Universidade de Coimbra

Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física

Variabilidade das medidas do ventrículo esquerdo em judocas adolescentes

• U C •

Mestrado em Treino Desportivo para Crianças e Jovens

Jorge Manuel de Oliveira Fernandes

Coimbra 2014

Universidade de Coimbra

Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física

Variabilidade das medidas do ventrículo esquerdo em judocas adolescentes

Dissertação orientada pelo Prof. Doutor Manuel João Coelho e Silva e Mestre João Valente dos Santos para obtenção do grau de mestre em treino desportivo para crianças e jovens pela Universidade de Coimbra

Jorge Manuel de Oliveira Fernandes

2014

Índice

I. INTRODUÇÃO 3

II. MÉTODOS 6

Procedimentos 6

Constituição física 6

Estimativa da massa adiposa e massa isenta de gordura 7

Maturação Biológica 7

Ecocardiografia 7

Análise estatística 8

III. RESULTADOS 10

IV. DISCUSSÃO 17

V. REFERÊNCIAS 20

I. INTRODUÇÃO

No seio de uma mesma modalidade desportiva, os atletas tendem a ter uma experiência de treino relativamente homogénea, correspondendo a modelos de preparação desportiva razoavelmente consensualizados. Contudo, a variação inter-individual dos traços fenotípicos, como sejam a massa corporal e composição, proporções entre segmentos e maturação biológica pode ser considerável (Malina et al., 2004).

À medida que os indivíduos crescem, tornam-se mais altos e mais pesados e os seus órgãos aumentam em tamanho. Um salto de crescimento muito rápido ocorre quando os indivíduos chegam à puberdade, verificando-se um aumento na taxa de crescimento que é observável na curva de crescimento geral e é representado por parâmetros que se associam aos principais indicadores somáticos (principalmente a estatura e a massa corporal total). No entanto, partes diferentes do corpo e as próprias componentes da massa corporal crescem a taxas diferenciadas e assíncronas, cada uma com uma curva específica de crescimento (Malina et al., 2004).

Em muitas espécies animais foi demonstrado que as dimensões cardíacas variam numa proporção constante com a dimensão corporal (Schmidt-Nielsen, 1984), sendo a massa do ventrículo esquerdo geralmente normalizada para a estatura ou área da superfície corporal (de Simone et al., 1992; Nidorf et al., 1992; Huwez et al., 1994), embora alguns estudos sugiram que os principais parâmetros ventriculares estejam mais diretamente relacionados com a massa corporal

(Gutgesell et al., 1977). Aliás, em atletas expostos a trabalho com cargas adicionais, isto é treino da força, foi notada uma relação substancial entre a massa do ventrículo esquerdo e a massa magra (Longhurst et al., 1980; Hagan et al., 1985; Urhausen & Kindermann, 1989)

As relações entre comprimento, superfície corporal e volume têm implicações profundas, particularmente para o metabolismo e termorregulação na biologia humana e zoologia (McMahon, 1973). Adicionalmente, o treino a longo termo é associado a mudanças adaptativas na estrutura cardíaca (Pelliccia et al., 2002), incluindo um aumento da cavidade, espessura da parede e massa ventricular esquerda (Sharma et al., 2002). A este processo chama-se remodelagem cardíaca. Ora, o processo de treino induz mudanças na variação da massa corporal total, massa adiposa e massa livre de gordura, correspondendo a uma fonte adicional de variabilidade inter-individual. No caso particular do judo, tal como em outros desportos de combate, os atletas são subdivididos por categoria de massa corporal.

As características de crescimento e maturação dos jovens atletas são aspetos implícitos em modelos de identificação, seleção e desenvolvimento de talentos (Williams & Reilly, 2000) e a literatura sugere que durante a segunda década de vida, amostras de atletas em desportos tais como o basquetebol (Coelho-e-Silva et al. , 2008), ou o hóquei sobre patins (Coelho-e-Silva et al., 2012) e futebol (Malina et al., 2000) tendem a reter e promover jovens atletas maturacionalmente adiantados.

Entre os instrumentos providenciados pela auxologia cineantropométrica é

possível prever a estatura adulta a partir da idade cronológica no momento das medições, combinado com a estatura do indivíduo estudado, a estatura da mãe e a do pai. A estatura obtida em qualquer idade cronológica é expressa em percentagem e pode ser utilizada como um indicador de maturação somática. Note-se, contudo, que apenas existe um único conceito de maturação biológica (Malina et al., 2004). O processo pode ser expresso por múltiplos indicadores de diversa natureza (sexual, somática, óssea, dentária).

O presente estudo dedica-se à avaliação de jovens judocas, tendo como objetivo principal a análise multivariada entre descritores de dimensões corporais e os parâmetros do ventrículo esquerdo decorrentes dos exames ecocardiográficos.

II. MÉTODOS

Procedimentos

A amostra compreendeu 79 rapazes judocas entre as idades de 13 e 17 anos (15.6±0.8 anos) recrutados em clubes de Portugal Continental e Região Autónoma dos Açores. O protocolo experimental seguiu a *Declaration of Helsinki* da *World Medical Association* para a pesquisa com seres humanos e foi aprovado pelo *Conselho Científico da Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra.* Todos os participantes aderiram voluntariamente ao estudo e foram informados sobre os objetivos, protocolos experimentais e procedimentos. Este estudo insere-se numa linha de pesquisa com outros mestrandos e doutorandos que se auxiliaram na fastidiosa tarefa de recolha de dados.

Constituição física

Foi considerada a avaliação da estatura (modelo 98.60, Holtain Ltd, Crosswell UK), altura sentada (model 98.607, Holtain Ltd, Crosswell, UK), massa corporal (modelo 770, Hanover, MD, USA) e outras variáveis necessárias para determinar o somatótipo, tendo as avaliações sido realizadas por um único observador experimentado e seguindo o procedimento padrão (Lohman et al., 1988). A estatura foi arredondada para 0,1 cm e a massa corporal foi arredondada para 0,1 kg.

Estimativa da massa adiposa e massa isenta de gordura

A massa livre de gordura (FFM) e a massa adiposa (FM) foram medidas através da análise de impedância bioelétrica (BIA 101 System Analyzer; Akern; Florence, Italy). Embora a análise de impedância bioelétrica não esteja livre de críticas, o protocolo utilizado neste estudo já tinha sido adotado em estudos prévios (Ischaki et al., 2007).

Maturação Biológica

A idade cronológica, estatura e massa corporal de cada judoca e a "midparent stature" (média da estatura dos progenitores) foram utilizadas para determinar a estatura adulta utilizando o protocolo Khamis-Roche (Khamis & Roche, 1994). A estatura na altura das medições de cada atleta adolescente foi então expressa como uma percentagem da estatura adulta prevista.

Ecocardiografia

Foi adotado um protocolo abrangente de "resting image" utilizando uma máquina de ultra-som Vivid 3 com um transdutor de 1,5-3,6 MHz (GE Vingmed Ultrasound, Horten, Norway). Ecocardiogramas M-mode foram derivados de imagens bidimensionais com visualização direta e foram gravadas a 100 mm $\cdot$ s $^{-1}$. Medidas das dimensões internas do ventrículo esquerdo no final da diástole (LVIDd), espessura da parede do septo interventricular no final da diástole (SWTd) e espessura da parede posterior no final da diástole (PWTd) foram igualmente obtidos seguindo as recomendações da *American Society of Echocardiography*

(Lang et al., 2006). A massa do ventrículo esquerdo foi calculada. A espessura da parede relativa (RWT) foi calculada como a relação entre a espessura média ventricular do septo e a espessura da parede posterior ao raio da cavidade ventricular.

Análise estatística

Foram calculadas as estatísticas descritivas para a amostra total. Seguidamente, foram executadas análises de correlações canónicas para examinar as relações entre os parâmetros do ventrículo esquerdo (diâmetro interno do ventrículo esquerdo no final da diástole, espessura do septo interventricular no final da diástole, espessura da parede posterior no final da diástole, diâmetro da aurícula esquerda, massa do ventrículo esquerdo) e morfologia corporal (estatura, FM, FFM) combinada com a idade e maturação somática.

Cada domínio na análise das correlações canónicas foi colapsado numa variável canónica (combinação linear de variáveis que foi derivada para maximizar a relação entre os domínios: $X = a_1X_1 + a_2X_2 + \ldots + a_nX_n$; $Y = a_1Y_1 + a_2Y_2 + \ldots + a_nY_n$). O coeficiente canónico ($r_c = r_{x,y}$) mede a magnitude de associação entre as duas variáveis e o seu valor quadrático (r_c^2) que corresponde à variância partilhada entre os dois conjuntos. O protocolo analítico calcula as correlações bivariadas entre cada variável original e a sua variável canónica ($r_{X,X1}$; $r_{X,X2}$; …; $r_{X,Xn}$; and $r_{X,X1}$; $r_{X,X2}$; …; $r_{X,Xn}$). Os coeficientes indicam a contribuição de uma variável individual para a associação multivariada observada. É possível extrair um número igual de pares de variáveis canónicas ($r_{Xa,Ya}$, $r_{Xb,Yb}$, … $r_{Xi,Yi}$) correspondente ao conjunto mais

pequeno de variáveis ($_i$) em análise. Neste estudo, o primeiro par de variáveis canónicas foi extraído após realizar o "Wilk's Lambda", e o teste foi repetido antes da extração das correlações canónicas subsequentes. Foi ainda determinada a percentagem de variância partilhada entre dois espaços multivariados que foram extraídas (a soma de todas as correlações canónicas corresponde a 100%).

As correlações foram consideradas triviais ($r < 0.1$), baixas ($0.1 < r < 0.3$) médias ($0.3 < r < 0.5$), moderadamente elevadas ($0.5 < r < 0.7$), elevadas ($0.7 < r < 0.9$) ou quase perfeitas ($r > 0.9$) (Hopkins, 2002). Para todas as análises SPSS foi utilizado e significado estatístico mínimo foi estabelecido a 5%.

III. RESULTADOS

As estatísticas descritivas para a idade, maturação, massa adiposa, massa magra e variáveis ecocardiográfica estão resumidas na Tabela 1. A associação da massa ventricular esquerda com a idade cronológica foi menos elevada (r=0.275; 95%CI: 0.057 a 0.468) que a obtida com a maturação estimada em percentagem (r=0.515; 95%CI: 0.332 a 0.661). As Figuras 1, 2 e 3 correspondem às regressões lineares entre a massa do ventrículo esquerdo e, respetivamente, estatura, massa corporal e massa isenta de gordura do sexo masculino em judocas adolescentes.

Tabela 1a. Estatística descritiva para o total da amostra (n=79) nas cronovariáveis

Variábel	Unidade	Abreviatura	Amplitue (mínimo ao máximo)	Média ± Dp
Anos de treino	Anos	T	2 a 13	7.8 ± 3.2
Idade cronológica	Anos	CA	13.94 a 17.57	15.56 ± 0.81
Idade PVC	Anos	APHV	12.65 a 16.10	14.28 ± 0.66
EMP	%	EMS%	91.3 a 99.9	96.9 ± 2.1

PVC (pico de velocidade de crescimento); EMP (estatura matura predita)

Tabela 1b. Estatística descritiva para o total da amostra (n=79) para as variáveis de tamanho corporal

Variábel	Unidade	Abreviatura	Amplitude (mínimo ao máximo)	Média ± Dp
Estatura	Cm	h	150.8 a 188.1	170.8 ± 7.9
Massa corporal	Kg	BM	40.7 a 111.3	63.1 ± 14.0
Massa gorda	%	%FM	4.0 a 31.4	16.1 ± 5.5
Massa gorda	Kg	FM	2.3 a 31.8	10.5 ± 5.6
Massa isenta de gordura	Kg	FFM	31.7 a 80.1	52.7 ± 9.7

Tabela 1c. Estatística descritiva para o total da amostra (n=79) para as variáveis do coração.

Variábel	Unidade	Abreviatura	Amplitude (mínimo ao máximo)	Média ± Dp
Diâmetro interno do ventrículo Esquerdo no final da diástole	mm	LVIDd	47.7 a 64.0	53.9 ± 3.7
Espessura da parede septo interventricular final da diástole	mm	SWTd	5.8 a 8.7	7.3 ± 0.6
Espessura da parede posterior no final da diástole	mm	PWTd	5.8 a 8.7	6.9 ± 0.5
Diâmetro da aurícula esquerda	mm	LAD	28.0 a 45.0	35.4 ± 3.4
Massa do ventriculo esquerdo	G	LVM	93 a 216	135 ± 25

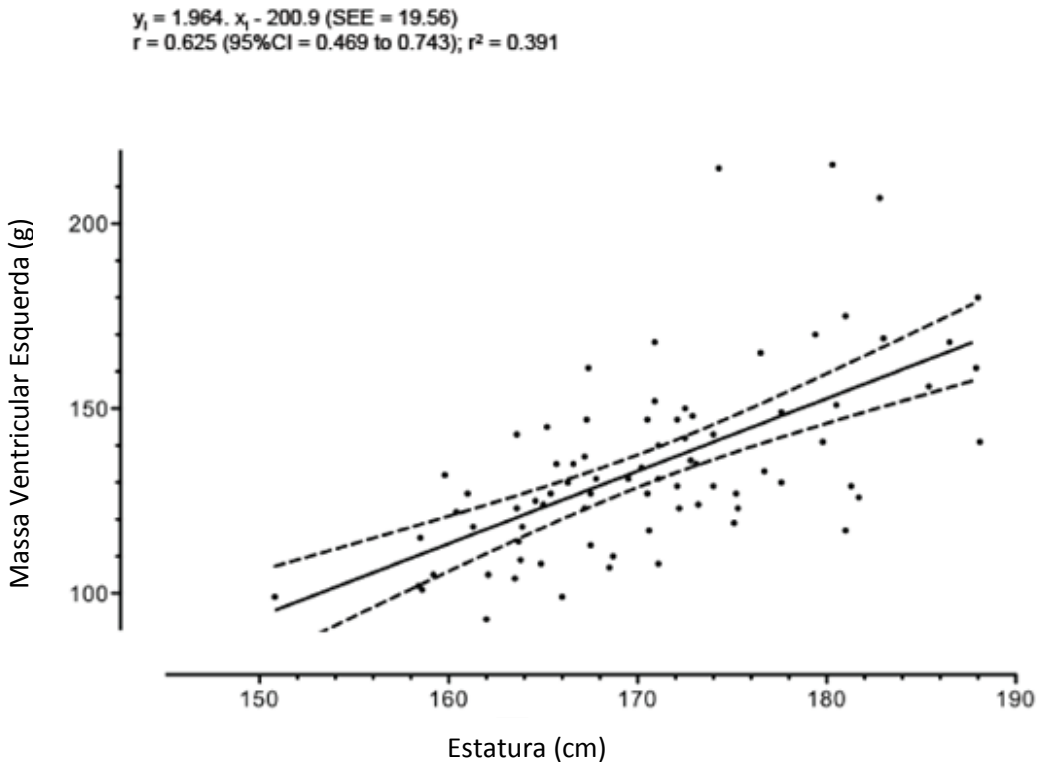

Figura 1. Representação da associação entre a massa ventricular esquerda (eixo Y) e a estatura (eixo X) em jovens judocas (n=79).

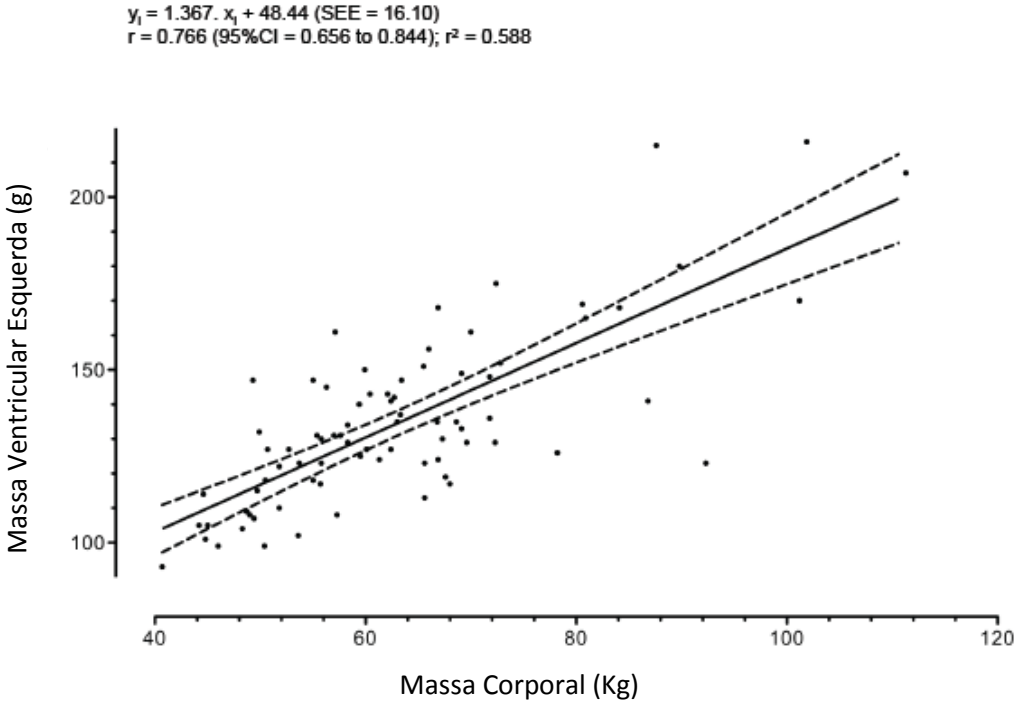

Figura 2. Representação da associação entre a massa ventricular esquerda (eixo Y) e a massa corporal (eixo X) em jovens judocas (n=79).

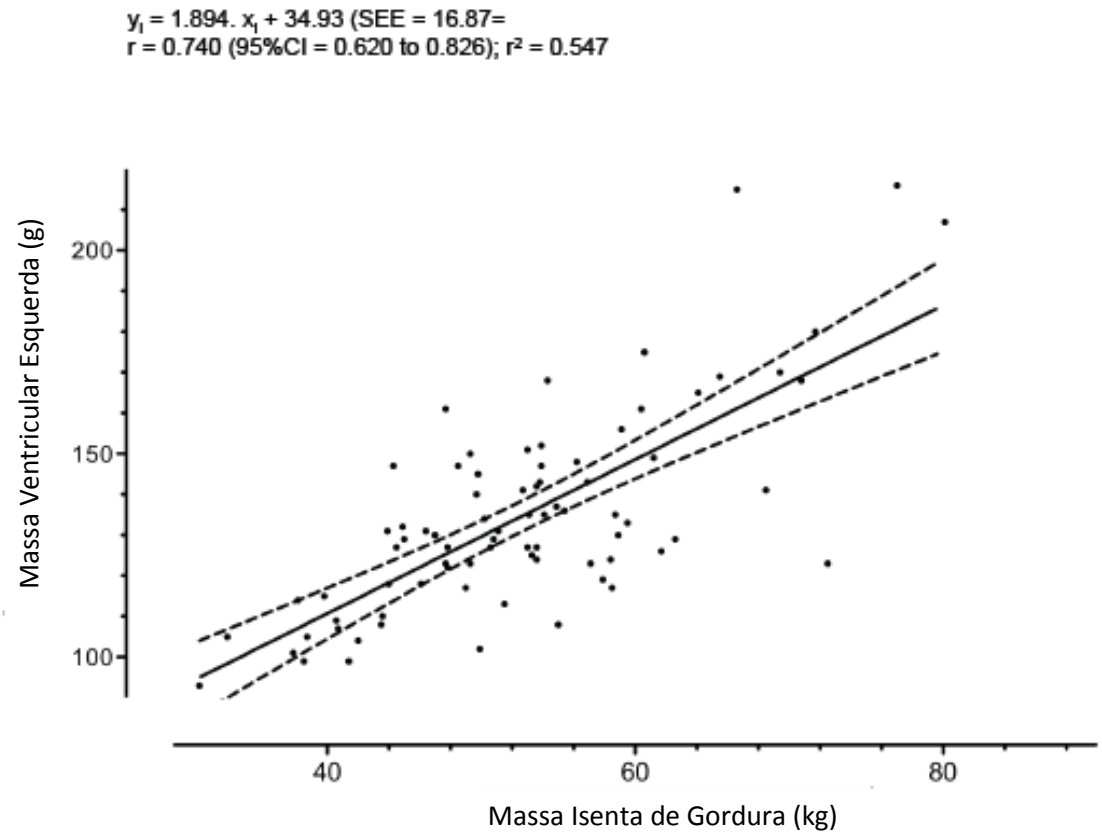

Figura 3. Representação da associação entre a massa ventricular esquerda (eixo Y) e a massa isenta de gordura (eixo X) em jovens judocas (n=79).

Foi possível extrair um par de variáveis canónicas significantes entre as dimensões do ventrículo esquerdo e os descritores de dimensões corporais (estatura, massa corporal, massa magra) combinado com a idade cronológica e a maturação somática (Wilks Lambda= 0.287; $F_{(25,258)}$=4.119; p<0.001) que corresponde a 84% da variância total nos dois conjuntos de variáveis. As duas funções lineares eram altamente correlacionadas (r_c=0.784, r^2=0.615). Quase todos os itens estão substancialmente correlacionados com a variável canónica (Y-side: massa magra, -0,972; estatura, -0,785; massa adiposa -0,780; percentagem estimada da estatura madura. -0,683; Y-side: massa do ventrículo esquerdo, -0,981; diâmetro interno do ventrículo esquerdo no final da diástole, -0,695; espessura do septo interventricular no fim da diástole, -0,613; diâmetro da aurícula esquerda, -0,608.

Tabela 3. Os resultados da análise de correlação canónica entre os parâmetros do ventrículo esquerdo e idade cronológica (IC), maturação somática, massa isenta de gordura e massa gorda, e as correlações dos indicadores com as respetivas funções lineares em judocas adolescentes do sexo masculino (n = 79).

	Primeira Correlação Canónica
r_c	0.784
r^2_c	0.615
Eigenvalue	1.599
Wilk's lambda	0.287
$F_{(25, 258)}$	4.119
P	<0.01
Variância extraída	83.6%
Z_1: Idade cronológica (CA)	-0.381
Z_2: Estatura matura predita (%)	-0.683
Z_3: Estatura (h)	-0.785
Z_4: Massa gorda (FM)	-0.780
Z_5: Massa isenta de gordura (FFM)	-0.972
Explicação da variância de X	55.6%
Explicação da variância de Y	34.2%
Y_1: Diâmetro interno do ventriculo esquerdo no termo da diástole (LVIDd)	-0.896
Y_2: Espessura da parede do septo interventricular no final da diástole (SWTd)	-0.613
Y_3: Espessura da parede posterior no final da diástole (PWTd)	-0.695
Y_4: Diâmetro da aurícula esquerda (LAD)	-0.608
Y_5: Massa do ventrículo esquerdo (LVM)	-0.981
Explicação da variância de X	59.9%
Explicação da variância de Y	36.8%

IV. DISCUSSÃO

Atendendo às interrelações entre a morfologia do coração e a idade, massa corporal e estatura, seria de esperar um poder explicativo da massa ventricular esquerda a partir dos processos de crescimento. A presente amostra coincide com as idades descritas na literatura como correspondentes a um salto de crescimento. As correlações entre a massa do ventrículo esquerdo e a idade, massa corporal e estatura em crianças do *Muscatine Study*, com idades entre os 6 e 16 anos, oscilaram entre 0.76 e 0.84 (Malcolm et al., 1993). Similarmente, correlações entre a massa do ventrículo esquerdo e a massa corporal, estatura, área de superfície do corpo, massa magra e massa adiposa oscilam entre 0.54 e 0.87 em crianças com idades entre os 6 e 17 anos (Daniels et al., 1995).

Em rapazes judocas adolescentes, o presente estudo também elucidou que os componentes de estatura, massa corporal e massa magra estão significativamente correlacionados com o tamanho da cavidade do ventrículo esquerdo, embora seja uma faixa de idade mais estreita.

Os judocas são amplamente considerados como atletas que possuem uma combinação de aptidões aeróbicas e anaeróbicas (Franchini et al., 2003; Thomas et al., 1989). Aptidões aeróbicas são essenciais para recuperar dos gastos energéticos em intervalos de 10 segundos entre 30 segundos de luta intermitente (Kim et al., 2011) e para recuperar depois de uma competição num torneio. O sistema anaeróbico é necessário para executar movimentos técnicos rápidos contra os oponentes, cuja energia é fornecida pela fosfocreatina e pelo sistema glicolítico.

A interpretação dos dados da massa ventricular esquerda (LVM) considera geralmente a variação decorrente da massa corporal, estatura, área de superfície corporal e índice de massa corporal (de Simone et al., 1992; Foster et al., 2013). A massa livre de gordura (FFM) (Rowland & Roti, 2010), noutros estudos sinalizada como massa magra (Foster et al., 2013; Dewey et al., 2008), corresponde a um tecido metabolicamente ativo, estando estreita e positivamente relacionado com o LVM. A massa adiposa (FM) é também um preditor positivo e independente do LVM em crianças e adolescentes (Dai et al., 2009), podendo depreender-se que os jovens mais pesados por decorrência de grandes percentagens de massa gorda, necessitam de fazer mais esforço para as mesmas quantidades de movimento. As proporções corporais também mudam com o crescimento e maturação (Malina et al., 2004) e podem ter implicações na economia motora, isto é, no dispêndio associado a determinadas quantidades de movimento. Por outro lado, o ajustamento das medidas cardíacas à superfície corporais é influenciado pelas proporções corporais (Lang et al., 2006), que por sua vez também dependem dos processos de crescimento e maturação.

Ao reconhecer estas limitações torna-se necessário ponderar sobre quais os melhores descritores de tamanho para normalizar a massa ventricular esquerda durante os anos mais intensos de crescimento somático, como são os peri-pubertários. Ora a grande conclusão do presente estudo, prende-se com a identificação de uma muito forte associação multivariada da morfologia do ventrículo esquerdo com vários indicadores de tamanho corporal, sendo destacada a importância da aceleração maturacional combinada com valores elevados de

massa isenta de gordura, como indicadores correlatos tanto do diâmetro da cavidade como também da massa, que resulta em boa parte do tamanho da cavidade e da espessura das paredes.

V. REFERÊNCIAS

Coelho E Silva, M. J., Figueiredo, A. J., Moreira Carvalho, H., & Malina, R. M. (2008). Functional capacities and sport-specific skills of 14- to 15-year-old male basketball players: Size and maturity effects. *European Journal of Sport Science*.

Dai, S., Harrist, R. B., Rosenthal, G. L., & Labarthe, D. R. (2009). Effects of body size and body fatness on left ventricular mass in children and adolescents: Project HeartBeat! *Am J Prev Med*, *37*(1 Suppl), S97–104.

Daniels, S. R., Kimball, T. R., Morrison, J. A., Khoury, P., Witt, S., & Meyer, R. A. (1995). Effect of lean body mass, fat mass, blood pressure, and sexual maturation on left ventricular mass in children and adolescents. Statistical, biological, and clinical significance. *Circulation*, *92*(11), 3249–3254.

De Simone, G., Daniels, S. R., Devereux, R. B., Meyer, R. A., Roman, M. J., de Divitiis, O., & Alderman, M. H. (1992). Left ventricular mass and body size in normotensive children and adults: assessment of allometric relations and impact of overweight. *Journal of the American College of Cardiology*, *20*(5), 1251–1260.

Dewey, F. E., Rosenthal, D., Murphy, D. J., Froelicher, V. F., & Ashley, E. A. (2008). Does size matter? Clinical applications of scaling cardiac size and function for body size. *Circulation*.

Foster BJ, Gao T, Mackie AS, Zemel BS, Ali H, Platt RW, Colan SD. 2013. Limitations of Expressing Left Ventricular Mass Relative to Height and to Body Surface Area in Children. J Am Soc Echocardiogr 26:410–418.

Franchini, E., Yuri Takito, M., Yuzo Nakamura, F., Ayumi Matsushigue, K., & Peduti Dal'Molin Kiss, M. A. (2003). Effects of recovery type after a judo combat on blood lactate removal and on performance in an intermittent anaerobic task. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, *43*(4), 424–431.

Gutgesell, H. P., Paquet, M., Duff, D. F., & McNamara, D. G. (1977). Evaluation of left ventricular size and function by echocardiography. Results in normal children. *Circulation*, *56*(3), 457–462.

Hagan, R. D., Laird, W. P., and Gettman, L. R., 1985 The problems of per surface area and per weight standardization indices in the determination of cardiac hypertrophy in endurance trained athletes. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation,* 5, 554-560.

Huwez, F. U., Houston, A. B., Watson, J., McLaughlin, S., & Macfarlane, P. W. (1994). Age and body surface area related normal upper and lower limits of M mode echocardiographic measurements and left ventricular volume and mass from infancy to early adulthood. *British Heart Journal*, *72*(3), 276–280.

Khamis, H. J., & Roche, A. F. (1994). Predicting adult stature without using skeletal age: the Khamis-Roche method. *Pediatrics*, *94*(4 Pt 1), 504–507.

Kim, J., Lee, N., Trilk, J., Kim, E. -j., Kim, S. -y., Lee, M., & Cho, H. -c. (2011). Effects of Sprint Interval Training on Elite Judoists. *International Journal of Sports Medicine*.

Lang, R. M., Bierig, M., Devereux, R. B., Flachskampf, F. a, Foster, E., Pellikka, P. a, … Stewart, W. (2006). Recommendations for chamber quantification. *European Journal of Echocardiography : The Journal of the Working Group on Echocardiography of the European Society of Cardiology*, *7*(2), 79–108.

Lohman, T. G., Roche, A. F., & Martorell, R. (1988). *Anthropometric standardization reference manual*. *Medicine & Science in Sports & Exercise* (Vol. 24, p. 177).

Longhurst, J. C., Kelly, A. R., Gonyea, W. J., & Mitchell, J. H. (1980). Echocardiographic left ventricular masses in distance runners and weight lifters. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md. : 1985)*, *48*(1), 154–162.

Malcolm, D. D., Burns, T. L., Mahoney, L. T., & Lauer, R. M. (1993). Factors affecting left ventricular mass in childhood: the Muscatine Study. *Pediatrics*, *92*(5), 703–709.

Malina, R. M., Bouchard, C., & Bar-Or, O. (2004). *Growth, maturation, and physical activity*. *Growth, Maturation and Physical Performance* (pp. 1–17). Human Kinetics.

Malina, R. M., Peña Reyes, M. E., Eisenmann, J. C., Horta, L., Rodrigues, J., & Miller, R. (2000). Height, mass and skeletal maturity of elite Portuguese soccer players aged 11-16 years. *Journal of Sports Sciences*, *18*(9), 685–693.

McMahon, T. (1973). Size and Shape in Biology: Elastic criteria impose limits on biological proportions, and consequently on metabolic rates. *Science*.

Nidorf, S. M., Picard, M. H., Triulzi, M. O., Thomas, J. D., Newell, J., King, M. E., & Weyman, A. E. (1992). New perspectives in the assessment of cardiac chamber dimensions during development and adulthood. *Journal of the American College of Cardiology*, *19*(5), 983–988.

Pelliccia, A., Maron, B. J., De Luca, R., Di Paolo, F. M., Spataro, A., & Culasso, F. (2002). *Remodeling of left ventricular hypertrophy in elite athletes after long-term deconditioning. Circulation* (Vol. 105, pp. 944–949).

Rowland, T., & Roti, M. (2010). Influence of sex on the “Athlete’s Heart” in trained cyclists. *Journal of Science and Medicine in Sport / Sports Medicine Australia*, *13*(5), 475–478.

Sharma, S., Maron, B. J., Whyte, G., Firoozi, S., Elliott, P. M., & McKenna, W. J. (2002). Physiologic limits of left ventricular hypertrophy in elite junior athletes: relevance to differential diagnosis of athlete’s heart and hypertrophic cardiomyopathy. *Journal of the American College of Cardiology*, *40*(8), 1431–1436.

Thomas, S. G., Cox, M. H., LeGal, Y. M., Verde, T. J., & Smith, H. K. (1989). Physiological profiles of the Canadian National Judo Team. *Canadian Journal of Sport Sciences = Journal Canadien Des Sciences Du Sport*, *14*(3), 142–147.

Urhausen, A., & Kindermann, W. (1989). One- and two-dimensional echocardiography in body builders and endurance-trained subjects. *International Journal of Sports Medicine*, *10*(2), 139–144.

Williams, A. M., & Reilly, T. (2000). Talent identification and development in soccer. *Journal of Sports Sciences*, *18*(9), 657–667.