

MORFOLOGIA DO VENTRÍCULO ESQUERDO EM ADOLESCENTES: COMPARAÇÃO ENTRE ATLETAS E NÃO ATLETAS



ARTIGO ORIGINAL

LEFT VENTRICULAR MORPHOLOGY IN ADOLESCENTS: COMPARISON BETWEEN ATHLETES AND NON-ATHLETES

MORFOLOGÍA DE LO VENTRÍCULO IZQUIERDO EN ADOLESCENTES: COMPARACIÓN ENTRE ATLETAS Y NO ATLETAS

Joaquim Castanheira¹
(Cardiopneumologista)

João Valente-dos-Santos^{2,3}
(Professor Educação Física e Desporto)

João Duarte²
(Professor Educação Física e Desporto)

Vasco Vaz²
(Professor Educação Física e Desporto)

António José Figueiredo²
(Professor Educação Física e Desporto)

Neiva Leite⁴ (Médica)

Edilson Serpeloni Cyrino⁵
(Nutricionista e Educador Físico)

Manuel João Coelho-e-Silva²
(Professor Educação Física e Desporto)

1 Departamento de Fisiologia Clínica, Escola Superior de Tecnologia da Saúde, Instituto Politécnico de Coimbra, Coimbra, Portugal.

2. Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal.

3. Faculdade de Educação Física e Desporto da Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, Lisboa, Portugal.

4. Departamento de Educação Física da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil.

5. Departamento de Educação Física da Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Paraná, Brasil.

Correspondência:

Manuel Coelho-e-Silva
Estadio Universitario, Pavilhao III
3040-156. Coimbra, Portugal.
mjcesilva@hotmail.com

RESUMO

Introdução: A morfologia do ventrículo esquerdo altera-se com o crescimento e desenvolvimento, durante a infância e adolescência. Contudo, são escassos os estudos comparativos entre não atletas e jovens atletas de elite. **Objetivo:** Analisar possíveis diferenças na morfologia do ventrículo esquerdo entre jovens atletas de elite e não atletas, do sexo masculino. **Métodos:** Trinta atletas de elite (15,4±0,6 anos; 68,0±11,3 kg; 175,2±7,5 cm) e 28 adolescentes saudáveis sem experiência com a prática esportiva (15,2±1,3 anos; 62,9±3,8 kg; 168,8±7,7 cm) foram submetidos a medidas antropométricas (estatura, massa corporal e espessura de dobras cutâneas) e avaliações ecocardiográficas. **Resultados:** Diferenças estatisticamente significantes foram encontradas nos diâmetros telediastólico e telesistólico do ventrículo esquerdo, na espessura do septo interventricular em diástole, na espessura da parede posterior do ventrículo esquerdo, no diâmetro do átrio esquerdo e na relação entre o diâmetro do átrio esquerdo e o diâmetro da raiz da aorta, com os jovens atletas de elite apresentando valores superiores aos não atletas ($P<0,01$), mesmo após ajuste pela estatura. Correlações positivas e de moderada magnitude entre a massa do ventrículo esquerdo e a estatura foram encontradas em atletas ($r=0,57$) e não atletas ($r=0,40$). **Conclusão:** Os resultados do presente estudo sugerem que os valores superiores nas medidas da cavidade e de espessura da parede ventricular esquerda, encontrados no coração de jovens atletas de elite não podem ser explicados pela maior estatura, destacando a importância da exploração de modelos alométricos simples e multiplicativos que integrem medidas de maturação biológica em futuras investigações.

Palavras-chave: ecocardiografia, antropometria, crescimento, adolescente.

ABSTRACT

Introduction: The morphology of the left ventricle changes with growth and development during childhood and adolescence. However, there are few comparative studies between non-athletes and elite young athletes. **Objective:** To analyze possible differences in left ventricular morphology among male young elite athletes and non-athletes. **Methods:** Thirty elite athletes male (15.4±0.6 years; 68.0±11.3 kg; 175.2±7.5 cm) and 28 healthy adolescents with no experience with the practice of sports (15.2±1.3 years; 62.9±13.8 kg; 168.8±7.7 cm) undergone anthropometric measurements (height, body weight, and skin fold thickness) and echocardiographic evaluations. **Results:** Statistically significant differences were found in the telediastolic and telesistolic diameters of the left ventricle, interventricular septum thickness in diastole, thickness of the posterior wall of the left ventricle, the diameter of left atrium and the relationship between the left atrial diameter and the aortic root diameter, with the young elite athletes showing higher values than non-athletes ($P<0.01$) even after adjusting for height. Positive and moderate magnitude correlations between left ventricular mass and height were found in athletes ($r=0.57$) and non-athletes ($r=0.40$). **Conclusion:** The results of this study suggest that the higher values measured in the cavity and the thickness of the left ventricular wall found in the heart of young elite athletes can not be explained by greater stature, highlighting the importance of exploiting simple allometric and multiplicative models that integrate measures of biological maturation in future investigations.

Keywords: echocardiography, anthropometry, growth, adolescent.

RESUMEN

Introducción: La morfología del ventrículo izquierdo se altera con el crecimiento y el desarrollo, durante la infancia y adolescencia. Sin embargo, son escasos los estudios comparativos entre no atletas y jóvenes atletas de élite. **Objetivo:** Analizar posibles diferencias en la morfología del ventrículo izquierdo entre jóvenes atletas de élite y no atletas, del sexo masculino. **Métodos:** Treinta atletas de élite (15,4±0,6 años; 68,0±11,3 kg; 175,2±7,5 cm) y 28 adolescentes saludables sin experiencia con la práctica deportiva (15,2±1,3 años; 62,9±13,8 kg; 168,8±7,7 cm) fueron sometidos a medidas antropométricas (estatura, masa corporal y espesor de pliegues cutáneos) y evaluaciones

ecocardiográficas. Resultados: Fueron encontradas diferencias estadísticamente significativas en los diámetros telediastólico y telesistólico del ventrículo izquierdo, en el espesor del septo interventricular en diástole, en el espesor de la pared posterior del ventrículo izquierdo, en el diámetro del atrio izquierdo y en la relación entre el diámetro del atrio izquierdo y el diámetro de la raíz de la aorta, con los jóvenes atletas de élite presentando valores superiores a los no atletas ($P < 0,01$), aún después del ajuste por la estatura. Correlaciones positivas y de moderada magnitud entre la masa del ventrículo izquierdo y la estatura fueron encontradas en atletas ($r=0,57$) y no atletas ($r=0,40$). Conclusión: Los resultados del presente estudio sugieren que los valores superiores en las medidas de la cavidad y de espesor de la pared ventricular izquierda, encontrados en el corazón de jóvenes atletas de élite no pueden ser explicados pela mayor estatura, destacando la importancia de la explotación de modelos alométricos simples y multiplicativos que integren medidas de madurez biológica en futuras investigaciones.

Palabras clave: ecocardiografía, antropometría, crecimiento, adolescente.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1517-86922014200601888>

Artigo recebido em 16/10/2013, aprovado em 03/02/2014

INTRODUÇÃO

O esporte é o modelo de atividade física que mais atrai a participação de crianças e adolescentes, ocupando papel de destaque no que tange ao dispêndio energético diário¹. Assim, jovens atletas têm sido submetidos a elevados volumes de treinamento, em idades cada vez mais precoces, em virtude das altas exigências competitivas, o que provoca importantes alterações hemodinâmicas e eletrofisiológicas que podem acarretar aumento das dimensões cardíacas². Entretanto, do ponto de vista metodológico, distinguir os efeitos do treinamento das alterações decorrentes dos processos de crescimento e maturação biológica não é uma tarefa simples.

Entre as principais adaptações crônicas decorrentes da exposição aos estímulos do treinamento destacam-se o aumento do diâmetro das cavidades do coração e da espessura das paredes. Neste particular, o ventrículo esquerdo tem sido a estrutura mais estudada do coração³.

A remodelação cardíaca, entendida como alteração dos diâmetros das cavidades e espessura das paredes, tende a ocorrer a partir dos anos pré-pubertários, existindo evidências que esse fenômeno guarda estreita relação com o treinamento intermitente, de curta duração⁴. Todavia, a literatura até o presente momento tem si limitado a investigar essencialmente possíveis associações entre o treinamento e os diâmetros telediastólico e telesistólico do ventrículo esquerdo (VE), espessuras do septo interventricular e parede posterior em diástole, bem como os diâmetros do átrio esquerdo e raiz da aorta^{2,5,6}. Paralelamente, alguns estudos têm focado sobre a avaliação das diferenças entre atletas e não atletas, relativamente à função e estrutura do coração^{3,7,8}.

Embora existam investigações sobre a morfologia e função do VE e demais parâmetros cardíacos em atletas adolescentes^{2,4,5,9,10}, a variação inter-individual associada ao tamanho corporal não tem sido controlada. Considerando que as dimensões da estrutura cardíaca em crianças e jovens são diretamente proporcionais à estatura¹¹, a comparação entre atletas e não atletas não deve desprezar o controle desta variável.

Com base nas informações apresentadas e na carência de estudos sistemáticos envolvendo jovens atletas de elite, concentrados em centros de treinamento e expostos a sistemas de competições internacionais, o objetivo do presente estudo foi comparar os parâmetros ecocardiográficos brutos e ajustados pela estatura entre uma amostra de adolescentes não atletas e jovens atletas de elite de Portugal.

MÉTODOS

Foram selecionados para a presente investigação 30 jovens atletas de nível internacional, integrantes das seleções nacionais que representaram Portugal nos campeonatos europeus (15 basquetebolistas e 15 hoquistas; 15,37±0,61 anos) e 28 adolescentes saudáveis e não

atletas (15,22±1,27 anos) que compuseram o grupo controle. Todos os atletas analisados estavam envolvidos com a prática esportiva formal há mais de cinco anos e no momento das coletas de dados participavam em regimes de treino e competição caracterizados por 4-6 sessões semanais; correspondendo a aproximadamente a 360-510 min/semana. Adicionalmente, os atletas realizavam de um a dois jogos por semana. O grupo controle foi selecionado aleatoriamente a partir de uma amostra de 440 sujeitos, avaliados em ambiente escolar para um outro estudo do nosso laboratório. Todos os participantes eram caucasianos, do sexo masculino, não apresentando histórico de doenças, nem estavam sob o efeito de qualquer medicação.

As escolas, bem como a Federação Portuguesa de Basquetebol e a Federação de Patinagem de Portugal autorizaram a realização deste estudo. Além disso, após serem devidamente esclarecidos sobre a finalidade da presente investigação, os responsáveis e os participantes assinaram, respectivamente, os termos de consentimento livre e esclarecido, tendo sido garantido o caráter voluntário da participação, bem como a confidencialidades dos dados. Este estudo foi aprovado pelo Conselho Científico da Universidade de Coimbra e posteriormente pela Fundação Portuguesa para a Ciência e Tecnologia [processo SFRH/PROTEC/67972/2010], tendo sido respeitados os princípios da Declaração de Helsinki.

A estatura, massa corporal e a espessura das dobras cutâneas tri-cipital e subescapular foram avaliadas por um único e experiente antropometrista, seguindo os procedimentos descritos na literatura¹². A estatura foi medida com um estadiômetro Harpenden (modelo 98.603, Holtain Ltd, Crosswell, UK) e a massa corporal com uma balança SECA (modelo 770, Hanover, MD, EUA). A espessura das dobras cutâneas foram medidas com um adipômetro Lange (Beta Technology, Ann Arbor, MI, EUA). Os erros técnicos de medida para a estatura (0,27 cm), massa corporal (0,47 kg) e espessura de dobras cutâneas (0,47-0,72 mm) estão dentro da amplitude de valores reportados em diversos inquéritos de saúde nos Estados Unidos e uma variedade de levantamentos de campo¹³. A percentagem de massa gorda foi estimada pelo protocolo de Slaughter *et al.*¹⁴. Posteriormente, a massa gorda e a massa corporal magra foram determinadas em quilogramas.

Para a avaliação da morfologia cardíaca foi utilizado um ecocardiograma transtorácico na posição de decúbito lateral esquerdo, compreendendo um aparelho ultrassom *Vivid 3*, com uma sonda multifrequência de 1,5-3,6 MHz (GE Vingmed Ultrasound, Horten, Noruega). Os ecocardiogramas em modo M foram extraídos de imagens bidimensionais sob visualização direta, sendo gravadas a 100 mm·s⁻¹. As dimensões das cavidades e espessuras cardíacas foram avaliadas em repouso. Os parâmetros selecionados são coincidentes com estudos similares realizados com adolescentes saudáveis^{6,15} e com jovens atletas^{2,5,16}.

Todas as medidas ecocardiográficas foram realizadas pelo mesmo avaliador. O diâmetro da raiz da aorta (DRAO) foi determinado pelo Modo-M guiado pelo 2D. O diâmetro do átrio esquerdo (DAE) foi medido pela incidência do eixo longo em paraesternal esquerdo. Os diâmetros telediastólico e telesistólico do VE (DDVE e DSVE, respectivamente), as espessuras do septo interventricular (SIVd) e parede posterior do VE em diástole (PPVEd), foram medidos por meio da incidência de eixo longo, após os folhetos da válvula mitral, de acordo com as recomendações da Sociedade Americana de Ecocardiografia (SAE) e Associação Européia de Ecocardiografia¹⁷. Com base nas dimensões anteriores a massa do VE (MVE) foi estimada pela equação cúbica da SAE, modificada por Devereux *et al.*¹⁸.

A MVE foi corrigida para a superfície corporal (SC) pela equação de Du Bois e Du Bois¹⁹, permitindo o cálculo do Índice de MVE (g/m²). Subsequentemente, determinou-se a espessura parietal relativa (EPRVE), de modo a distinguir um perfil concêntrico ($\geq 0,44$) ou excêntrico ($< 0,44$) do VE^{4,10,20}.

Foi determinada a função do VE, traduzida na fração de encurtamento do VE (FEnVE), volume telediastólico e telesistólico do VE (VTDVE e VTSVE, respectivamente) e fração de ejeção (FEjVE)^{10,17}.

A qualidade dos dados foi analisada a partir da determinação da variabilidade intraobservador recorrendo a um subgrupo composto aleatoriamente por 20 sujeitos (basquetebolistas, n=5; hoquistas, n=5; não atletas, n=10) que foram avaliados e reavaliados com uma semana de intervalo pelo mesmo investigador, utilizando o mesmo equipamento e na observância dos procedimentos acima descritos. Foi determinada a diferença e percentagem de diferença entre as duas medidas considerando os limites de concordância (LC) a 95%, para as dimensões das cavidades e espessuras cardíacas (0,02-0,17 mm; 95% LC-1,95 a 2,28 mm). Os parâmetros resultantes da avaliação das medidas anteriores apresentaram percentagem de variabilidade intraobservador na ordem de 0,3-0,8 % (95% LC - 4,1 a 8,1 %).

Análise estatística

Inicialmente, o teste de Kolmogorov-Smirnov foi utilizado para análise da distribuição dos dados. O teste *t* de Student foi adotado para as comparações entre os grupos (idade cronológica, tamanho e composição corporal, medidas e parâmetros resultantes da avaliação ecocardiográfica). Análise da covariância (ANCOVA) foi utilizada nas comparações entre os grupos, com a estatura sendo adotada como covariável. O tamanho do efeito da correlação (ES-r) foi estimado pela raiz quadrada da razão do valor de *t* ao quadrado e a diferença entre o valor de *t* ao quadrado e os graus de liberdade²¹. Para determinar o grau de associação entre variáveis contínuas recorreu-se ao coeficiente de correlação de Pearson. A magnitude das correlações encontradas foi categorizada da seguinte forma: trivial ($r < 0,1$), pequena ($0,1 < r < 0,3$), moderada ($0,3 < r < 0,5$), grande ($0,5 < r < 0,7$), muito grande ($0,7 < r < 0,9$) e quase perfeita ($r > 0,9$)²². O nível de significância estabelecido para todas as análises foi de 5%. Os dados foram processados no SPSS, versão 18.0 para o Windows.

RESULTADOS

As características gerais da amostra total (n = 58), independente do grupo, são apresentadas na tabela 1. Entre todas as variáveis analisadas no presente estudo a única que não apresentou distribuição normal foi a massa gorda (K-S = 1,61; $P < 0,05$), cujos valores variaram amplamente (4,0-49,5 kg). A amplitude de variação para a estatura e massa corporal foi na ordem de 31,7 cm e 63,6 kg, respectivamente.

A tabela 2 apresenta as características gerais da amostra, de acordo com as categorias de adolescentes investigados (atletas e não atletas).

Tabela 1. Características da amostra total do estudo (n = 58).

	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão	Kolmogorov-Smirnov	
					K-S	p
Idade (anos)	13,51	16,66	15,30	0,98	0,77	0,60
Estatura (cm)	155,5	187,2	172,1	8,1	0,56	0,91
Massa corporal (kg)	41,6	105,2	65,5	12,7	0,54	0,93
Massa isenta de gordura, MIG (kg)	28,0	69,2	49,6	10,4	0,55	0,93
Massa gorda, MG (kg)	4,0	49,5	16,0	10,2	1,61	< 0,05
Superfície corporal, SC (m ²)	1,42	2,22	1,77	0,19	0,65	0,79
Diâmetro telediastólico do ventrículo esquerdo, DDVE (mm)	45,3	64,8	53,5	4,1	0,69	0,73
Diâmetro telesistólico do ventrículo esquerdo, DSVE (mm)	27,3	45,5	33,9	3,4	0,76	0,61
Espessura do septo interventricular em diástole, SIVd (mm)	6,3	10,6	8,0	1,0	1,18	0,12
Espessura da parede posterior do ventrículo esquerdo, PPVEd (mm)	6,2	9,3	7,4	0,8	1,01	0,26
Fração de ejeção do ventrículo esquerdo, FEjVE (%)	56,0	74,0	66,0	4,2	0,59	0,87
Fração de encurtamento do ventrículo esquerdo, FEnVE (%)	29,8	43,0	36,7	3,0	0,59	0,88
Diâmetro da raiz da aorta, DRAO (mm)	21,7	34,0	27,3	2,5	0,65	0,80
Diâmetro do átrio esquerdo, DAE (mm)	26,3	47,9	35,9	4,2	0,69	0,73
Relação DAE/DRAO (%)	0,98	1,68	1,31	0,15	0,77	0,60
Massa do ventrículo esquerdo, MVE (g)	87,4	241,2	147,4	33,0	0,66	0,77
Índice de massa ventricular esquerda, IMVE (g/m ²)	54,59	121,57	82,99	14,49	0,59	0,88
Espessura parietal relativa do ventrículo esquerdo, EPRVE	0,24	0,36	0,29	0,03	0,63	0,82

O grupo de atletas apresentou maior estatura ($t = 3,19$; $P < 0,01$; ES-r = 0,39) do que os não atletas. Embora os atletas tenham apresentado valores de massa corporal superiores aos não-atletas, tais diferenças não foram confirmadas estatisticamente ($t = 1,55$; $P = 0,13$; ES-r = 0,20). Com exceção da FEjVE, FEnVE, DRAO e EPRVE, todos os demais parâmetros ecocardiográficos se diferiram significativamente entre os grupos com o grupo de atletas apresentando valores médios mais elevados nos diâmetros telediastólico ($t = 4,08$; $P < 0,01$; ES-r = 0,48) e telesistólico ($t = 2,99$; $P < 0,01$; ES-r = 0,37) do VE, nas espessuras do SIVd ($t = 4,40$; $P < 0,01$; ES-r = 0,51) e da PPVEd ($t = 4,48$; $P < 0,01$; ES-r = 0,51), no DAE ($t = 3,70$; $P < 0,01$; ES-r = 0,44), na relação entre o DRAO e o DAE ($t = 3,23$; $P < 0,01$; ES-r = 0,39), na massa do ventrículo esquerdo ($t = 5,94$; $P < 0,01$; ES-r = 0,62) e no índice de massa ventricular esquerda ($t = 5,70$; $P < 0,01$; ES-r = 0,61).

Tabela 2. Comparação entre o grupo de atletas (n = 30) e o grupo de não atletas (n = 28).

	Atletas (Média ± SD)	Não atletas (Média ± SD)	Teste de Levene		t-Student		ES-r
			F	p	t	p	
Idade (anos)	15,37 ± 0,61	15,22 ± 1,27	30,76	< 0,01	0,58	0,57	0,08
Estatura (cm)	175,2 ± 7,5	168,8 ± 7,7	0,01	0,97	3,19	< 0,01	0,39
Massa corporal (kg)	68,0 ± 11,3	62,9 ± 13,8	0,52	0,47	1,55	0,13	0,20
Massa isenta de gordura, MIG (kg)	50,6 ± 13,2	48,4 ± 6,0	38,5	< 0,01	0,82	0,42	0,11
Massa gorda, MG (kg)	17,4 ± 9,2	14,4 ± 11,1	0,37	0,55	1,09	0,28	0,14
Superfície corporal, SC (m ²)	1,82 ± 0,18	1,71 ± 0,19	0,01	0,92	2,24	< 0,05	0,29
Diâmetro telediastólico do ventrículo esquerdo, DDVE (mm)	55,4 ± 4,2	51,5 ± 2,9	2,72	0,10	4,08	< 0,01	0,48
Diâmetro telesistólico do ventrículo esquerdo, DSVE (mm)	35,1 ± 3,7	32,6 ± 2,5	1,49	0,23	2,99	< 0,01	0,37
Espessura do septo interventricular em diástole, SIVd (mm)	8,5 ± 1,0	7,5 ± 0,7	2,29	0,14	4,40	< 0,01	0,51
Espessura da parede posterior do ventrículo esquerdo, PPVEd (mm)	7,8 ± 0,8	7,0 ± 0,6	2,81	0,10	4,48	< 0,01	0,51
Fração de ejeção do ventrículo esquerdo, FEJVE (%)	65,7 ± 4,6	66,3 ± 3,8	0,54	0,46	-0,53	0,60	0,07
Fração de encurtamento do ventrículo esquerdo, FEnVE (%)	36,6 ± 3,2	36,9 ± 2,9	0,04	0,95	-0,30	0,76	0,04
Diâmetro da raiz da aorta, DRAO (mm)	27,6 ± 2,4	27,1 ± 2,6	0,71	0,40	0,76	0,45	0,10
Diâmetro do átrio esquerdo, DAE (mm)	37,4 ± 4,2	33,7 ± 3,3	0,79	0,38	3,70	< 0,01	0,44
Relação DAE/DRAO (%)	1,36 ± 0,16	1,25 ± 0,11	4,39	0,04	3,23	< 0,01	0,39
Massa do ventrículo esquerdo, MVE (g)	166,9 ± 30,3	126,5 ± 21,0	4,46	0,04	5,94	< 0,01	0,62
Índice de massa ventricular esquerda, IMVE (g/m ²)	91,4 ± 12,8	74,0 ± 10,2	1,60	0,21	5,70	< 0,01	0,61
Espessura parietal relativa do ventrículo esquerdo, EPRVE	0,30 ± 0,03	0,28 ± 0,02	0,50	0,48	2,05	0,05	0,26

A associação entre a MVE e a estatura é ilustrada na figura 1. Correlações positivas e de magnitude moderada a grande foram encontradas na amostra total ($r = 0,59$; 95% CI: 0,39 a 0,73), no grupo de atletas ($r = 0,57$; 95% CI: 0,27 a 0,77) e de não atletas ($r = 0,40$; 95% CI: 0,001 a 0,65). Foram observadas relações não-lineares entre a MVE e a estatura para os grupos, de forma isolada, enquanto uma relação linear foi identificada a partir da análise do conjunto dos dados.

Quando as variáveis dependentes resultantes da avaliação ecocardiográfica foram corrigidas pela estatura, diferenças estatisticamente significantes foram encontradas nas comparações entre os grupos, com os maiores valores sendo identificados nos atletas para: diâmetro

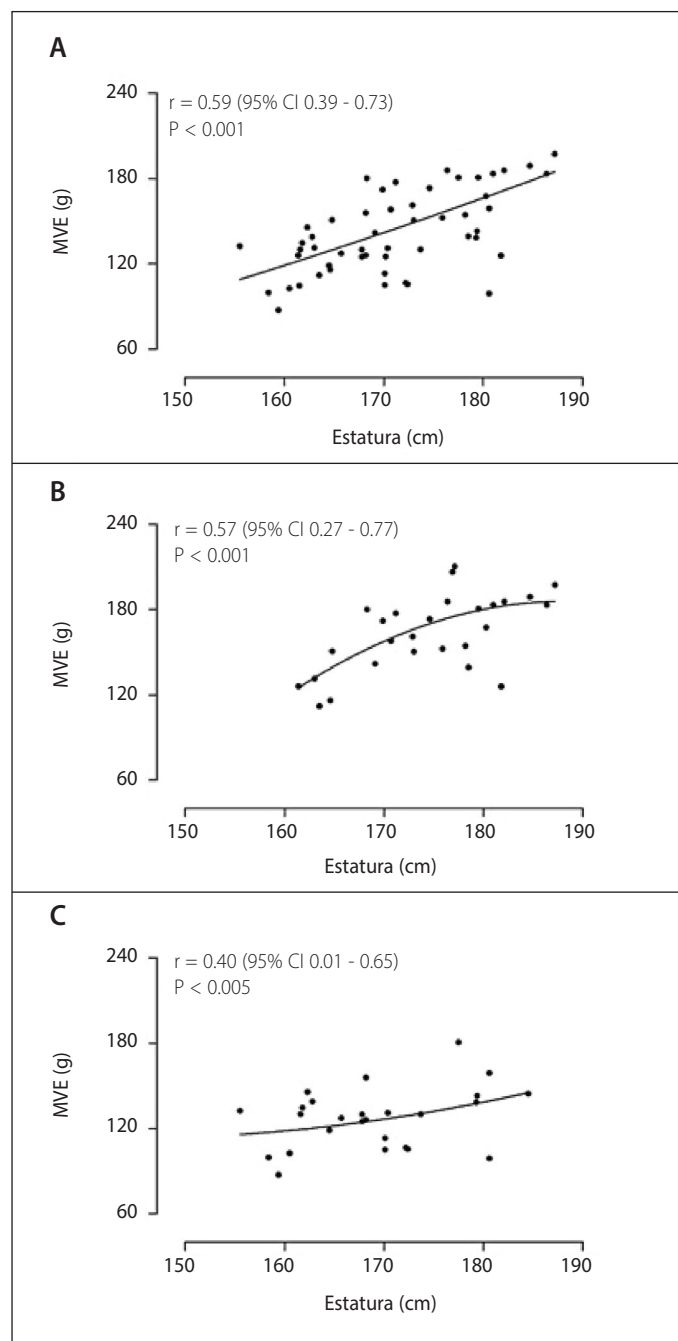


Figura 1. Associação entre a massa do ventrículo esquerdo (MVE) e a estatura, considerando a amostra total (painel a), o grupo de atletas (painel b) e o grupo de não atletas (painel c).

telediastólico do ventrículo esquerdo (DDVE, $F = 8,19$; $P < 0,01$; $ES-r = 0,36$), SIVd ($F = 10,75$; $P < 0,01$; $ES-r = 0,40$) e da PPVEd ($F = 10,50$; $P < 0,01$; $ES-r = 0,40$), DAE ($F = 6,78$; $P < 0,05$; $ES-r = 0,33$), relação entre as dimensões do átrio esquerdo e da raiz da aorta ($F = 8,16$; $P < 0,01$; $ES-r = 0,36$) e da massa ($F = 20,26$; $P < 0,01$; $ES-r = 0,52$) e índice de massa do VE ($F = 27,21$; $P < 0,01$; $ES-r = 0,58$) (tabela 3).

DISCUSSÃO

Os principais achados do presente estudo foram que jovens atletas de elite apresentam importantes adaptações nas funções cardíacas quando comparados a não atletas independentemente da estatura. Os resultados do nosso estudo corroboram informações produzidas anteriormente^{2,9,11} que sugerem consistentemente um processo de remodelação global do coração do atleta exposto sistematicamente ao processo de treino, realizado pelo aumento das cavidades e da

Tabela 3. Comparações entre as medidas do ventrículo esquerdo ajustadas pela estatura (média ± erro padrão) para os grupos de atletas e não atletas.

	Atletas	Não Atletas	F	P	ES-r
Diâmetro telediastólico do ventrículo esquerdo, DDVE (mm)	54,9 ± 0,7	52,1 ± 0,7	8,19	< 0,01	0,36
Diâmetro telesistólico do ventrículo esquerdo, DSVE (mm)	34,7 ± 0,6	33,1 ± 0,6	3,64	0,06	0,25
Espessura do septo interventricular em diástole, SIVd (mm)	8,4 ± 0,2	7,6 ± 0,2	10,75	< 0,01	0,40
Espessura da parede posterior do ventrículo esquerdo, PPVEd (mm)	7,7 ± 0,1	7,1 ± 0,1	10,50	< 0,01	0,40
Fração de ejeção do ventrículo esquerdo, FEjVE (%)	65,8 ± 0,8	66,1 ± 0,8	0,04	0,85	0,03
Fração de encurtamento do ventrículo esquerdo, FEnVE (%)	36,7 ± 0,6	36,7 ± 0,6	0,01	0,98	0,01
Diâmetro da raiz da aorta, DRAO (mm)	27,3 ± 0,5	27,4 ± 0,4	0,08	0,78	0,04
Diâmetro do átrio esquerdo, DAE (mm)	37,0 ± 0,7	34,2 ± 0,7	6,78	< 0,05	0,33
Relação DAE/DRAO (%)	1,36 ± 0,03	1,25 ± 0,03	8,16	< 0,01	0,36
Massa do ventrículo esquerdo, MVE (g)	161,8 ± 4,4	132,0 ± 4,6	20,26	< 0,01	0,52
Índice de massa ventricular esquerda, IMVE (g/m ²)	91,4 ± 2,2	74,0 ± 2,3	27,21	< 0,01	0,58
Espessura parietal relativa do ventrículo esquerdo, EPRVE	0,29 ± 0,01	0,28 ± 0,01	2,52	0,12	0,21

espessura das paredes. No presente estudo, verificou-se que oito atletas (27% do total) apresentaram diâmetros da AE superiores a 39 mm, enquanto 14 (47% do total) tinham um DDVE superior a 55 mm. No grupo controle todos os adolescentes não atletas apresentaram diâmetros da AE de acordo com os valores considerados normais, sendo que apenas 3 (11% do total) apresentaram DDVE superior a 55 mm. Assim, os jovens atletas investigados apresentaram valores superiores aos não atletas, tanto para os diâmetros das cavidades esquerdas como para a espessura das paredes, massa e índice de massa ventricular esquerda.

Se por um lado, alguns estudos realizados com amostras de adolescentes atletas relataram resultados semelhantes aos do presente estudo^{2,23-26}, por outro lado alguns pesquisadores não identificaram tais diferenças entre atletas e não atletas nas dimensões das cavidades cardíacas^{27,28}. Entretanto, tal como acontece em estudos com atletas adultos, nos jovens atletas normalmente não são ultrapassados os limites superiores para a espessura das paredes e quando tal sucede, estes incrementos estão associados a aumentos da dimensão da cavidade.

Apesar disso, não se pode desprezar o fato de que em determinadas modalidades, como por exemplo o basquetebol, a seleção dos atletas, na maioria das vezes, se baseia na estatura. Nesses casos, a análise do efeito do treino esportivo sobre as dimensões da cavidade e da espessura das paredes pode ser comprometida, pelo menos em parte, pela falta de controle dessa variável. Em nosso estudo, embora uma correlação estatisticamente significativa tenha sido verificada entre os valores da MVE e a estatura quando considerada a totalidade da amostra, a análise dos grupos de atletas e não atletas, de forma isolada, indicou um padrão de associação não-linear quando as variáveis em estudo foram ajustadas pela estatura.

As relações não-lineares encontradas entre as dimensões lineares da estrutura cardíaca e o tamanho corporal demonstram a fragilidade da adoção de relações lineares para a normalização dos parâmetros

cardíacos. Este fato sugerem a necessidade da produção de modelos alométricos para a normalização dos parâmetros cardíacos em grupos particulares de atletas, como foi por exemplo efetuado recentemente com atletas de hóquei em patins²⁹. Outros trabalhos precedentes, focados especificamente na criação de um índice que possa remover a variabilidade na MVE em função da variabilidade do tamanho corporal, indicam que o índice MVE/estatura^{2,7} parece ser o método mais adequado para aplicação em amostras compostas por crianças e adolescentes³⁰.

Entretanto, a base fisiológica para a normalização da MVE para a estatura, por si só, não é isenta de críticas. Recentemente, Foster *et al.*²³ mostraram que MVE/estatura^{2,7} não permitia normalização adequada em adolescentes do sexo masculino, nem mesmo quando se considerava a similaridade extensível dos intervalos de confiança. Acredita-se que as relações entre a MVE e as variáveis de tamanho corporal sejam distintas considerando diferentes estádios de desenvolvimento. Portanto, futuras investigações devem examinar a influência de vários indicadores de tamanho e composição corporal nas dimensões cardíacas, com recurso a técnicas estatísticas de *scaling* alométrico.

O presente estudo apresentou algumas limitações. Apesar da ressonância magnética ser reconhecidamente o método mais adequado para determinação da MVE, o exame ecocardiográfico ainda é a metodologia mais utilizada, particularmente no contexto de prática clínica, sobretudo, na população infanto-juvenil. Outro aspecto que não pode ser desprezado é que a amostra estudada foi composta somente por sujeitos do sexo masculino e isto reduz a validade externa dos presentes resultados, para outras amostras. A análise destas associações em sujeitos com idades mais avançadas, a inclusão de sujeitos do sexo feminino e com maior variabilidade de tamanho e composição corporal deve ser enfocada em futuras investigações. Adicionalmente, o desenvolvimento de modelos alométricos simples e multiplicativos incluindo medidas de maturação biológica, como por exemplo a idade óssea, para a obtenção de valores de referência e índices de normalização da MVE deve ser almejado.

CONCLUSÃO

Os resultados do presente estudo sugerem a existência de diferenças significantes na estrutura cardíaca entre jovens atletas e não atletas, com os jovens atletas apresentando valores superiores para o diâmetro diastólico do VE, espessuras do SIV e PPVEd, diâmetro da AE, relação entre os diâmetros da AE e da raiz da aorta e da massa e índice de massa do VE. Adicionalmente, as relações entre a MVE e o tamanho corporal mostraram-se não-lineares, sugerindo a necessidade da adoção de procedimentos alométricos não-lineares para o ajuste adequado da MVE, de acordo com a variabilidade inter-individual, resultante do tamanho corporal.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos participantes que contribuíram voluntariamente para a realização deste estudo e, também, a Federação Portuguesa de Basquetebol, a Federação de Patinagem de Portugal e ao Colégio Nossa Senhora da Assunção que viabilizaram a execução do projeto. Dois autores do presente estudo são bolsistas de doutorado da *Fundação para a Ciência e Tecnologia* [JC: SFRH/PROTEC/67972/2010; JVS: SFRH/BD/64648/2009]. A coleta de dados com os atletas de basquetebol foi parcialmente suportada pela *Fundação para a Ciência e Tecnologia* [PTDC/DES/70918/2006].

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.

REFERÊNCIAS

1. Machado-Rodrigues AM, Coelho-e-Silva MJ, Mota J, Santos RM, Cumming SP, Malina RM. Physical activity and energy expenditure in adolescent male sport participants and nonparticipants aged 13 to 16 years. *J Phys Act Health*. 2012;9:626-33.
2. Makan J, Sharma S, Firoozi S, Whyte G, Jackson PG, McKenna WJ. Physiological upper limits of ventricular cavity size in highly trained adolescent athletes. *Heart*. 2005;91:495-9.
3. Hoogsteen J, Hoogeveen A, Schaffers H, Wijn PF, van Hemel NM, van der Wall EE. Myocardial adaptation in different endurance sports: an echocardiographic study. *Int J Cardiovasc Imaging*. 2004;20:19-26.
4. Zdravkovic M, Perunicic J, Krotin M, Ristic M, Vukomanovic V, Soldatovic I, et al. Echocardiographic study of early left ventricular remodeling in highly trained preadolescent footballers. *J Sci Med Sport*. 2010;13:602-6.
5. Basavarajiah S, Wilson M, Naghavi R, Whyte G, Turner M, Sharma S. Physiological upper limits of left ventricular dimensions in highly trained junior tennis players. *Br J Sports Med*. 2007;41:784-8.
6. Eisenmann JC, Malina RM, Tremblay A, Bouchard C. Adiposity and cardiac dimensions among 9- to 18-year-old youth: the Québec Family Study. *J Hum Hypertens*. 2007;21:114-9.
7. Pluim BM, Zwinderman AH, van der Laarse A, van der Wall EE. The athlete's heart. A meta-analysis of cardiac structure and function. *Circulation*. 2000;101:336-44.
8. Gates PE, George KP, Campbell IG. Concentric adaptation of the left ventricle in response to controlled upper body exercise training. *J Appl Physiol*. 2003;94:549-54.
9. Ayabakan C, Akalin F, Mengütay S, Cotuk B, Odabas I, Ozüak A. Athlete's heart in prepubertal male swimmers. *Cardiol Young*. 2006;16:61-6.
10. Madeira RB, Trabulo M, Alves F, Pereira JG. Effects of chronic exercise training on left ventricular dimensions and function in young athletes. *Rev Port Cardiol*. 2008;27:909-22.
11. Epstein ML, Goldberg SJ, Allen HD, Konecke L, Wood J. Great vessel, cardiac chamber, and wall growth patterns in normal children. *Circulation*. 1975;51:1124-9.
12. Lohman TG, Roche AF, Martorell R. Anthropometric standardization reference manual. Champaign: Human Kinetics; 1988.
13. Malina R, Bouchard C, Bar-Or O. Growth, maturation, and physical activity. 2.ed. Champaign: Human Kinetics; 2004.
14. Slaughter MH, Lohman TG, Boileau RA, Horswill CA, Stillman RJ, Van Loan MD, et al. Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Hum Biol*. 1988;60:709-23.
15. Katzmarzyk PT, Malina RM, Beunen GP. The contribution of biological maturation to the strength and motor fitness of children. *Ann Hum Biol*. 1997;24:493-505.
16. Sagiv M, Ben-Sira D. Weight lifting training and left ventricular function in adolescent subjects. *J Sports Med Phys Fitness*. 2007;47:329-34.
17. Lang RM, Bierig M, Devereux RB, Flachskampf FA, Foster E, Pellikka PA, et al. Recommendations for chamber quantification: a report from the American Society of Echocardiography's Guidelines and Standards Committee and the Chamber Quantification Writing Group, developed in conjunction with the European Association of Echocardiography, a branch of the European Society of Cardiology. *J Am Soc Echocardiogr*. 2005;18:1440-63.
18. Devereux RB, Alonso DR, Lutas EM, Gottlieb GJ, Campo E, Sachs I, et al. Echocardiographic assessment of left ventricular hypertrophy: comparison to necropsy findings. *Am J Cardiol*. 1986;57:450-8.
19. Du Bois D, Du Bois EF. A formula to estimate approximate surface area if height and weight be known. *Arch Int Med*. 1916;17:129-71.
20. Venckunas T, Raugaliene R, Stasiulis A. Relationship of training versus echocardiographic parameters to competitive results in distance running. *Int J Sports Med*. 2008;29:96-101.
21. Rosnow RL, Rosenthal R. Computing contrasts, effect sizes, and counternulls on other people's published data: general procedures for research consumers. *Psychol Methods*. 1996;1:331-40.
22. Hopkins WG, Marshall SW, Batterham AM, Hanin J. Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Med Sci Sports Exerc*. 2009;41:3-13.
23. Foster BJ, Gao T, Mackie AS, Zemel BS, Ali H, Platt RW, et al. Limitations of expressing left ventricular mass relative to height and to body surface area in children. *J Am Soc Echocardiogr*. 2013;26:410-8.
24. Hietalampi H, Pakkala K, Jokinen E, Ronnema T, Viikari JS, Niinikoski H, et al. Left ventricular mass and geometry in adolescence: early childhood determinants. *Hypertension*. 2012;60:1266-72.
25. Petridis L, Kneffel Z, Kispeter Z, Horvath P, Sido Z, Pavlik G. Echocardiographic characteristics in adolescent junior male athletes of different sport events. *Acta Physiol Hung*. 2004;91:99-109.
26. Sharma S, Maron BJ, Whyte G, Firoozi S, Elliott PM, McKenna WJ. Physiologic limits of left ventricular hypertrophy in elite junior athletes: relevance to differential diagnosis of athlete's heart and hypertrophic cardiomyopathy. *J Am Coll Cardiol*. 2002;40: 1431-6.
27. Allen HD, Goldberg SJ, Sahn DJ, Schy N, Wojcik R. A quantitative echocardiographic study of champion childhood swimmers. *Circulation*. 1977;55:142-45.
28. Rowland TW, Delaney BC, Siconolfi SF. Athlete's heart in prepubertal children. *Pediatrics*. 1987;79:800-4.
29. Valente-Dos-Santos J, Coelho-e-Silva MJ, Vaz V, Figueiredo AJ, Castanheira J, Leite N, et al. Ventricular mass in relation to body size, composition, and skeletal age in adolescent athletes. *Clin J Sport Med*. 2013;23:293-9.
30. de Simone G, Daniels SR, Devereux RB, Meyer RA, Roman MJ, de Divitiis O, et al. Left ventricular mass and body size in normotensive children and adults: assessment of allometric relations and impact of overweight. *J Am Coll Cardiol*. 1992;20:1251-60.

ERRATA

- No artigo intitulado "QUESTIONÁRIO NUTRICIONAL SIMPLIFICADO DE APETITE (QNSA) PARA USO EM PROGRAMAS DE REABILITAÇÃO CARDIOPULMONAR E METABÓLICA" de autoria de SABRINA WEISS STIES; ANA INÊS GONZÁLES; MAICK DA SILVEIRA VIANA; RICARDO BRANDT; RENATA LABRONICI BERTIN; RICARDO GOLDFEDER; ANDERSON ZAMPIER ULBRICH; ALEXANDRO ANDRADE; TALES DE CARVALHO, publicado na Revista Brasileira de Medicina do Esporte (RBME) vol.18 nº 5, 2012, páginas 313-7, DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1517-86922012000500006>, por solicitação dos autores no ANEXO 1, na primeira pergunta do questionário onde se apresentava: o meu apetite está: a) ruim b) muito ruim o correto é o meu apetite esta: a) muito ruim b) ruim.
- No artigo intitulado "IMPACTO DO EXERCÍCIO NA DOR CRÔNICA" de autoria de Marlon Alves Subtil da Oliveira, Ricardo de Souza Campos Fernandes, Samir Salin Daher, publicado na Revista Brasileira de Medicina do Esporte (RBME) vol.20 nº 3, 2014, páginas 313-7, DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1517-86922014200301415>, por solicitação dos autores onde se apresentava o autor Marlon Alves Subtil da Oliveira o correto é Marlon Alves Subtil de Oliveira.