

**FATORES QUE INFLUENCIAM A ADAPTAÇÃO DO VENTRÍCULO ESQUERDO  
 DE JOVENS ATLETAS**

Lígia Ribeiro Moscardini<sup>1</sup>, David Michel de Oliveira<sup>2</sup>, Paulo Ricardo Prado Nunes<sup>3</sup>  
 Anderson Geremias Macedo<sup>4</sup>, Bruno Barbosa Rosa<sup>5</sup>, Daniel dos Santos<sup>6</sup>

**RESUMO**

A prática esportiva por adolescentes tem aumentado nos últimos anos, inclusive nesta direção, tem-se observado um crescente processo de profissionalização do esporte. O processo sistemático e rigoroso de treinamento exigido no esporte de alto rendimento, segundo alguns estudos, promove alterações na morfologia do ventrículo esquerdo em atletas adolescentes. O objetivo foi revisar na literatura sobre a influência do treinamento esportivo na adaptação do ventrículo esquerdo de jovens atletas. Este trabalho tem como delineamento a revisão narrativa, sendo consultadas bases eletrônicas de bibliotecas virtuais (Pubmed e Scielo). Dos 230 artigos encontrados, 14 foram incluídos nessa revisão. O resultado da análise dos artigos verificou-se que o treinamento promove alterações sobre ventrículo esquerdo, nas quais são observadas aumento das dimensões cavitárias, massa ventricular esquerda total e massa indexada pela superfície corpórea, além da espessura relativa da parede maior em atletas, principalmente no sexo masculino e em negros quando comparados a mulheres e brancos esportistas e ao grupo de sedentários, sem diferença significativa na fração de ejeção entre os diversos grupos estudados. Concluímos que o treinamento físico regular e intensivo está associado a diversas adaptações estruturais que resultam na hipertrofia do ventrículo esquerdo em jovens atletas. A magnitude dessas adaptações é determinada por diversos fatores incluindo idade, sexo, tamanho do corpo, etnia, tipo e intensidade do exercício praticado. No entanto, a maioria dos estudos encontrados tem delineamento transversal, sugerindo assim novos estudos com abordagem longitudinal.

**Palavras-chave:** Atleta. Adolescente. Fisiologia. Hipertrofia ventricular esquerda.

1 - Universidade de Franca, Curso de Medicina, Franca-SP, Brasil.

2 - Universidade Federal de Jataí (UFJ), Grupo de Estudo e Pesquisa em Exercício e Nutrição (GEPEN), Jataí-GO, Brasil.

**ABSTRACT**

Factors that influence the adaptation of the left ventricle of young athletes

The practice of sports by adolescents has increased over the last few years, including in this direction, a growing process of professionalization of sports has been observed. The systematic and rigorous training process required in high performance sports, according to some studies, promotes changes in left ventricular morphology in adolescent athletes. The objective was to review the literature on the influence of sports training on the adaptation of the left ventricle of young athletes. This work was designed as a narrative review, and electronic databases of virtual libraries (Pubmed and Scielo) were consulted. Of the 230 articles found, 14 were included in this review. The result of the analysis of the articles showed that training promotes changes on the left ventricle, in which are observed increased cavity dimensions, total left ventricular mass and mass indexed by the body surface, besides the greater relative wall thickness in athletes, especially in males and in blacks when compared to women and white athletes and to the sedentary group, without significant difference in ejection fraction between the various groups studied. We conclude that regular and intensive physical training is associated with several structural adaptations that result in left ventricular hypertrophy in young athletes. The magnitude of these adaptations is determined by several factors including age, sex, body size, ethnicity, and type and intensity of exercise performed. However, most of the studies found have a cross-sectional design, thus suggesting new studies with a longitudinal approach.

**Key words:** Athlete. Adolescent. Physiology. Left ventricular hypertrophy.

3 - Centro Universitário do Planalto de Araxá, Curso de Educação Física, Araxá-MG, Brasil; Universidade do Estado de Minas Gerais, Passos-MG, Brasil.

**INTRODUÇÃO**

A prática esportiva por adolescentes vem aumentando e associando a este fenômeno, cresce também o processo de profissionalização do esporte.

A realização da prática esportiva como profissão difere de outras dimensões de participação esportiva, seja social ou por lazer que tem como objetivo o prazer e a socialização, no entanto apesar do esporte de alto rendimento ser considerado uma carreira profissional, por vezes não é vista assim (Campos, Cappelle, e Maciel, 2017).

O esporte praticado de forma profissional requer o comprometimento do indivíduo com a rotina regular de treinamento físico e mental, participação em competições e dedicação integral a modalidade com o objetivo de alcançar melhores resultados (Roschel, Tricoli e Ugrinowitsch, 2011).

Tal empenho e dedicação na prática esportiva por jovens e adolescentes exige a prática regular de treinamentos físicos específicos em intensidades adequadas que promovam a melhora da aptidão física e gerem adaptações fisiológicas significativas (Milistedt e colaboradores, 2014).

Entre as adaptações fisiológicas, os efeitos no sistema cardiovascular chamam atenção dos profissionais do esporte e comunidade científica sendo utilizada como indicador de performance ou como método para identificar problemas cardiológicos pediátricos que possam ocorrer nesta população (Pieles e Stuart, 2020).

O treinamento de físico realizado de forma crônica e rigorosa promove adaptações predominantes que incluem: aumento da dimensão diastólica final da cavidade ventricular esquerda, da espessura parietal e da massa ventricular esquerda, melhora do enchimento diastólico e redução da frequência cardíaca (Ghorayeb e colaboradores, 2005).

Tais modificações induzidas pelo exercício físico são conhecidas como "coração do atleta" (Maron, 1986; Sharma, 2003, Galderisi e colaboradores, 2015).

A hipertrofia cardíaca do atleta, em especial a hipertrofia ventricular esquerda (HVE), é uma adaptação muito frequente encontrada em atletas.

A HVE é decorrente de um processo compensatório ou adaptativo a um estímulo hemodinâmico, representando a sobrecarga de pressão e/ou volume (Ghorayeb e colaboradores, 2005).

Compreende-se que as adaptações cardiovasculares encontradas em atletas adolescentes são semelhantes aos de atletas adultos que praticam esportes de resistência como remo, triatlo e natação (Pieles e Stuart, 2020).

Em estudo de metanálise foi demonstrado que adaptações cardiológicas ocorrem até mesmo em atletas de 12 anos, entretanto o conhecimento sobre os efeitos do treinamento esportivo para em jovens atletas ainda é limitado.

Por isso a literatura carece de informações científicas sobre as alterações do ventrículo esquerdo de jovens esportivas, para que se possa distinguir o que é o efeito crônico induzido pelo treinamento esportivo de situações patológicas que possam ser diagnosticadas nessa faixa etária.

Compreendendo melhor essas diferenças, pode ser evitado diagnósticos falso positivos que desqualificam jovens atletas com grande potencial ou privam os indivíduos aos benefícios da prática esportiva.

Portanto, o objetivo do presente estudo foi revisar na literatura sobre a influência do treinamento esportivo na adaptação do ventrículo esquerdo de jovens atletas.

**MATERIAIS E MÉTODOS**

Este trabalho tem como delineamento a revisão narrativa. Foram consultadas bases eletrônicas de bibliotecas virtuais (Pubmed e Scielo).

Para refinamento das buscas foram utilizados os seguintes descritores testados do Medical Subject Headings (MeSH): "athetes/atleta", "Adolescente/ adolescente", "left ventricular hypertrophy/hipertrofia do ventrículo esquerdo" e suas combinações.

Inicialmente foram encontrados 230 artigos nas bases PubMed e Scielo. Foram excluídos 185 artigos após leitura dos títulos por não estarem de acordo com os objetivos do estudo proposto.

Após leitura dos resumos dos 46 artigos selecionados, somente 24 foram eleitos de acordo com os critérios de inclusão.

A partir da leitura dos artigos eleitos na íntegra, 14 foram incluídos nessa revisão de acordo com a proposta do estudo.

## Características dos estudos

Foram utilizados na elaboração da presente pesquisa artigos com delineamento transversal (n=9), longitudinal (n=4) e prospectivo e longitudinal (n=1).

Dos trabalhos pesquisados observou-se que a maioria dos estudos foram desenvolvidos nos Estados Unidos e Europa, sendo que 10 pesquisas foram realizadas com jovens atletas profissionais e quatro estudos com jovens atletas considerados amadores.

Sobre o volume de treinamento semanal, variou-se em 03 a 20 horas por

semana, em relação aos estudos encontrados, o número dos participantes foi entre 15 e 1232 atletas.

Sobre a experiência no treinamento, a maior parte dos atletas treinavam por um período mínimo de um ano.

Dentre os achados importantes nos estudos analisados, as alterações morfológicas no sistema cardiovascular de jovens atletas podem ter interferências de diversos fatores; idade, sexo, raça, etnia e do tipo de esporte praticado (Sharma, 2003; Galderisi e colaboradores, 2015).

**Quadro1** - Com as características dos estudos.

Autor/ano	Delineamento	Perfil da amostra Nº e Idade dos participantes (m±dp) categoria (amador/profissional) Modalidade	Volume de treinamento semanal (hs)	Experiência na prática Esportiva
Pela e colaboradores (2016)	Transversal	n= 206; Idade= 13,8 ± 1,6 homens / 13,7 ± 1,4 mulheres; Categoria amador; Esportes: Futebol, atletismo, ginástica, rugby, beisebol, handebol, vôlei, ciclismo, karatê, kick boxing, tênis, triatlo, esgrima, patinação e polo aquático.	8h/ semana	Não informada
Crouse e colaboradores (2016)	Longitudinal	n= 80; Idade= 18 ± 1; Categoria universitário; Esporte: Futebol Americano	Não informado	4 anos
Weiner e colaboradores (2015)	Prospectivo e longitudinal	n= 12; Idade=18.6 ± 0,5; Categoria universitário; Esporte: Remo	13,3	3 anos
Giraldeau e colaboradores (2015)	Transversal	n=90; Idade Mulheres= 18.6 ± 0,8/ Homens= 19,2 ± 1,3 Categoria universitário; Idade= 18; Esportes: beisebol, softball, La Crosse, corrida de pista de curta distância, luta livre, nado sincronizado, iatismo e esgrima	Não informado	Não informado
Csajagi e colaboradores (2015)	Longitudinal	n=15; Idade= 13,8 ± 0,8; Categoria: Elite Esporte: Natação	>20h/semana	6 anos
Kinoshita, Katsukawa e Yamazaki (2015)	Longitudinal	n=36; Idade=15; Categoria: profissional Esporte: Corrida	>18h/semana	3 anos

Pela e colaboradores (2015)	Transversal	n= 138; Idade= 14,0 ± 1,7; Categoria: amador Esporte: Futebol	8h/ semana	Não informado
Castanheira e colaboradores (2014)	Transversal	n=30; Idade= 15,4±0,6; Categoria: elite Basquete e Hóquei	6-8,5 h /semana	Mais de 5 anos
Binnetoglu e colaboradores (2013)	Transversal	n= 140; Idade=14,4 ± 1,22; Categoria: amador Esportes: basquete, natação, futebol, luta livre e tênis	3h /semana	2 anos
Hauser e colaboradores (2013)	Transversal	n=26; Idade= 12,6; Categoria: amador Esporte: Triatlo	3h/semana	1 ano
Simsek e colaboradores (2013)	Transversal	n=46; Idade=17,1 ± 2,0; Categoria: amador Esportes: Maratona e Luta	>15h/semana	2 anos
Sheikh e colaboradores (2013)	Longitudinal	n=1232; Idade=16,4 ± 1,3; Categoria: Esportes: Não especificados (diversos)	> 11,6h/ semana	Não informado
Hansen e colaboradores (2013)	Longitudinal	n=20; Idade=10; Categoria: Esporte: Futebol	6h/semana	Não tinham experiência prévia
Di Paolo e colaboradores (2012)	Transversal	n=216; Idade=16,2 ±; Categoria: profissional Esporte: Futebol	12h/semana	3 anos

### **Idade e adaptação do ventrículo esquerdo (VE)**

Segundo Pavlik e colaboradores (2013) o treinamento físico em indivíduos dos 10 aos 12 anos são bem discretas, pois são necessários aproximadamente dois anos de treinamento regular para o surgimento das características do coração de atleta, portanto, nas crianças pequenas, elas são menos marcantes.

Outro estudo realizado com indivíduos pré púberes com idade aproximadamente de 12 anos, triatletas, não mostrou alterações na massa ou nas dimensões das cavidades do ventrículo esquerdo destes jovens quando comparadas às avaliações realizadas de 2 a 4 semanas antes da prova e avaliação pós-competição de triatlo (Hauser e colaboradores, 2013).

Sujeitos pré púberes de 10 anos submetidos a treinamento físico por três meses, mostrou alteração significativa somente na espessura da parede posterior do ventrículo esquerdo quando comparados ao exame inicial (Hansen e colaboradores, 2013).

O resultado desse último estudo diverge da revisão feita por Pavlik e colaboradores (2013) que encontraram em indivíduos com faixa etária até 14 anos, um aumento nas dimensões do ventrículo esquerdo sem aumento na espessura da parede, estes achados levantam a hipótese de terem sido ocasionados pelo aumento no volume sanguíneo circulante e pelo aumento da pré carga.

O atraso no aumento da espessura da parede poderia ser explicado pela insuficiência hormonal que começaria a aumentar após os 13 anos (Pavlik e colaboradores, 2013).

### **Sexo e adaptação do ventrículo esquerdo (VE)**

O sexo é considerado um fator determinante nas adaptações do ventrículo esquerdo em adolescentes assim como em adultos e já podem ser detectadas essas modificações no início da adolescência por volta dos 12-13 anos, quando se inicia a puberdade (Simone e colaboradores, 1995).

No sexo masculino ocorre de forma mais pronunciada com o aumento da liberação

de testosterona e do hormônio do crescimento que contribuem para o aumento no tamanho na composição tecidual muscular e da massa e dimensões do ventrículo esquerdo (Simone e colaboradores, 1995).

No entanto, não há alterações significativas entre os sexos quando se analisa fração de ejeção do ventrículo esquerdo e espessura da parede (Pela e colaboradores, 2016).

Quando comparamos o sexo masculino e feminino e indexamos a massa do ventrículo esquerdo pela superfície corpórea, ou seja, corrigimos o valor da massa em gramas (g), pela área de superfície corpórea em metros quadrados (m<sup>2</sup>), o sexo masculino apresenta maior massa ventricular esquerda (Giraldeau e colaboradores, 2015).

Porém quando indexamos a massa do ventrículo esquerdo pela massa corporal magra, a diferença entre os sexos apresenta menor tamanho pois a massa corporal magra representa o tecido metabolicamente ativo e com isso parece ter maior participação, do que necessariamente a superfície corpórea (Giraldeau e colaboradores, 2015).

A massa magra de jovens corredoras tem relação com massa ventricular esquerda e diâmetro diastólico do ventrículo esquerdo principalmente, e não parece ter relação com espessura do septo e da parede posterior (Kinoshita, Katsukawa e Yamazaki, 2015).

Em adultos, vários métodos têm sido utilizados para avaliar a massa do ventrículo esquerdo, entretanto na população adolescente, o corpo passa por diversos estágios de desenvolvimento como o crescimento longitudinal, alterações na composição corporal e maturação sexual, que interferem na massa do ventrículo esquerdo, que altera de forma significativa os métodos de avaliação.

Quando estes métodos são ajustados em adolescentes a massa ventricular esquerda pela superfície corpórea, adverte-se que a superfície corpórea é influenciada pela composição corporal, crescimento e maturação (Santos e colaboradores, 2013; Dewey e colaboradores, 2008).

Embora haja, tais fatores que influenciam na mensuração das alterações cardiovasculares em adolescentes, a indexação da massa do ventrículo esquerdo pela estatura tem sido bastante utilizada e aceita em adolescentes (Santos e colaboradores, 2013).

Diferenças significantes entre atletas e não atletas do sexo masculino, tem sido observada nos diâmetros do ventrículo esquerdo, na espessura da parede posterior mesmo após ajuste pela estatura (Castanheira e colaboradores, 2014).

A idade óssea talvez seja o melhor indicador de maturidade e poderia ser utilizado em adolescentes, com o avanço da idade óssea os adolescentes tendem a ser mais altos, mais pesados, mais fortes e mais rápidos e isso pode exercer uma influência na massa do ventrículo esquerdo independentemente do tamanho corporal e da composição corporal (Santos e colaboradores, 2013).

Estudo de Pela e colaboradores (2016) avaliaram adolescentes com idade em torno de 13 anos submetidos ao treinamento físico regular, encontrando alterações mais expressivas dos parâmetros estruturais do coração nos atletas do sexo masculino em comparação com adolescentes do sexo feminino.

Portanto, o sexo, independentemente da idade, é um forte preditor de massa ventricular esquerda, espessura máxima da parede, diâmetro diastólico ventricular esquerdo e hipertrofia ventricular.

### **Etinia e adaptação do ventrículo esquerdo (VE)**

Alguns estudos investigam a influência da etnia na adaptação cardíaca secundária ao exercício e mostram uma alta prevalência de hipertrofia ventricular esquerda em negros quando comparado com brancos (Chandra, Papadakis e Sharma, 2012; Sharma, 2003; Di Paolo e colaboradores, 2012).

Em adolescentes negros a prevalência de hipertrofia do ventrículo esquerdo quando comparado com brancos é de aproximadamente 18% quando indexado pela superfície corpórea (massa ventrículo esquerdo/ área de superfície corpórea) (Crouse e colaboradores, 2016).

A prevalência de hipertrofia ventricular esquerda em adolescentes com idade inferior a 16 anos foi observada por Sheikh e colaboradores (2013). A etnia é fator que influenciam variáveis hemodinâmicas e vasculares, como o controle da pressão arterial, a função endotelial, rigidez arterial, polimorfismo genético da enzima conversora de angiotensina e expressão do fator de

crescimento insulínico (Maron, Pelliccia e Spirito, 1995).

As adaptações cardíacas ao exercício em adolescentes negros podem ainda ser conflitadas com patologias cardíacas, devido a sua susceptibilidade a morte súbita cardíaca pela população afrodescendente, portanto a distinção entre adaptações cardiológicas e presença de doenças cardiovasculares neste grupo é de extrema importância (Sheikh e colaboradores, 2013).

O limite superior da normalidade para hipertrofia cardiológica em adolescentes é de 14mm para o sexo masculino e 12 mm para o sexo feminino (Pela e colaboradores, 2015).

Entre os adolescentes os que apresentam espessura relativa da parede com aumento significativo são os de raça negra. Em torno de 29% dos adolescentes negros apresentam espessura relativa da parede >0,42 sugestivo de remodelamento concêntrico do VE (aumento na espessura relativa da parede sem aumento na massa ventricular esquerda) (Crouse e colaboradores, 2016).

Esse efeito é mais pronunciado em homens quando se comparam com mulheres da raça negra e apresenta diferença significativa quando comparadas com mulheres não negras (Sheikh e colaboradores, 2013).

Sobre o tipo de treinamento (exercícios força ou endurance) os negros apresentam remodelamento concêntrico, inclusive os que praticam de forma amadora (Pela e colaboradores, 2015). Atletas adolescentes negros apresentam aumento na espessura relativa da parede ventricular, aumento na massa, porém com diâmetros cavitários semelhantes aos não negros (Di Paolo e colaboradores 2012).

Essa desproporção entre o aumento na espessura da parede ventricular sugere aumento em resposta a sobrecarga de volume e exercício realizado por longos períodos de duração (Di Paolo e colaboradores 2012).

### **Modalidades esportivas e adaptação do ventrículo esquerdo (VE)**

A primeira descrição do efeito de várias modalidades esportivas sobre o sistema cardiovascular foi feita em 1975 e ficou conhecida como 'Morganroth hypothesis' (Morganroth e colaboradores, 1975).

Os exercícios dinâmicos ou de endurance, promovem aumento do consumo

máximo de oxigênio e o débito cardíaco, com redução ou normalização da resistência vascular periférica. Em modalidades como corridas de longa distância, futebol, tênis temos predominância do aumento dos sarcômeros em série do tecido cardíaco.

No entanto, os isométricos ou estáticos, são observados aumentos da pressão sanguínea e a resistência vascular periférica com débito cardíaco normal ou discretamente elevado. Em outras atividades esportivas tais como luta, ginástica, musculação temos predomínio de sobrecarga de pressão, ou seja, aumento sarcômeros em paralelo do tecido cardíaco (Dores e colaboradores, 2015).

Nos exercícios que combinam força e endurance, podem ser difíceis de identificar a predominância da força ou do endurance. Fagard, Unit e Leuven (1997) propuseram uma classificação de acordo com a intensidade do exercício isométrico e dinâmico e esta classificação tem sido a mais utilizada.

Os atletas que participam de exercícios com predomínio dinâmico apresentam geralmente um aumento nas dimensões do ventrículo esquerdo para acomodar o aumento no volume circulante levando a uma hipertrofia excêntrica (Fagard, Unit e Leuven, 1997).

Por outro lado, atletas envolvidos em exercícios com predomínio isométrico, de resistência e força apresentam aumento na espessura da parede do ventrículo esquerdo, para normalizar a pressão arterial secundária durante o processo de ejeção ventricular (Sharma, 2003) levando hipertrofia concêntrica (Mitchell e colaboradores, 2005).

As alterações estruturais do coração mais significativas são observadas nos exercícios combinados (estáticos e dinâmicos).

Em estudo comparando dois esportes dinâmicos como natação e basquete, os atletas que praticam estas duas modalidades esportivas apresentam septo cardíaco maior quando comparado ao grupo controle, porém nota-se que nadadores apresentam aumento significativo do diâmetro diastólico indexado pela superfície corpórea em relação aos jogadores de basquete.

Os dois apresentam componente dinâmico semelhantes, porém nadadores apresentam componente isométrico maior. Nadadores e jogadores de basquete (com 13 e 16 anos respectivamente) apresentam maior hipertrofia do ventrículo esquerdo do que

esportes apenas dinâmicos ou estáticos isoladamente, representando respectivamente por futebol e luta o que sugere que a combinação de exercícios dinâmicos e isométricos são um potente estímulo para hipertrofia ventricular esquerda. Assim, observa-se que nadadores possuem maior hipertrofia excêntrica (Binnetoglu e colaboradores, 2013).

Quando se comparam maratonistas, lutadores e não atletas (com média de idade de 17 anos), nota-se que corredores apresentam maior diâmetros cardíacos quando comparados com lutadores e não atletas.

O septo cardíaco é maior no grupo dos lutadores do que nos outros e a massa ventricular esquerda total e a massa indexada pela superfície corpórea são maiores no grupo dos atletas, maratonistas e lutadores do que não atletas (Simsek e colaboradores, 2013).

A compreensão das adaptações induzidas pelo exercício é encontrada principalmente em estudos transversais ou longitudinais.

Além de compreender que diferentes tipos de esportes e intensidades levam a diferentes adaptações cardíacas, o tempo ou experiência com a modalidade ainda está pouco compreendido.

Weiner e colaboradores (2015), acompanhou por 39 meses remadores com idade média de 18 anos, sendo observado o aumento significativo na massa ventricular esquerda primeiramente devido ao aumento nos diâmetros da cavidade e a posteriormente pelo aumento significativo na espessura da parede ventricular.

Em outro estudo acompanhando nadadores e comparando com grupo controle de não atletas (ambos com idade de 14 anos), foi observado que os atletas tinham maior massa cardíaca, maiores espessuras do septo e da parede posterior do coração.

Esses atletas já tinham histórico de longos períodos de treinamento (mais de 6 anos) por isso estavam numa fase mais avançada de hipertrofia cardíaca concêntrica. Portanto as características do coração de atleta dependem tanto do histórico de treinamento, bem como do período do treinamento no qual foi realizada a avaliação cardiológica.

Neste sentido, é importante tentar comparar os resultados de estudos que estejam no mesmo ciclo de treinamento (Csajagi e colaboradores, 2015).

A falta de padronização em decorrência dos vários estágios da puberdade relacionados a idade biológica e ausência do perfil dos participantes dos estudos sobre seu nível de performance, a descrição de suas categorias em profissional ou amadora dificultaram a discussão mais aprofundada.

## CONCLUSÃO

De acordo com os achados da presente revisão, o treinamento esportivo promove adaptações estruturais que resultam na hipertrofia do ventrículo esquerdo em jovens atletas, a magnitude dessas adaptações é determinada por diversos fatores incluindo idade, sexo, estatura, raça, modalidade esportiva praticada.

Diante dos resultados da presente revisão, sugere-se estudos longitudinais que possam avaliar as possíveis alterações da morfologia do ventrículo esquerdo em atletas adolescentes de diferentes esportes.

Neste sentido, é importante considerar que estas adaptações sofrem interferência do estágio maturacional dos adolescentes, e podem ser consideradas adaptações fisiológicas normais decorrentes do processo de treinamento.

Assim, os resultados das avaliações cardiológicas devem ser interpretadas com cautela por profissionais do esporte, e podem deste modo, contribuir para a tomada de decisão no que diz respeito a saúde destes atletas.

## REFERÊNCIAS

- 1-Binnetoglu, F.K.; Babaoglu, K.; Altun, G.; Kayabey, O. Effects That Different Types of Sports Have on the Hearts of Children and Adolescents and the value of Two - Dimensional Strain-Strain-Rate Echocardiography. *Pediatr Cardiol*. Vol. 35. Num. 1. 2013. p. 126-139.
- 2-Campos, R.C.; Cappelle, M.C.A.; Maciel, L.H.R. Carreira Esportiva: O Esporte de Alto Rendimento como Trabalho, Profissão e Carreira. *Revista Brasileira de Orientação Profissional*. Vol. 18. Num. 1. 2017. p. 31-41.
- 3-Castanheira, J.; Santos, J.V.; Duarte, J.; Vaz, V.; Figueiredo, A.J.; Leite, N. et al. Left Ventricular Morphology in Adolescent: Comparison Between Athletes and Non

Athletes. Rev Bras Med Esporte. Vol. 20. Num. 6. 2014. p. 480-485.

4-Chandra, N.; Papadakis, M.; Sharma, S. Cardiac adaptation in athletes of black ethnicity: differentiating pathology from physiology. Heart. Vol. 98. Num. 16. 2012. p. 1194-1200.

5-Crouse, S.F.; White, S.; Erwin, J.P.; Meade, T.H.; Martin, S.E.; Oliver, J.M. et al. Echocardiographic and Blood Pressure Characteristics of First-Year Collegiate American-Style Football Players. Am J Cardiol. Vol. 117. Num. 1. 2016. p.131-134.

6-Csajagi, E.; Szauder, I.; Major, Z.; Pavlik, G. Left Ventricular Morphology in different Periods of the Training Season in Elite Young Swimmers. Pediatr Exerc Sci. Vol. 27. Num. 2. 2015. p. 185-191.

7-Dewey, F.E.; Rosenthal, D.; Murphy, D.J.; Froelicher, V.F.; Ashley, E.A. Does Size Matter? Clinical applications of scaling cardiac size and function for body size. Circulation. Vol. 117. Num. 17. 2008. p. 2279-2287.

8-Di Paolo, F.M.; Schmied, C.; Zerguini, Y.A.; Junge, A.; Quattrini, F.; Culasso, F.; et al. The Athlete's Heart in Adolescent Africans. An Electrocardiographic and Echocardiographic Study. J Am Coll Cardiol. Vol. 59. Num. 11. 2012. p.1029-1036.

9-Dores, H.; Freitas, A.; Malhotra, A.; Mendes, M.; Sharma, S. The hearts of competitive athletes: An up-to-date overview of exercise induced adaptations. Rev Port Cardiol. Vol. 34. Num. 1. 2015. p. 51-64.

10-Fagard, R.H.; Unit, C.R.; Leuven, K.U. Impact of different sports and training on cardiac structure and function. Cardiol Clin. Vol. 15. Num. 3. 1997. p. 397- 412.

11-Galderisi, M.; Cardim, N.; D'Andrea, A. et al. The multi-modality cardiac imaging approach to the Athlete's heart: an expert consensus of the European Association of Cardiovascular Imaging. Eur Heart J Card. Vol. 16. Num. 4. 2015. p. 353

12-Ghorayeb, N.; Batlouni, M.; Pinto, I.M.F.; Dioguardi, G.S. Hipertrofia ventricular esquerda do atleta: resposta adaptativa

fisiológica do coração. Arquivos Brasileiros de Cardiologia. Vol. 85. Núm. 3. 2005. p. 191-197.

13-Giraldeau, G.; Kobayashi, Y.; Finocchiaro, G.; Wheeler, M.; Perez, M.; Kuznetsova, T.; et al. Gender Differences in Ventricular Remodeling and Function in College Athletes, Insights from Lean Body Mass Scaling and Deformation Imaging. Am J Cardiol. Vol. 116. Num. 10. 2015. p. 1610-1616.

14-Hansen, P.R.; Andersen, L.J.; Rebelo, A.N.; Brito, J.; Hornstrup, T.; Schmidt, J. F. et al. Cardiovascular effects of 3 months of football training in overweight children examined by comprehensive echocardiography: a pilot study. J Sports Sci. Vol. 31. Num 13. 2013. p. 1432-1440.

15-Hauser, M.; Petzuch, K.; Kühn, A.; Schön, P.; Elmenhorst, J.; Schönfelder, M. et al. The Munich Triathlon Heart Study: Ventricular Function, Myocardial Velocities, and Two-Dimensional Strain in Healthy Children Before and After Endurance Stress. Pediatr Cardiol. Vol. 34. Num. 3. 2013. p. 576-582.

16-Kinoshita, N.; Katsukawa, F.; Yamazaki, H. Modeling of Longitudinal Changes in Left Ventricular Dimensions Among Female Adolescent Runners. Plos One. Vol. 10. Num. 10. 2015. p. 1-14.

17-Maron, B.J, Pelliccia, A.; Spirito, P. Cardiac Disease in Young Trained Athletes. Circulation. Vol. 91. Num. 5. 1995. p. 1596-1601.

18-Maron, B.J. Structural features of the athlete heart as defined by echocardiography. J Am Coll Cardiol. Vol. 7. Num. 1. 1986. p. 190-203.

19-Milistetd, M.; Nascimento, J.V.D.; Silveira, J.; Fusverki, D. Análise da organização competitiva de crianças e jovens: adaptações estruturais e funcionais. Revista Brasileira de Ciências do Esporte. Vol. 36. Num. 3. 2014. p. 671-678.

20-Mitchell, J.H.; Haskell, W.; Snell, P.; Camp, S.P.V. Task Force 8: Classification of Sports. 36th Bethesda Conference: eligibility recommendations for competitive athletes with cardiovascular abnormalities. J Am Coll Cardiol. Vol. 45. Num. 8. 2005. p. 1364-1367.



21-Morganroth, J.; Maron, B.J.; Henry, W.L.; Epstein, S.E. Comparative left ventricular dimensions in trained athletes. *Ann Inter Med.* Vol. 82. Num. 4. 1975. p 531-534.

22-Pavlik, G.; Major, Z.S.; Csajági, E.; Jeserich, M.; Kneffel, Z.S. The athlete's heart Part II - Influencing factors on the athlete's heart: Types of sports and age (Review). *Acta Physiol Hung.* Vol. 100. Num.1. 2013. p. 1-28.

23-Pela, G.; Li Calzi M.; Crocamo, A.; Pattoneri, P.; Goldoni, M.; Anedda A. Ethnicity-related variations of left ventricular remodeling in adolescent amateur football players. *Scand J Med Sci Sports.* Vol. 25. Num. 3. 2015. p. 382-389.

24-Pela, G.; Crocamo, A.; Li Calzi, M.; Gianfreda, M.; Gioia, M.I.; Visioli, F. et al. Sex-related differences in left ventricular structure in early adolescent non-professional athletes. *Eur J Prev Cardiol.* Vol. 23. Num. 7. 2016. p. 777-784.

25-Pieles, G.E.; Stuart, A.G. The adolescent athlete's heart; A miniature adult or grown-up child? *Clinical Cardiology.* Vol. 43. Num. 8. 2020. p. 852-862.

26-Roschel, H.; Tricoli, V.; Ugrinowitsch, C. Treinamento físico: considerações práticas e científicas. *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte.* Vol. 25. 2011. p. 53-65.

27-Santos, J. V.; Coelho e Silva, M. J.; Vaz, V.; Figueiredo, A. J.; Castanheira, J.; Leite, N. Ventricular Mass in Relation to Body Size, Composition, and Skeletal Age in Adolescent Athletes. *Clin J Sport Med.* Vol. 23. Num. 4. 2013. p. 293-299.

28-Simone, G.; Devereux, R.; Daniels, S.R.; Meyer, R.A. Gender differences in left ventricular growth. *Hypertension.* Vol. 26. Num. 6. 1995. p. 979-983.

29-Sharma, S. Athlete's heart - effect of age, sex, ethnicity and Sporting discipline. *Exp Physiol.* Vol. 88. Num. 5. 2003. p. 665-669.

30-Sheikh, N.; Papadakis, M.; Carre, F.; Kervio, G.; Panoulas, V. F.; Ghani, S. et al. Cardiac adaptation to exercise in adolescent athletes of African ethnicity: an emergent elite athletic population. *Br J Sports Med.* Vol. 47. Num. 9. 2013. p. 585-592.

31-Simsek, Z.; Tas, M.H.; Degirmenci, H.; Yazici, A.G.; Ipek, E.; Duman, H. Speckle Tracking Echocardiographic Analysis of Left Ventricular Systolic and Diastolic Functions of Young Elite Athletes with Eccentric and Concentric Type of Cardiac Remodeling. *Echocardiography.* Vol. 30. Num 10. 2013. p. 1202-1208.

32-Weiner, R.B.; DeLuca, J.R.; Wang, F.; Lin, J.; Wasfy, M.M.; Berkstresser, B.; et al. Exercise-Induced Left Ventricular Remodeling Among Competitive Athletes: A Phasic Phenomenon. *Circ Cardiovasc Imaging.* Vol. 8. Num. 12. 2015. p. e003651.

4 - Departamento de Educação Física Universidade Estadual Paulista (UNESP), Bauru, São Paulo Brasil; Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Humano e Tecnologia, Instituto de Biociência Rio Claro, São Paulo, Brasil.

5 - Universidade José do Rosário Vellano, Alfenas-MG, Brasil; Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Promoção da Saúde, Franca-SP, Brasil.

6 - Universidade de Franca, Pós-Graduação em Promoção da Saúde, Grupo de Estudos em Fisiologia do Exercício aplicada à Saúde e ao Esporte (GEFESE), Curso de Educação Física, Franca-SP, Brasil.

E-mail dos autores:

[limoscardini@gmail.com](mailto:limoscardini@gmail.com)

[profdoliveira@gmail.com](mailto:profdoliveira@gmail.com)

[paulo.nunes@uemg.br](mailto:paulo.nunes@uemg.br)

[andersonmacedo@yahoo.com.br](mailto:andersonmacedo@yahoo.com.br)

[brunobarbosa1991@yahoo.com.br](mailto:brunobarbosa1991@yahoo.com.br)

[daniel.santos@unifran.edu.br](mailto:daniel.santos@unifran.edu.br)

Autor Correspondente:

Daniel dos Santos

Av. Dr. Armando de Sales Oliveira, 201.

Parque Universitário, Franca-SP, Brasil.

CEP: 14404-600.

Contatos: (16) 98111-6125

Recebido para publicação em 01/06/2021

Aceito em 11/08/2021