaras cardíacas, o que é considerado normal e adaptativo em resposta ao exercício intenso.</p> <p>Alterações Patológicas: A ressonância magnética cardíaca revelou diagnósticos de doença cardíaca esquerda em 42% dos atletas examinados, indicando a presença de condições patológicas que podem se manifestar de forma semelhante às adaptações atléticas.</p> <p>Arritmias e Complicações: Três pacientes (2%) necessitaram de implante, indicando a presença de arritmias potencialmente perigosas, que são consideradas complicações patológicas.</p>
10	Zaffalon <i>et al.</i> , 2022	<p>Total:60 indivíduos: 30 Pacientes com CMD 30 Atletas de elite com remodelação cardíaca significativa</p> <p>Idade Média: 46,5 ± 14,81 anos Sexo: Pacientes com CMD Masculino 19 (63%) Atletas: Masculino 26 (87%)</p>	<p>ECG e Alterações Estruturais O ECG mostrou alterações em 73% pacientes com CMD.</p>

Fonte: elaborado pelos autores (2024)

6. DISCUSSÃO

O propósito desta revisão foi enfatizar as principais características das alterações cardíacas decorrentes da prática esportiva, as relacionando com as alterações provenientes das cardiopatias, posto isso, vale ressaltar que a hipótese clássica de Morganroth postula que o exercício isotônico, ligado aos esportes de resistência, é responsável pela sobrecarga crônica de volume que leva à hipertrofia excêntrica, enquanto o exercício isométrico, típico das disciplinas de força, é responsável pela hipertrofia concêntrica. Porém, atletas envolvidos em esportes de alto nível costumam apresentar adaptações combinadas devido à influência simultânea dos dois tipos de exercício. Esta hipótese é comprovada tanto por Bjerring *et al.* (2019) quanto por Dores *et al.* (2018) através da realização estudos que demonstram aumento da massa do ventrículo esquerdo e da espessura da parede em atletas com alto nível de treinamento físico.

No estudo de Dores *et al.* (2018), atletas de nível elevado (nacional/internacional e ≥ 20 horas/semana de treino) apresentaram valores maiores de alterações cardíacas, uma vez que atletas envolvidos em esportes de alta dinâmica são submetidos a maiores sobrecargas de volume. Todavia, o artigo ressalta que os valores encontrados parecem pertencer ao espectro da fisiologia saudável típica do “coração de atleta”. Assim, na presença de alteração cardíaca em atletas altamente treinados, uma função diastólica normal ou aumentada pode se tornar a chave para distinguir a adaptação saudável da doença. Embora as alterações miocárdicas em atletas se sobreponham a várias condições patológicas, estes valores mais baixos estão sempre associados a um desempenho diastólico normal/melhorado que permite a discriminação entre adaptações fisiológicas e patologia.

Em concordância, o estudo de Schnell *et al* (2017) demonstrou que a função diastólica do VE, o diâmetro e o volume diastólico final do VE dos atletas saudáveis apresentaram maiores dimensões quando comparadas com pacientes com CMH, uma vez que os grupos doentes apresentaram menor relaxamento e maiores pressões de enchimento do VE em repouso e durante o exercício. Além disso uma obstrução da via de saída do VE $>$ ou $= 30\text{mmHg}$ foi observada apenas em pacientes com CMH.

A dispersão miocárdica da deformação longitudinal parece ser a ferramenta mais eficaz para diferenciar atletas com CMH de atletas saudáveis, no entanto a ecocardiografia de exercício na avaliação de obstrução da via de saída do VE, pode ser utilizada para avaliar a deformação longitudinal global (DLG) numa fase submáxima do exercício para aumentar a

confiança diagnóstica. Porém, a DLG normalmente não pode ser usada para excluir o diagnóstico de CMH, a diminuição da DLG no exercício demonstrou ser apenas um sinal precoce de doença (SCHNELL *et al.*, 2017). Na pesquisa de Czimbalmos *et al.* (2018) a análise da deformação do ventrículo direito por ressonância magnética cardíaca também se mostrou uma ferramenta valiosa na diferenciação entre coração de atleta e CAV, especialmente em atletas altamente treinados com função ventricular preservada.

A espessura máxima da parede cardíaca foi marcadamente mais espessa nos grupos sedentários e atletas com CMH em comparação com ambos os grupos sedentários e atletas sem alteração cardíaca, no entanto entre os pacientes com CMH, seja atleta ou sedentário, não foi observada nenhuma diferença (SCHNELL *et al.*, 2017). O estudo do *The International Journal of Cardiovascular Imaging* aponta para a apresentação de hipertrofia do VE em atletas, enquanto os pacientes com CMH parecem mimetizar tal situação com aumento da espessura do VE, porém apresentam redução da função do VE diferente dos atletas que não apresentaram tal redução (KUBLER *et al.*, 2021).

O eletrocardiograma constatou uma boa acurácia na diferenciação entre CMD e remodelamento cardíaco em atletas, visto que possui uma sensibilidade e especificidade eficiente para a identificação de anormalidades que apontam para uma alteração estrutural patológica. Portanto, o ECG normal em atletas assintomáticos sem histórico familiar significativo de doença cardíaca prematura, dilatação significativa do VE e/ou fração de ejeção do ventrículo esquerdo (FEVE) limítrofe ou levemente reduzida na ecocardiografia, é altamente sugestivo de um processo fisiológico (ZAFFALON *et al.*, 2022).

Contudo, foi identificado que o intervalo RST no ECG foi altamente diagnóstico para CMH, mostrando ser um parâmetro sensível em casos ambíguos. Portanto, evidencia-se a importância do ECG e da ecocardiografia na triagem de atletas para prevenir mortes súbitas, propondo uma abordagem multiparamétrica simples, inicialmente baseada em parâmetros de ECG, que pode servir como triagem antes de testes de ecocardiograma ou RMC (GRAZIOLI *et al.*, 2016).

Em relação à CAV, Gulan *et al.*, 2022 postula que pacientes acometidos com essa doença envolvidos em atividades esportivas de resistência amadoras e profissionais têm maior probabilidade de apresentar manifestações clínicas mais graves. Além disso, existem dificuldades na diferenciação anatômica do coração dos pacientes de CAV e de atletas não portadores da doença. O estudo de Czimbalmos *et al.* (2018) destaca que atletas altamente

treinados podem apresentar características semelhantes à CAV, dificultando a diferenciação entre os dois usando os critérios da Força-Tarefa modificados. Embora a ressonância magnética cardíaca seja padrão-ouro para avaliar a função do ventrículo direito (VD), a interpretação subjetiva ainda é desafiadora.

Colaborando para elucidar essa questão, Kubler *et al.*, 2021 traz resultados que mostram diferenças significativas no volume diastólico final do ventrículo direito de atletas e pacientes com CAV, fornecendo critérios úteis para o diagnóstico diferencial. Gulan *et al.*, 2022 mostra que atletas apresentam níveis mais baixos de energia cinética e tensão de cisalhamento viscoso durante a sístole em comparação com os pacientes com CAV. Kubler *et al.*, 2021 também aborda a existência de sobreposição entre o coração de atletas e a cardiomiopatia dilatada. Os resultados mostraram que o volume diastólico final estava aumentado em mais da metade dos atletas, assim como em pacientes com CMD. As diferenças encontradas também estão relacionadas ao volume diastólico ventricular final.

Ademais, a RMC, demonstrou-se como uma ótima ferramenta diagnóstica para atletas em fases iniciais de doença cardíaca estrutural ou atletas que estão com resultados duvidosos nos testes iniciais como o ECG (MAŁEK; MIŁOSZ-WIECZOREK; MARCZAK, 2022; ERZ *et al.*, 2012).

“Coração de atleta” é o termo utilizado para definir remodelações estruturais e elétricas cardiovasculares causadas pela prática intensa de atividade física. Erz *et al.* (2012) afirma que exames como eletrocardiograma ou ecocardiograma podem destacar pequenas mudanças de padrão, sendo um desafio distinguir as adaptações benignas, geralmente reversíveis, de alterações patológicas. Com isso, a Ressonância Magnética Cardíaca com sua resolução espacial equilibrada e possibilidade de visualização de cicatrizes miocárdicas é um exame não invasivo bastante útil em atletas com suspeita de doença cardíaca estrutural (MAŁEK; MIŁOSZ-WIECZOREK; MARCZAK, 2022).

O uso da RMC para confirmação diagnóstica de doença cardíaca estrutural não é muito comum devido ao alto custo do equipamento associado a baixa cobertura de rastreamento pelo seguro social/saúde. Isso contrasta a sua importância na cardiologia clínica, uma vez que outros exames possuem limitações tanto técnicas quanto prognósticas em atletas de alta performance (MAŁEK; MIŁOSZ-WIECZOREK; MARCZAK, 2022; ERZ *et al.*, 2012).

A CMH é uma das principais causas de morte súbita cardíaca entre atletas jovens, destacando a importância do diagnóstico precoce e preciso para prevenir tragédias. Dada a

prevalência de CMH na população jovem, métodos como ecocardiogramas e eletrocardiogramas têm sido essenciais na identificação de indivíduos em risco. Contudo, a elevada taxa de falsos positivos nos resultados do ECG, especialmente devido ao "coração de atleta", dificulta o diagnóstico diferencial. Esta sobreposição entre as adaptações fisiológicas ao exercício e as manifestações patológicas de CMH pode resultar em diagnósticos incorretos, levando a intervenções inadequadas ou à falta de tratamento em casos graves (SCHNELL *et al.*, 2017).

Nesse contexto, a RMC emerge como uma ferramenta importante, com sua capacidade de fornecer imagens detalhadas da estrutura cardíaca e detectar cicatrizes miocárdicas, permitindo uma avaliação mais precisa de atletas com suspeita de doenças cardíacas estruturais. A RMC pode ajudar a distinguir entre as remodelações benignas e as patologias subjacentes, potencialmente reduzindo a incidência de mortes súbitas em atletas ao oferecer um diagnóstico mais claro e confiável (SCHNELL *et al.*, 2017).

A presente revisão sistemática destaca-se pela sintetização das informações descritas na literatura que abordam as diferenças entre as alterações cardíacas patológicas e fisiológicas, que são ainda pouco descritas. Além disso, nossa revisão esclarece as principais evidências a nível de diagnóstico de possíveis cardiopatias em atletas, o que é de grande relevância e aplicabilidade prática.

Como limitações do estudo, pontuamos que não foi possível identificar de forma clara se a prática intensa de exercícios físicos realizada por atletas profissionais pode predispor um quadro de desenvolvimento de cardiopatias. Ademais, foi observado nos artigos o viés de confusão das populações dos estudos, onde houveram dificuldades na definição de variáveis como volume de treinamento, intensidade e tipo de treino praticado ao longo do tempo pelos atletas.

7. CONCLUSÃO

Em síntese, podemos concluir que a CMH é uma das principais causas de morte súbita cardíaca entre atletas de alto rendimento, e a dificuldade em distinguir entre as adaptações fisiológicas normais do "coração de atleta" e as patologias subjacentes aumenta o risco de diagnósticos incorretos e intervenções inadequadas. O eletrocardiograma e o ecocardiograma têm sido ferramentas valiosas na triagem inicial, mas apresentam limitações, como a alta taxa de falsos positivos devido às mudanças normais induzidas pelo exercício intenso. A ressonância magnética cardíaca surge como um recurso fundamental para superar essas limitações.

A revisão também confirma a validade da hipótese de que as adaptações cardíacas são distintas conforme o tipo de exercício e destaca a importância de considerar o desempenho diastólico para diferenciar entre alterações fisiológicas e patológicas. Além disso, a análise da deformação miocárdica e do volume diastólico final do ventrículo direito, realizada por meio de técnicas avançadas como a RMC, se mostrou útil na diferenciação entre condições como a cardiomiopatia arritmogênica ventricular e o "coração de atleta". Portanto, a abordagem multiparamétrica, que integra ECG, ecocardiograma e RMC, é essencial para uma triagem eficaz e para a prevenção de mortes súbitas entre atletas. Essa combinação de técnicas permite uma avaliação mais completa e precisa, ajudando a distinguir entre condições patológicas e adaptações fisiológicas normais, e potencialmente reduzindo a incidência de eventos adversos graves.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AL-KHATIB, S. M. *et al.* 2017 AHA/ACC/HRS Guideline for Management of Patients With Ventricular Arrhythmias and the Prevention of Sudden Cardiac Death: Executive Summary. **Circulation**, v. 138, n. 13, p.8-39, 25 set. 2018.

ARAÚJO, M. K.; BARROS, R. C. M.; MENEZES JUNIOR, A. S. *Physical Training In Athletes: Analysis Of Cardiac Autonomic Modulation*. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 27, n. 1, p. 36–41, jan. 2021.

BAZAN, S. G. Z. *et al.* Cardiomiopatia Hipertrófica – Revisão. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 115, n. 5, p. 927–935, nov. 2020.

BJERRING, A. W. *et al.* Bør idrettsutøvere screenes for hjertesykdom? **Tidsskrift for Den norske legeforening**, p. 1-5, 1 jul. 2021.

BJERRING, A. W. *et al.* The developing athlete's heart: a cohort study in young athletes transitioning through adolescence. **European Journal of Preventive Cardiology**, v. 26, n. 18, p. 2001–2008, 8 jul. 2019.

COLOMBO, C. S. S. S.; FRANCISCO, R. C. O Coração de Atleta na Mulher. **Revista da Sociedade de Cardiologia do Estado de São Paulo**, v. 24, n. 1, p. 66-70, 1 jan. 2014.

CORRADO, D. *et al.* 12-lead ECG in the athlete: physiological versus pathological abnormalities. **British Journal of Sports Medicine**, v. 43, n. 9, p. 669–676, 1 set. 2009.

CZIMBALMOS, C. *et al.* Cardiac magnetic resonance based deformation imaging: role of feature tracking in athletes with suspected arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy. **The International Journal of Cardiovascular Imaging**, v. 35, n. 3, p. 529–538, 31 out. 2018.

DAMINELLO, E. *et al.* Evaluation of Strain Parameters by Three Dimensional Speckle Tracking Echocardiography in Competitive Athletes. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 30, n. 3, p. 92-97, 1 jan. 2017.

DANIELIAN, A.; SHAH, A. *Differentiating Physiology from Pathology: The Gray Zones of the Athlete's Heart*. **Clinics in Sports Medicine**, v. 41, n. 3, p. 425–440, 1 jul. 2022.

DORES, H. *et al.* Myocardial deformation and volume of exercise: a new overlap between pathology and athlete's heart? **The international journal of cardiovascular imaging**, v. 34, n. 12, p. 1869–1875, 14 jul. 2018.

ERZ, G. *et al.* Correlation between ECG abnormalities and cardiac parameters in highly trained asymptomatic male endurance athletes: evaluation using cardiac magnetic resonance imaging. **The International Journal of Cardiovascular Imaging**, v. 29, n. 2, p. 325–334, 22 jun. 2012.

FRANÇA, J. L. M. *et al.* Morte súbita cardíaca: o perfil da prevenção nos clubes de futebol do estado do Piauí. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 23, n. 3, p. 151-160, 30 set. 2015.

GATI, S.; MALHOTRA, A.; SHARMA, S. Exercise-induced left ventricular hypertrabeculation: physiological adaptation or cardiomyopathy? **British Journal of Sports Medicine**, v. 53, n. 6, p. 354-355, 2019.

GRAZIOLI, G. *et al.* Differentiating hypertrophic cardiomyopathy from athlete's heart: An electrocardiographic and echocardiographic approach. **Journal of electrocardiology**, v. 49, n. 4, p. 539–544, 1 jul. 2016.

GÜLAN, U. *et al.* A comparative study on the analysis of hemodynamics in the athlete's heart. **Scientific reports**, v. 12, n. 1, 5 out. 2022.

KLEINNIBBELINK, G. *et al.* Exercise Training Induces Left- but not Right-sided Cardiac Remodelling in Olympic Rowers. **International Journal of Sports Medicine**, v. 43, n. 2, p. 151-160, 10 ago. 2021.

KÜBLER, J. *et al.* Cardiac MRI findings to differentiate athlete's heart from hypertrophic (HCM), arrhythmogenic right ventricular (ARVC) and dilated (DCM) cardiomyopathy. **The International Journal of Cardiovascular Imaging**, v. 37, n. 8, p. 2501–2515, 1 ago. 2021.

LEAL, R. C. C. **Adaptações Fisiológicas no Coração do Desportista: Até que ponto serão benéficas?** 2022. 66 p. Dissertação (Mestrado em Medicina) - Universidade da Beira Interior, 2022. Disponível em: https://ubibliorum.ubi.pt/bitstream/10400.6/12886/1/8982_19330.pdf. Acesso em: 23 abr. 2024.

MACEIRA, A. M. *et al.* Reference ventricular dimensions and function parameters by cardiovascular magnetic resonance in highly trained Caucasian athletes. **Journal of Cardiovascular Magnetic Resonance**, v. 25, n. 12, p. 1-9, 9 fev. 2023.

MAŁEK, Ł. A.; MIŁOSZ-WIECZOREK, B.; MARCZAK, M. Diagnostic Yield of Cardiac Magnetic Resonance in Athletes with and without Features of the Athlete's Heart and Suspected Structural Heart Disease. **International journal of environmental research and public health/International journal of environmental research and public health**, v. 19, n. 8, p. 4829–4829, 15 abr. 2022.

MALTÊS, S.; LOPES, L. R. Novas perspectivas no tratamento farmacológico da miocardiopatia hipertrófica. **Revista Portuguesa de Cardiologia**, v. 39, n. 2, p. 99–109, 1 fev. 2020.

MANÇO, A. C. F.; FIGUEIREDO, D. N.; NAVARRO, F. Detecção de hipertrofia ventricular esquerda fisiológica em atletas judocas através do eco-doppler. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, v. 2, n. 9, p. 342-352, 11 dez. 2011.

MARTINEZ, M. W. *et al.* Exercise-Induced Cardiovascular Adaptations and Approach to Exercise and Cardiovascular Disease: JACC State-of-the-Art Review. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 78, n. 14, p. 1453–1470, 5 out. 2021.

PALMISANO, A. *et al.* Advanced cardiac imaging in athlete's heart: unravelling the grey zone between physiologic adaptation and pathology. **La radiologia medica**, v. 126, n. 12, p. 1518–1531, 22 ago. 2021.

PEDRO, R. L. **Análise do Impacto do Treinamento Aeróbico de Resistência Versus Anaeróbico de Força na Fisiologia e Morfologia Cardíaca de Atletas de Alto Rendimento Através da Ecocardiografia com Speckle Tracking**. 2022. 40 p. Dissertação - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2022.

RICH, B. S. E.; HAVENS, S. A. *The Athletic Heart Syndrome*. **Current Sports Medicine Reports**, v. 3, n. 2, p. 84–88, abr. 2004.

SCHMIDT, T. *et al.* Sports, Myocarditis and COVID-19: Diagnostics, Prevention and Return-to-Play Strategies. **International Journal of Sports Medicine**, v. 43, n. 13, p. 1097–1105, 28 mar. 2022.

SCHNELL, F. *et al.* Mechanical Dispersion by Strain Echocardiography: A Novel Tool to Diagnose Hypertrophic Cardiomyopathy in Athletes. **Journal of the American Society of Echocardiography**, v. 30, n. 3, p. 251–261, 1 mar. 2017.

SHARMA, S.; MERGHANI, A.; MONT, L. *Exercise and the heart: the good, the bad, and the ugly*. **European Heart Journal**, v. 36, n. 23, p. 1445–1453, 2 abr. 2015.

WERENITZKY, J. *et al.* Cambios estructurales y funcionales del ventrículo derecho en deportistas de alto rendimiento evaluados por ecocardiografía con strain por speckle tracking. **Insuficiencia Cardíaca**, v. 11, n. 3, p. 109–114, 20 jun. 2016.

ZAFFALON, D. *et al.* Role of the electrocardiogram in differentiating genetically determined dilated cardiomyopathy from athlete's heart. **European Journal of Clinical Investigation**, v. 52, n. 10, 1 ago. 2022.

ANEXOS

Anexo 1 - Carta de Aceite de Manuscrito



CARTA DE ACEITE DE MANUSCRITO

REAS, Revista Eletrônica Acervo Saúde (ISSN 2178-2091)

Informamos que o artigo abaixo foi considerado para publicação na revista.

Título do artigo:

Alterações cardíacas decorrentes da prática esportiva de alta intensidade e sua relação com as cardiopatias: uma revisão sistemática

Autor/Coautores:

Augusto Dias Cavalcante

Luciana Vieira Queiroz Labre

Gabriel Rodrigues Jubé

Gabriel Cremones Cavalcante

Pedro Augusto Fonseca Tavares

Victor Hugo Cardoso Monteiro

Arthur Guimarães Arantes

segunda-feira, novembro 4, 2024

Dr. Andreazzi Duarte
Editor-líder da Revista

NOTA:

* O aceite do artigo está sujeito a confirmação do pagamento e documentação conforme as normas da revista.

** O aceite não extingue a possibilidade de correções ou adequações no conteúdo do trabalho.

WWW.ACERVOMAI.S.COM
Base presente em todo o Brasil.
