

**UNIVERSIDADE SANTO AMARO**  
**CURSO DE MEDICINA**

**Fábio Ricardo Loureiro Sato**  
**Fernando Barbosa Malheiros**  
**Iago Maciel Rodrigues**  
**Pedro Augusto M. de Luca**  
**Ricardo Lacaz Martins**

**QUAIS AS CARACTERÍSTICAS QUE DIFERENCIAM A**  
**CARDIOMIOPATIA HIPERTRÓFICA E A SÍNDROME DO CORAÇÃO**  
**DE ATLETA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA**

**São Paulo**

**2025**

**Fábio Ricardo Loureiro Sato**  
**Fernando Barbosa Malheiros**  
**Iago Maciel Rodrigues**  
**Pedro Augusto M. de Luca**  
**Ricardo Lacaz Martins**

**QUAIS AS CARACTERÍSTICAS QUE DIFERENCIAM A  
CARDIOMIOPATIA HIPERTRÓFICA E A SÍNDROME DO CORAÇÃO  
DE ATLETA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
ao Curso de Medicina da Universidade Santo  
Amaro – UNISA como requisito parcial para  
obtenção do título de Bacharel em Medicina.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Larissa Ventura Ribeiro  
Bruscky

**São Paulo**

**2025**

Q22

Quais as características que diferenciam a Cardiomiopatia Hipertrófica e a Síndrome do Coração de Atleta: uma revisão sistemática / Fabio Ricardo Loureiro Sato...[et al]. – São Paulo, 2025.

18 p. : il., P&B.

Orientador: Profa. Dra. Larissa Ventura Ribeiro Bruscky.

TCC Graduação. (Superior em Medicina) - Universidade Santo Amaro, 2025.

Bibliografia incluída.

1. Cardiomiopatia Hipertrófica. 2. Síndrome do Coração de Atleta. 3. Ecocardiograma. I. Malheiros, Fernando Barbosa. II. Rodrigues, Iago Maciel. III. Luca, Pedro Augusto M. de. IV. Martins, Ricardo Lacaz. V. Bruscky, Larissa ventra Ribeiro. VI. Universidade Santo Amaro. VII. Título.

CDD 616.12

**Fábio Ricardo Loureiro Sato**  
**Fernando Barbosa Malheiros**  
**Iago Maciel Rodrigues**  
**Pedro Augusto M. de Luca**  
**Ricardo Lacaz Martins**

**QUAIS AS CARACTERÍSTICAS QUE DIFERENCIAM A  
CARDIOMIOPATIA HIPERTRÓFICA E A SÍNDROME DO CORAÇÃO  
DE ATLETA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Medicina da Universidade Santo Amaro – UNISA como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Medicina

São Paulo, 12 de Dezembro de 2025.

**BANCA EXAMINADORA**

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Larissa Ventura Ribeiro Bruscky

Orientadora

Prof. Dr. Jonas Moraes Filho

Avaliador

Prof. Ms. Felipe Reis

Avaliador

**Conceito Final:** \_\_\_\_\_

Dedicamos esse trabalho a todas as pessoas que de alguma forma, direta ou indiretamente, contribuíram para a nossa formação

Agradecemos a nossos pais, familiares,  
professores, funcionários e pacientes  
que estiveram juntos nessa jornada.

## RESUMO

A prática de exercícios físicos, em especial em atletas que tenham uma demanda importante cardíaca pela prática de atividades físicas de alto impacto, levam a alterações cardíacas conhecidas como Síndrome do Coração do Atleta (SCA), entre elas a hipertrofia ventricular esquerda e modificações na condução elétrica cardíaca. Essa SCA precisa ter seu diagnóstico diferencial em relação a outras alterações possíveis de serem encontradas no coração da população geral, como a cardiomiopatia hipertrófica, que tem o risco aumentado de morte súbita. O objetivo desse trabalho foi realizar uma revisão sistemática sobre as diferenças morfológicas entre a SCA e outras cardiomiopatias. De acordo com os estudos já publicados, os exames de ecocardiograma mostraram nos atletas uma hipertrofia cardíaca simétrica e função diastólica permanente preservada, enquanto nos pacientes cardiopatas a hipertrofia tende a ser assimétrica e com sinais de comprometimento diastólico. Na ressonância magnética, a presença de fibrose miocárdica foi mais frequentemente encontrada nos não-atletas quando comparado aos atletas. Esses resultados são importantes a fim de se identificar as diferenças entre eles para um melhor diagnóstico e evitar possíveis eventos cardiovasculares indesejáveis em atletas de alto rendimento.

Palavras-Chaves: Cardiomiopatia Hipertrófica, Síndrome do Coração de Atleta, Ecocardiograma, Ressonância Magnética.

## ABSTRACT

The practice of physical exercise, especially in athletes who have a significant cardiac demand due to high-impact physical activities, leads to cardiac changes known as Athlete's Heart Syndrome (AHS), including left ventricular hypertrophy and alterations in cardiac electrical conduction. This AHS must be differentially diagnosed from other potential cardiac alterations found in athletes, such as hypertrophic cardiomyopathy, which carries an increased risk of sudden death. The aim of this study was to conduct a systematic review of the morphological differences between Athlete's Heart Syndrome and other cardiomyopathies. According to the results, echocardiogram exams showed symmetric cardiac hypertrophy and preserved diastolic function in athletes, while in cardiopathic patients, hypertrophy tends to be asymmetric with signs of diastolic dysfunction. In magnetic resonance imaging, the presence of myocardial fibrosis was more frequent in non-athletes compared to athletes. These findings are important for identifying the differences between these conditions for better diagnosis and to avoid potential undesirable cardiovascular events in high-performance athletes.

Keywords: Hypertrophic Cardiomyopathy, Athlete's Heart Syndrome, Echocardiogram, Magnetic Resonance Imaging.

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	9
2 OBJETIVOS .....	11
3 METODOLOGIA .....	12
4. RESULTADOS .....	14
5 DISCUSSÃO .....	19
6 CONCLUSÃO .....	21
REFERÊNCIAS .....	22

## 1. INTRODUÇÃO

A realização de exercícios físicos é parte integrante da vida de milhões de pessoas em todo o mundo, trazendo inúmeros benefícios físicos, mentais e sociais. Quanto ao sistema cardiovascular, os benefícios do exercício são significativos, com destaque para os efeitos positivos no controle da pressão arterial, na saúde do sistema vascular e na melhora tanto do perfil lipídico quanto da sensibilidade à insulina<sup>1</sup>.

Pessoas que realizam exercício físico em intensidade elevada, como os atletas profissionais, necessitam desenvolver adaptações sistêmicas para compensar o aumento da demanda física. No sistema cardiovascular, por exemplo, níveis tão intensos de exercícios requerem um aumento sustentado, em torno de cinco vezes, no débito cardíaco, o que é possível com uma série de adaptações cardíacas elétricas, estruturais e funcionais que coletivamente denominados de Síndrome do Coração de Atleta (SCA). Essas alterações podem surgir tanto nos exercícios com predomínio de força quanto de resistência<sup>2</sup>.

De forma análoga, a sobrecarga hemodinâmica imposta ao sistema cardiovascular pelo treinamento físico de alta intensidade não é responsável pelo surgimento de alterações estruturais patológicas características da Miocardiopatia Hipertrófica (MCH). Nesses indivíduos, contudo, o exercício vigoroso pode atuar como fator agravante, acelerando a progressão da doença e aumentando o risco de morte súbita cardíaca<sup>3</sup>.

A análise comparativa entre a SCA e a MCH revela um paradoxo na prática esportiva: enquanto a SCA reflete as adaptações fisiológicas e benéficas decorrentes do treinamento de alta intensidade, a MCH ilustra os efeitos patológicos e potencialmente adversos do exercício vigoroso em indivíduos com a doença<sup>4</sup>.

O problema é justamente o difícil diagnóstico diferencial entre a SCA e a MCH em algumas situações, pois elas podem compartilhar características semelhantes, devendo o diagnóstico entre ambas ser realizado de forma assertiva previamente à participação em competições de grande esforço físico.

De acordo com Ghorayeb et al. (2019)<sup>5</sup>, miocardiopatia hipertrófica tem seu diagnóstico subnotificado, pois muitos casos evoluem sem manifestação clínica. Esse público ao realizar atividades físicas de alta demanda, como no caso da prática esportiva em alta intensidade, pode ter como primeira manifestação da doença sua complicação mais devastadora que é a morte súbita.

A sobreposição diagnóstica entre as adaptações ao exercício crônico de alta intensidade e as diferentes cardiomiopatias, principalmente em atletas profissionais, representa um grande desafio. Tanto as alterações cardíacas adaptativas induzidas pelo exercício quanto aquelas relacionadas com patologia subjacente podem se manifestar através de achados clínicos e de imagem semelhantes. E é justamente nesse panorama que reside a complexidade de distinção entre as duas situações clínicas, pois há necessidade de não suspender injustamente da prática esportiva um portador de SCA, em especial se esse for um esportista de alto rendimento, ao mesmo tempo em que não se pode subestimar os riscos inerentes da prática esportiva de um portador de MCH.

A hipótese para esse trabalho é que a intensa sobrecarga imposta pelo treinamento físico pode gerar adaptações cardíacas que mimetizam, em parte, as alterações anatômicas observadas em cardiomiopatias. No entanto, parâmetros estruturais e funcionais específicos, avaliados por exames complementares, permitem distinguir as adaptações fisiológicas do atleta das alterações patológicas das cardiomiopatias.

## 2. OBJETIVOS

**Objetivo Geral:** Analisar as semelhanças e diferenças entre o SCA e o de portador de MCH através de uma revisão sistemática, abordando em especial as diferenças entre ambos nos exames complementares para auxiliar na diferenciação dentre ambas as alterações.

**Objetivos Específicos:** Analisar as características anatômicas e fisiológicas dos corações de atletas, comparando com os de pacientes com MCH, tanto quanto a sua semelhança, como quanto a sua diferença.

### 3. METODOLOGIA

A metodologia empregada nesse trabalho foi a Revisão Sistemática da literatura a fim de se identificar as diferenças na zona cinzenta entre a SCA e MCH. O processo de análise sistemática foi conduzido de acordo com as diretrizes estabelecidas pelo *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) para garantir transparência, rigor metodológico e replicabilidade. Inicialmente será realizada uma busca na literatura em base como *Pubmed/Medline*, *Scopus*, *Web of Science* e *Scielo* em busca de artigos que tenham como palavras-chaves os temas “síndrome do coração do atleta”, “cardiomiopatias hipertrófica” e “adaptações cardíacas”. Foram incluídos na amostra estudos clínicos randomizados do período de janeiro de 1985 a setembro de 2024.

Esses estudos foram avaliados quanto à sua relevância baseado nos critérios de inclusão desse trabalho. A seleção foi realizada por pelo menos dois revisores de forma independente pertencentes à equipe de pesquisa (FS e YR), e as divergências serão resolvidas por consenso e quando necessário, a avaliação de um terceiro membro da equipe de pesquisa (FM). Após essa seleção dos artigos a serem incluídos na pesquisa, os dados relevantes dos estudos incluídos foram extraídos de forma sistemática e registrados em planilhas para posterior análise. Como parte da metodologia PRISMA, os revisores envolvidos também avaliaram o risco de viés em cada estudo utilizando ferramentas de avaliação. Os dados extraídos dos estudos foram sintetizados em tabelas para o cálculo da estimativa do efeito global.

Critério de Inclusão: Foram incluídos estudos que se enquadraram nas categorias de ensaios clínicos randomizados e estudos de coortes sobre o tema Síndrome do Coração do Atleta, alterações clínicas cardiovasculares relacionadas à atividade física de alto rendimento e a zona cinzenta do desenvolvimento de cardiomiopatias hipertróficas.

Critério de Exclusão: Foram excluídos da amostra após a leitura dos artigos selecionados na busca inicial aqueles não relacionados ao tema, que não atendam

aos critérios de inclusão, aqueles cujas metodologias não estejam entre as selecionadas para esse trabalho, amostras não representativas e artigos de baixa qualidade científica.

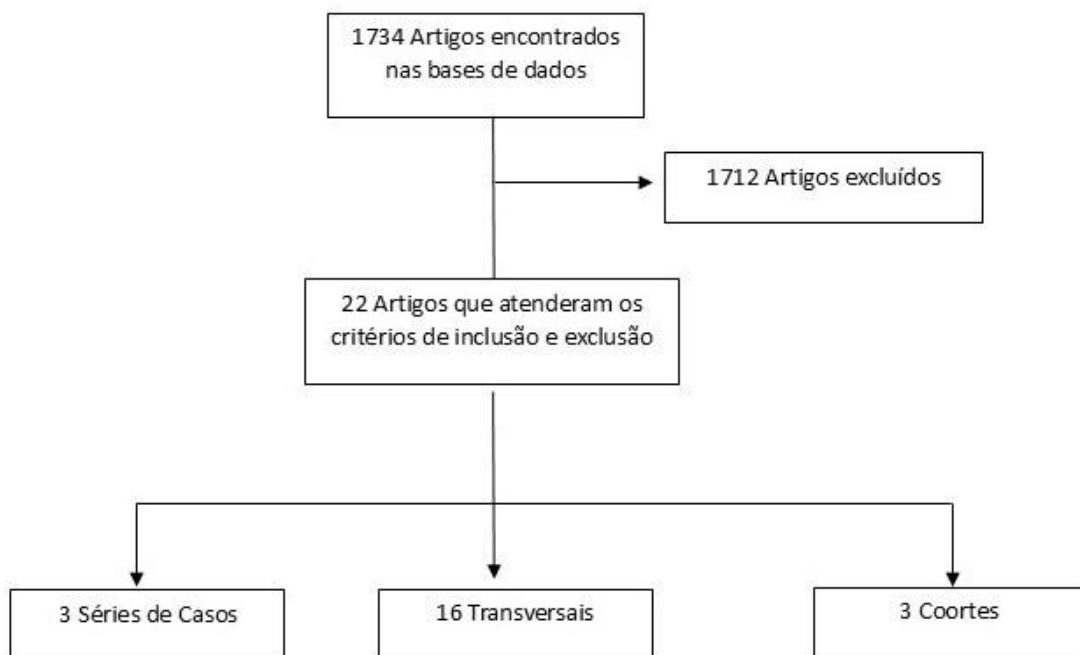
### **Variáveis selecionados**

Para a análise comparativa das estruturas cardíacas de atletas e de pacientes com cardiomiopatia hipertrófica, foram consideradas variáveis relacionadas aos aspectos estruturais e funcionais dos ventrículos esquerdo (VE) e direito (VD). Esses parâmetros foram obtidos por meio de ressonância magnética cardiovascular (RMC) e ecocardiografia transtorácica (ECOTT). Valores que não fossem expressos em percentual foram indexados à área de superfície corporal (ASC; m<sup>2</sup>). Os dados incluíram volume diastólico final do VE (LVEDV; ml/m<sup>2</sup>), volume sistólico final do VE (LVESV; ml/m<sup>2</sup>), diâmetro diastólico final do VE (LVEDD; mm/m<sup>2</sup>), diâmetro sistólico final do VE (LVESD; mm/m<sup>2</sup>), massa do VE (LVM; g/m<sup>2</sup>), espessura da parede do VE (mm/m<sup>2</sup>), área diastólica final do VD (RVEDA; cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>), área sistólica final do VD (RVESA; cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>), volume diastólico final do VD (RVEDV; ml/m<sup>2</sup>), volume sistólico final do VD (RVESV; ml/m<sup>2</sup>) e massa do VD (RVM; g/m<sup>2</sup>). A avaliação volumétrica do VD por ECOTT foi obtida com tecnologia tridimensional (3D) em estudos selecionados. Os desfechos secundários incluíram a avaliação da fração de ejeção (FE; %), volume sistólico (VS; ml/m<sup>2</sup>), excursão sistólica do plano anular tricúspide (TAPSE; mm) e variação fracional da área (FAC; %).

#### 4. RESULTADOS

Após busca nas bases de dados selecionadas, foi encontrado um total de 1.734 resultados na busca da literatura, com 22 estudos que atenderam aos critérios de inclusão<sup>6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29</sup>. Dos estudos que atenderam aos critérios de inclusão, três eram séries de casos<sup>15, 18, 23</sup>, 16 eram estudos transversais<sup>12, 13, 14, 16, 17, 18, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 28, 30</sup> e três eram estudos de coorte (com controle histórico)<sup>6, 27, 29</sup>. Um total de 529 pacientes não-atletas com MCH e 1.000 atletas foram incluídos nesse estudo – Figura 1.

Figura 1 – Fluxograma da seleção da literatura



## **Ressonância Magnética Cardiovascular**

Quando avaliado por meio de ressonância magnética cardiovascular, o volume diastólico final do ventrículo esquerdo foi 17,0% maior nos atletas em comparação aos indivíduos não-atletas (102,1 vs. 84,7 ml/m<sup>2</sup>; p < 0,001). O volume sistólico do ventrículo esquerdo também foi 18,5% maior (62,6 vs. 51,7 ml/m<sup>2</sup>; p < 0,001), assim como a massa do ventrículo esquerdo que foi 25,0% maior (57,3 vs. 42,8 g/m<sup>2</sup>; p < 0,001) em ATL comparado aos MCH. A fração de ejeção do ventrículo esquerdo foi aproximadamente 2% menor em ATL comparado aos MCH (60,8% vs. 61,7%; p = 0,075). A avaliação da função do ventrículo direito por RMC revelou um volume diastólico final do VD 18,5% maior (112,0 vs. 90,1 ml/m<sup>2</sup>; p < 0,001), um volume sistólico do VD 18,5% maior (62,7 vs. CMR50,0 ml/m<sup>2</sup>; p < 0,001), e uma massa do VD 22% maior (17,2 vs. 13,3 g/m<sup>2</sup>; p < 0,001) em ATL comparado aos MCH. A fração de ejeção do VD foi cerca de 2% menor em ATL comparado aos MCH (54,9% vs. 56,8%; p < 0,015) – Tabela 1.

## **Ecocardiografia Transtorácica**

A avaliação do tamanho do VE por ecocardiografia transtorácica revelou um LVEDV 17% maior ATL comparado aos indivíduos não-atletas (72,9 vs. 61,0 ml/m<sup>2</sup>; p < 0,001) e um volume sistólico final do VE 27% maior em ATL comparado aos MCH (30,3 vs. 22,1 ml/m<sup>2</sup>; p < 0,001). A fração de ejeção do VE tendeu a ser 3% menor em ATL comparado aos MCH (59,9% vs. 61,9%; p = 0,21).

A avaliação da função do VD revelou um volume diastólico final do VD 28% maior em ATL comparado aos MCH (83,5 vs. 59,6 ml/m<sup>2</sup>; p < 0,001) e um volume sistólico final do VD 37% maior em ATL comparado aos MCH (37,1 vs. 23,0 ml/m<sup>2</sup>; p < 0,001). A fração de ejeção do VD foi reduzida em 9% em ATL comparado aos MCH (56,5% vs. 61,3%; p < 0,001) – Tabela 2.

Tabela 1 – Dados da Ressonância Magnética

<b>Ressonância Magnética</b>	<b>Nº Estudos</b>	<b>Amostra Atletas</b>	<b>Amostra Não-Atletas</b>	<b>Média Atletas</b>	<b>Média Não-Atletas</b>	<b>Diferença média entre grupos</b>	<b>p-valor</b>
LVEDV (ml/m2)	5	125	152	102,1	84,7	17,36	<0,001
LVESV (ml/m3)	4	117	146	40,27	31,77	8,81	<0,001
LVEDD (mm/m2)	1	33	58	30	30	0	>0,99
LVSV (ml/m2)	3	41	36	62,61	51,74	11,6	<0,001
LVEF (%)	5	125	152	60,82	61,7	-1,16	0,075
LVM (g/m2)	4	112	139	57,32	42,85	14,11	<0,001
LVISWT (mm/m2)	1	33	58	4,9	4,5	0,4	0,004
RVEDV (ml/m2)	5	125	152	112,01	90,08	20,69	<0,001
RVESV (ml/m2)	4	117	146	49,75	38,55	10,66	<0,001
RVEDD (mm/m2)	1	33	58	23	23	0	>0,99
RVSV (ml/m2)	3	41	36	62,66	50,01	11,58	<0,001
RVEF (%)	5	125	152	54,9	56,84	-1,6	0,015
RVM (g/m2)	4	112	139	17,23	13,25	3,71	<0,001

Tabela 2 – Dados da Ecocardiografia

<b>Ecocardiografia</b>	<b>Nº Estudos</b>	<b>Amostra Atletas</b>	<b>Amostra Não-Atletas</b>	<b>Média Atletas</b>	<b>Média Não-Atletas</b>	<b>Diferença média entre grupos</b>	<b>p-valor</b>
LVSV (ml/m2)	5	146	136	54,34	47,11	7,17	0,016
LVEDV (ml/m2)	6	166	156	72,89	61,01	12,22	<0,001
LVESV (ml/m2)	4	111	105	30,25	22,08	8,09	<0,001
LVEDD (mm/m2)	7	189	189	28,37	27,73	0,72	0,01
LVESD (mm/m2)	2	55	55	18,6	17,85	0,74	0,022
LVM (g/m2)	8	218	193	83,65	63,7	19,76	<0,001
LVPWT (mm/m2)	7	195	184	5,06	4,35	0,72	<0,001
IVSWT (mm/m2)	8	241	232	5,33	4,66	0,71	<0,001
LVEF (%)	7	212	204	59,93	61,86	-1,75	0,21
RVSV (ml/m2)	3	65	55	47,53	37,67	9,49	<0,001
TAPSE (mm)	3	81	85	23,3	24,3	-1,17	0,28
RVFAC (%)	1	33	37	49,4	46	3,4	0,068
RVEDA (cm/m2)	4	121	121	11,5	9,97	1,5	0,003
RVESA (cm/m2)	2	66	70	5,43	5,05	0,39	0,53
RVEDV (ml/m2)	2	45	35	83,55	59,6	23,6	0,001
RVESV (ml/m2)	2	45	35	37,1	23	13,87	<0,001
RVEF (%)	2	45	35	56,45	61,25	-4,92	<0,001

## 5. DISCUSSÃO

Os achados demonstraram mudanças acentuadas no tamanho ventricular e mudanças modestas na função<sup>6, 7, 4</sup>. Quando avaliados por RMC e ECOTT, tanto os volumes do ventrículo esquerdo e direito quanto os volumes sistólicos foram significativamente maiores ( $p < 0,001$ ) em atletas em comparação aos não atletas. Embora não tenha sido estatisticamente significativo, houve uma tendência de fração de ejeção do VE mais baixa em ATL comparado aos MCH, quando avaliado tanto por RMC quanto por TTE. O mesmo foi observado ao avaliar o VD por MCH, com uma fração de ejeção do VD mais baixa em ATL comparado aos MCH ( $p = 0,015$ ). No entanto, a fração de ejeção do VD derivada de ECOTT foi significativamente menor em ATL em comparação aos MCH ( $p < 0,001$ ).

As demandas impostas ao sistema cardiovascular dos ATL resultam em maiores volumes e massas ventriculares<sup>7, 8, 9, 10, 11, 31</sup>. Em repouso, fração de ejeção do VE mais baixas podem ser observadas em atletas em comparação aos não-atletas; no entanto, isso é compensado por maiores volumes ventriculares, volumes sistólicos e uma maior extração de oxigênio tecidual.

Esse maior volume sistólico permite um aumento do débito cardíaco e do tempo de trânsito sanguíneo durante o exercício, o que possibilita que os tecidos extraiam mais oxigênio e funcionem com maior capacidade<sup>32</sup>. Curiosamente, as alterações estruturais em atletas revelaram um aumento desproporcional nos volumes do ventrículo direito em comparação aos volumes do ventrículo esquerdo quando medidos tanto por RMC quanto por ECOTT, com uma diferença mais pronunciada na avaliação por ECOTT. Esse achado sugere que o VD, com sua parede mais fina, pode ser mais suscetível à dilatação quando exposto a repetidos episódios de exercício intenso, em comparação ao VE, que tem paredes mais espessas<sup>33</sup>.

Além disso, a fração de ejeção do VE derivada por ECOTT foi 3% menor em ATL em comparação aos indivíduos não-atletas, enquanto a fração de ejeção do VD foi 9% menor em ATL comparado aos MCH. Com base nessa tendência, seria esperado uma redução semelhante na excursão sistólica do plano anular tricúspide e na variação fracionada da área do VD (FAC). No entanto, os resultados relatados são ambíguos, com ATL exibindo uma redução geral no TAPSE (diferença média de  $-1,17$  mm) e um aumento no FAC do VD (diferença média de 3,40%) em comparação aos

MCH. Uma explicação para esse achado não é clara, mas pode refletir os desafios de avaliar o VD por ecocardiografia<sup>33, 34</sup>. Outra explicação pode estar relacionada ao pequeno número de estudos que relatam dados volumétricos do VD por avaliações ecocardiográficas.

Além disso, a avaliação da fração de ejeção do VD por RMC revelou apenas uma modesta redução de 2% em ATL comparado aos MCH. Portanto, os achados de RMC e ECOTT são consistentes e apontam para a necessidade de mais dados sobre a função do VD nesse grupo. Ao comparar os valores obtidos a partir de diferentes modalidades de imagem, é importante destacar que as medições volumétricas em átrio esquerdo e VE consistentemente maiores foram obtidas com RMC, que oferece uma resolução espacial superior e uma avaliação funcional mais precisa devido à melhor visualização das bordas ventriculares e avaliação da cavidade do ápice à base<sup>35, 36</sup>. A avaliação volumétrica das cavidades ventriculares por ECOTT pode confundir as trabeculações com o miocárdio, em vez de considerá-las parte da cavidade do VE, resultando em subestimações nas medições<sup>37</sup>. O RMC também permite melhor visualização e medição da base. Como resultado, o RMC apresenta uma reprodutibilidade Inter observador superior em comparação à ecocardiografia bidimensional (2D)<sup>34, 38</sup>.

## **6. CONCLUSÕES**

A revisão evidenciou aumento do tamanho e do volume dos ventrículos esquerdo e direito nos atletas, representando uma adaptação fisiológica ao exercício intenso. Já nos indivíduos com cardiomiopatia hipertrófica, observaram-se alterações estruturais desproporcionais nos volumes do ventrículo direito em relação ao ventrículo esquerdo e potencialmente patológicas. As diferenças entre atletas e não atletas foram mais evidentes nas medições obtidas por ecocardiografia, enquanto a ressonância magnética mostrou volumes cardíacos absolutos mais elevados em todos os grupos.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS

1. Sharma S, Merghani A, Mony L. Exercise and the heart: the good, the bad and the ugly. *European Heart Journal*. v.36, p.1445-1453, 2015.
2. Cantwell, JD. The athlete's heart syndrome. *Int J Cardiol*. v.17, n.1, p.1-6, 1987.
3. Maron BJ, Zipes DP, Kovacs RJ. Eligibility and Disqualification Recommendations for Competitive Athletes with Cardiovascular Abnormalities: Preamble, Principles, and General Considerations: A Scientific Statement from the American Heart Association and American College of Cardiology. *J Am Coll Cardiol*. v.66, p.2343-2349, 2015.
4. Utomi, V., Oxborough, D., Whyte, G. P., Somauroo, J., Sharma, S., Shave, R., Atkinson, G., & George, K. Systematic review and meta-analysis of training mode, imaging modality and body size influences on the morphology and function of the male athlete's heart. *Heart*, v. 99, p. 1727–1733, 2013.
5. Ghorayeb, N, et al. Atualização da Diretriz em Cardiologia do Esporte e do Exercício da Sociedade Brasileira de Cardiologia e da Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte. *Arq Bras Cardiol*. v.112, n.3, p.326-368, 2019.
6. D'Ascenzi, F., Pisicchio, C., Caselli, S., Di Paolo, F. M., Spataro, A., & Pelliccia, A. RV remodeling in Olympic athletes. *JACC: Cardiovascular Imaging*, v. 10, p. 385–393, 2017.
7. Pelliccia, A., Maron, B. J., Culasso, F., Spataro, A., & Caselli, G. Athlete's heart in women: Echocardiographic characterization of highly trained elite female athletes. *The Journal of the American Medical Association*, v. 276, p. 211–215, 1996.
8. Kawel-Boehm, N., Maceira, A., Valsangiacomo-Buechel, E. R., Vogel-Claussen, J., Turkbey, E. B., Williams, R., Plein, S., Tee, M., Eng, J., & Bluemke, D. A. Normal values for cardiovascular magnetic resonance in adults and children. *Journal of Cardiovascular Magnetic Resonance*, v. 17, 2015.
9. Maron, B. J. Structural features of the athlete heart as defined by echocardiography. *Journal of the American College of Cardiology*, v. 7, p. 190–203, 1986.

10. Maron, B. J., & Pelliccia, A. The heart of trained athletes. *Circulation*, v.114, p.1633–1644. 2006.
11. Pluim, B. M., Zwinderman, A. H., van der Laarse, A., & van der Wall, E. E. The athlete's heart: A meta-analysis of cardiac structure and function. *Circulation*, v. 101, p. 336–344, 2000.
12. Doronina, A., Édes, I. F., Ujvári, A., Kántor, Z., Lakatos, B. K., Tokodi, M., Sydó, N., Kiss, O., Abramov, A., Kovács, A., & Merkely, B. The female athlete's heart: Comparison of cardiac changes induced by different types of exercise training using 3D echocardiography. *BioMed Research International*, p. 1–7, 2018.
13. Hedman, K., Tamas, E., Henriksson, J., Bjarnegård, N., Brudin, L., & Nylander, E. Female athlete's heart: Systolic and diastolic function related to circulatory dimensions. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, v. 25, p. 372–381, 2015.
14. Henriksen, E., Landelius, J., Kangro, T., Jonason, T., Hedberg, P., Wesslén, L., Rosander, C. N., Rolf, C., Ringqvist, I., & Friman, G. (1999). An echocardiographic study of right and left ventricular adaptation to physical exercise in elite female orienteers. *European Heart Journal*, v. 20, p. 309–316, 1999.
15. Kooreman, Z., Giraldeau, G., Finocchiaro, G., Kobayashi, Y., Wheeler, M., Perez, M., Moneghetti, K., Oxborough, D., George, K. P., Myers, J., Ashley, E., & Haddad, F. Athletic remodeling in female college athletes: The “morganroth hypothesis” revisited. *Clinical Journal of Sport Medicine*, v. 29, p. 224–231, 2019.
16. Kramer, U., Mangold, S., Krumm, P., Seeger, A., Franzen, E., Niess, A. M., Claussen, C. D., & Burgstahler, C. Determination of morphological and functional adaptations in top level female handball players using cardiac MR imaging. *German Journal of Sports Medicine/Deutsche Zeitschrift Fur Sportmedizin*, v. 64, 2013.
17. Lakatos, B. K., Kiss, O., Tokodi, M., Tóser, Z., Sydó, N., Merkely, G., Babity, M., Szilágyi, M., Komócsin, Z., Bognár, C., Kovács, A., & Merkely, B. Exercise-induced shift in right ventricular contraction pattern: Novel marker of athlete's heart? *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*, v. 315, p. 1640–1648, 2018.

18. Leischik, R., & Spelsberg, N. Endurance sport and “cardiac injury”: A prospective study of recreational ironman athletes. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 11, p. 9082–9100, 2014.
19. Leischik, R., Foshag, P., Strauss, M., & Spelsberg, N. LFEVEt ventricular function and physiological performance in female ironman athletes and female police officers. *Perceptual and Motor Skills*, v. 122, p. 1002–1022, 2016.
20. Luijckx, T., Cramer, M. J., Prakken, N. H. J., Buckens, C. F., Mosterd, A., Rienks, R., Backx, F. J. G., Mali, W. P. T. M., & Velthuis, B. K. Sport category is an important determinant of cardiac adaptation: An MRI study. *British Journal of Sports Medicine*, v. 46, p. 1119–1124, 2012.
21. Luijckx, T., Velthuis, B. K., Prakken, N. H. J., Cox, M. G. P. J., Bots, M. L., Mali, W. P. T. M., Hauer, R. N. W., & Cramer, M. J. Impact of revised task force criteria: Distinguishing the athlete’s heart from ARVC/D using cardiac magnetic resonance imaging. *European Journal of Preventive Cardiology*, v. 19, p. 885–891, 2012.
22. Malmgren, A., Dencker, M., Stagmo, M., & Gudmundsson, P. Cardiac dimensions and function in female handball players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, v. 55, p. 320–328, 2014.
23. Mangold, S., Kramer, U., Franzen, E., Erz, G., Bretschneider, C., Seeger, A., Claussen, C., Niess, A., & Burgstahler, C. Detection of cardiovascular disease in elite athletes using cardiac magnetic resonance imaging. *Röfo—fortschritte Auf Dem Gebiet Der Röntgenstrahlen Und Der Bildgebenden Verfahren*, v. 185, p. 1167–1174, 2013.
24. Petersen, S. E., Hudsmith, L. E., Robson, M. D., Doll, H. A., Francis, J. M., Wiesmann, F., Jung, B. A., Hennig, J., Watkins, H., & Neubauer, S. Sex-specific characteristics of cardiac function, geometry, and mass in young adult elite athletes. *Journal of Magnetic Resonance Imaging*, v. 24, p. 297–303, 2006.
25. Prakken, N. H., Velthuis, B. K., Bosker, A. C., Mosterd, A., Teske, A. J., Mali, W. P., & Cramer, M. J. Relationship of ventricular and atrial dilatation to valvular function in Endurance athletes. *British Journal of Sports Medicine*, v. 45, p.178–184, 2011.
26. Sanz-de la Garza, M., Giraldeau, G., Marin, J., Grazioli, G., Esteve, M., Gabrielli, L., Brambila, C., Sanchis, L., Bijmens, B., & Sitges, M. Influence of gender on right

- ventricle adaptation to endurance exercise: An ultrasound two-dimensional speckle-tracking stress study. *European Journal of Applied Physiology*, v. 117, p. 389–396, 2017.
27. Steding-Ehrenborg, K., Arvidsson, P. M., Töger, J., Rydberg, M., Heiberg, E., Carlsson, M., & Arheden, H. Determinants of kinetic energy of blood flow in the four-chambered heart in athletes and sedentary controls. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*, v. 310, p. H113–H122, 2016.
28. Stolt, A., Karjalainen, J., Heinonen, O. J., & Kujala, U. LFEVEt ventricular mass, geometry and filling in elite female and male endurance athletes. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, v.10, p. 28–32, 2000.
29. Venckunas, T., Simonavicius, J., & Marcinkeviciene, J. Cardiac size of high-volume resistance trained female athletes: Shaping the body but not the heart. *Acta Physiologica Hungarica*, v. 103, p. 105–111, 2016.
30. Sansonio de Morais, A., Ferreira, G. A., Lima-Silva, A. E., & Gomes, F. A. Gender-related cardiac dimension differences between female and male professional soccer players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, v. 58, p. 1354–1359, 2017.
31. Rawlins, J., Bhan, A., & Sharma, S. Left ventricular hypertrophy in athletes. *European Journal of Echocardiography*, v. 10, p. 350–356, 2009.
32. Baggish, A. L., & Wood, M. J. Athlete's heart and cardiovascular care of the athlete: Scientific and clinical update. *Circulation*, v. 123, p. 2723–2735, 2011.
33. La Gerche, A., Rakhit, D. J., & Claessen, G. Exercise and the right ventricle: A potential Achilles' heel. *Cardiovascular Research*, v. 113, p. 1499–1508, 2017.
34. Grothues, F., Smith, G. C., Moon, J. C. C., Bellenger, N. G., Collins, P., Klein, H. U., & Pennell, D. J. Comparison of interstudy reproducibility of cardiovascular magnetic resonance with two-dimensional echocardiography in normal subjects and in patients with heart failure or LFEVEt ventricular hypertrophy. *The American Journal of Cardiology*, v. 90, p. 29–34, 2002.
35. Gardner, B. I., Bingham, S. E., Allen, M. R., Blatter, D. D., & Anderson, J. L. Cardiac magnetic resonance versus transthoracic echocardiography for the assessment of

cardiac volumes na regional function after myocardial infarction: An intrasubject comparison using simultaneous intrasubject recordings. *Cardiovascular Ultrasound*, v. 7, p. 38, 2009.

36. Marwick, T. H., Neubauer, S., & Petersen, S. E. Use of cardiac magnetic resonance and echocardiography in population-based studies: Why, where, and when? *Circulation: Cardiovascular Imaging*, v. 6, 590–596, 2013.
37. Mor-Avi, V., Jenkins, C., Kühl, H. P., Nesser, H.-J. Marwick, T., Franke, A., Ebner, C., Freed, B. H., Steringer-Mascherbauer, R., Pollard, H., Weinert, L., Niel, J., Sugeng, L., & Lang, R. M. Real-time 3-dimensional echocardiographic quantification of IFEVET ventricular volumes. Multicenter study for validation with magnetic resonance imaging and investigation of sources of error. *JACC: Cardiovascular Imaging*, v. 1, p. 413–423, 2008.
38. Marwick, T. H., Neubauer, S., & Petersen, S. E. Use of cardiac magnetic resonance and echocardiography in population-based studies: Why, where, and when? *Circulation: Cardiovascular Imaging*, v. 6, p. 590–596, 2013.