

COMPOSIÇÃO CORPORAL DE PENTATLETAS ADOLESCENTES AVALIADA COM A ABSORTOMETRIA RADIOLÓGICA DE DUPLA ENERGIA

BODY COMPOSITION OF ADOLESCENTS PENTATHLETES ASSESSMENT USING THE DUAL ENERGY X-RAY ABSORPTIOMETRY

Sidnei Jorge Fonseca Junior*
Luiz Lannes Loureiro**
Gabriel de Oliveira Oliva***
Anna Paola Trindade Rocha Pierucci****

RESUMO

Os objetivos do estudo foram elaborar referências e analisar as características da composição corporal de atletas adolescentes de pentatlo moderno nos sexos feminino e masculino, por meio do DXA, em diferentes fases da puberdade. Participaram 48 atletas adolescentes praticantes de pentatlo moderno, sendo 21 meninas ($14,67 \pm 2,35$) e 27 meninos ($15,15 \pm 1,51$ anos). Em atletas do sexo feminino o percentual de gordura foi considerado alto no grupo de púberes; o aumento da massa magra e a estabilidade da gordura corporal, em púberes avançados e pós-púberes, são efeitos decorrentes dos efeitos do treinamento de pentatlo moderno. Os atletas masculinos apresentaram alterações comuns na composição corporal durante todas as fases da puberdade. A avaliação do BMC e BMD parecem pertinentes as adolescentes na mesma fase da puberdade praticantes de outras modalidades esportivas no masculino e feminino, demonstrando impacto positivo do treinamento.

Palavras-chave: Composição corporal. Absortometria. Adolescentes.

INTRODUÇÃO

O Pentatlo Moderno é um dos esportes mais antigos no quadro olímpico, presente desde Estocolmo (Suécia) 1912, por ordem do Barão Pierre de Coubertan. Composto inicialmente por cinco modalidades diferentes (esgrima, natação, hipismo, tiro esportivo e corrida), atualmente ocorre com um combinado em biatlo (tiro e corrida) posterior as outras três modalidades.

Os resultados dos estudos de Le Meur et al. (2010, 2012) demonstram a predominância anaeróbica do pentatlo moderno, por combinar fases de ações curtas e intensas, aliadas a períodos de recuperação em espaços de tempo reduzidos, com diferentes especificidades, devido às diversidades das modalidades esportivas

envolvidas. A periodização das fases de treinamento é planejada de acordo com as principais competições. Entretanto, nos atletas em fase de formação, a preocupação maior deve estar relacionada ao ensino e aperfeiçoamento técnico das modalidades deste desporto (DANTAS, 2014).

O treinamento durante toda a adolescência e fases da puberdade, apresenta cuidados especiais que o diferencia da aplicação em adultos (SILVA; TEIXEIRA; GOLDBERG, 2003). Enquanto o treinamento para adultos gera uma possível resposta ao estresse provocado pelo exercício, em crianças e adolescentes essas modificações poderão ser responsáveis por disfunções até maiores do que as adaptações nos processos de crescimento e desenvolvimento (MALINA; BOUCHARD; BOR-OR, 2004).

* Doutor. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira, Departamento de Educação Física e Artística, Rio de Janeiro-RJ, Brasil.

** Mestre. Laboratório de Desenvolvimento de Alimentos para Fins Especiais e Educacionais, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro-RJ, Brasil.

*** Graduando. Laboratório de Desenvolvimento de Alimentos para Fins Especiais e Educacionais, Rio de Janeiro-RJ, Brasil.

**** Doutora. Programa de Pós-Graduação em Nutrição da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro-RJ, Brasil.

Caracterizar atletas adolescentes por meio da composição corporal pode auxiliar tanto na seleção e formação de talentos esportivos quanto na identificação dos efeitos do treinamento e de dietas específicas no treinamento e desenvolvimento físico (DUNCAN; WOODFIELD; NAKKEEB, 2006; KEMMLER et al., 2006; SANCHEZ-MUÑOZ; SANZ; ZABALA, 2007). Especificamente no pentatlo moderno podem ocorrer características físicas diversificadas por seus atletas normalmente serem iniciados em algum desporto pertencente a esta modalidade e pelos efeitos do treinamento extenuante em diferentes desportos desde a infância.

A avaliação correta do estágio maturacional e das fases da puberdade durante o crescimento e desenvolvimento de crianças e adolescentes é de fundamental importância no correto planejamento da carga de treinos e competições em que esses jovens serão submetidos, além da caracterização antropométrica, incluindo a composição corporal, por fase da puberdade, pois atletas de mesma idade cronológica podem estar em momentos maturacionais diferentes (ALVES; LIMA, 2008; MALINA; BOUCHARD; BOR-OR, 2004).

A respeito do pentatlo moderno, ainda há uma carência de investigações científicas no que tange a composição corporal de adolescentes. Nesse sentido, a utilização da absorptometria radiológica de dupla energia (DXA), um método laboratorial de considerável aplicação no âmbito esportivo, por permitir uma análise detalhada de diferentes componentes da composição corporal total e por segmentos, como o conteúdo e a densidade mineral óssea, o percentual de gordura, de massa gorda e de massa magra (BUEHRING et al., 2014), parece ser uma importante contribuição na elaboração de referências de pentatletas adolescentes.

Partindo desse princípio, os objetivos do estudo foram elaborar referências e analisar as características da composição corporal de atletas adolescentes de pentatlo moderno nos sexos feminino e masculino, por meio do DXA, em diferentes fases da puberdade.

MÉTODOS

Amostra

A amostra foi composta por 48 atletas adolescentes do projeto “Pentajovem”, organizado pela Federação de Pentatlo Moderno

do Estado do Rio de Janeiro, sendo 21 meninas e 27 meninos, totalizando 100% dos participantes que se enquadravam nos critérios de inclusão, que foram: ter menos de 18 anos, ter treinado ao menos uma modalidade esportiva do pentatlo moderno por um ano e estar treinando modalidades do pentatlo moderno por um período mínimo de cinco horas semanais em um mínimo de seis meses.

Procedimentos

Inicialmente a Federação de Pentatlo Moderno do Estado do Rio de Janeiro autorizou a realização do estudo e comunicou os atletas do Projeto Pentajovem e responsáveis sobre a coleta de dados. Uma anamnese sobre os dados pessoais e as características referentes à prática das modalidades esportivas do pentatlo moderno foi preenchida pelos atletas com auxílio dos pais e treinadores, possibilitando avaliar se o atleta se enquadrava nos critérios de inclusão e determinação da idade cronológica. Posteriormente, os atletas que obedeciam aos critérios de inclusão foram convidados e recebiam o TCLE para os responsáveis assinarem. Em um único dia todas as avaliações foram realizadas, que ocorreram durante o período específico do macrociclo de treinamento.

A autoavaliação dos estágios de maturação sexual, por meio das fotografias de cinco estágios de desenvolvimento da mama ou de órgãos genitais e pelos pubianos, foi utilizada para determinação das fases puberais, considerando que a utilização de duas classificações aumenta a precisão da autoavaliação da fase puberal (TANNER, 1962). Para evitar maiores constrangimentos e melhores resultados, uma pesquisadora realizou os procedimentos com o sexo feminino individualmente; no masculino, um pesquisador realizou o mesmo procedimento. Foram considerados pré-púberes atletas que se classificaram no estágio 1 nas duas classificações; A puberdade, por compreender os 3 estágios posteriores, foi dividida, neste estudo, em duas fases: a fase púbere inicial (classificação no estágio 2 em uma das avaliações) e púbere intermediário (classificação no estágio 3 em ambas as avaliações ou combinando com um estágio superior) foram juntadas e formaram o grupo de púberes; os que se classificaram com 4 em ambas as avaliações, ou combinaram 4 e 5, foram considerados púberes

avanzados; quem se classificou no estágio 5 nas duas avaliações foi considerado pós-púberes. Desta forma, houve a possibilidade da formação de quatro grupos por fase puberal: pré-púberes, púberes, púberes avanzados e pós-púberes. Os parâmetros para tais classificações das fases puberais foram determinados por Tanner (1962).

Medidas de massa corporal foram realizadas em uma balança digital da marca Plenna Brasil, com precisão de 0,1 kg; a estatura foi medida em um estadiômetro portátil da marca WCS, com precisão de 0,1cm; nessas medidas foram adotados os protocolos descritos por Lohman, Roche e Martorell (1988). Foram aferidas momentos antes da avaliação da composição corporal (absorptometria radiológica de dupla energia-DXA), que foi realizada com quatro horas de jejum e com um período de 24 horas sem atividades físicas, por meio do modelo *Prodigy Advance Plus-Lunar* da *GE Healthcare*, com software *Encore-2008* version 12.30, para adolescentes. A utilização deste modelo possui maior reprodutibilidade de resultados (BAIM et al., 2008). Deste exame foram utilizados os resultados de percentual de gordura total e por segmentos corporal (membros inferiores, superiores e tronco), massas gorda e magra total, conteúdo e densidade mineral óssea total e densidade corporal total.

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho com protocolo 090/2011.

Procedimentos estatísticos

A média e desvio padrão foram utilizados para descrever as idades cronológicas do sexo masculino e feminino. A distribuição dos sujeitos envolvidos no estudo por idade cronológica e fase puberal foi realizada pela frequência absoluta. O teste de Shapiro-Wilk foi utilizado para analisar a normalidade dos dados. Posteriormente, considerando a não normalidade, foi descrito a mediana e a diferença interquartilica entre quartil 3 (Q3) e o 1(Q1), com o teste não paramétrico de *Kruskal Wallis* sendo utilizado para comparações da composição corporal por fases da puberdade nos sexos masculino e feminino. Em todos os testes inferenciais adotou-se como nível de significância $P < 0,05$.

RESULTADOS

A idade média observada no grupo feminino foi de $14,67 \pm 2,35$ anos de idade; no masculino foi de $15,15 \pm 1,51$ anos de idade. A análise da frequência absoluta dos sujeitos participantes do estudo, por idade cronológica e fases da puberdade, pode ser observada na Tabela 1.

Tabela 1 - Frequências absolutas de acordo com a idade cronológica e fases da puberdade de atletas adolescentes de pentatlo moderno dos sexos masculino e feminino.

Idade (anos)	Masculino				Feminino			
	n(27)	P(6)	PA(15)	PP(6)	n(21)	P(8)	PA(7)	PP(6)
11-11,99	0	x	x	x	3	3	x	x
12-12,99	3	3	x	x	5	4	1	x
13-13,99	5	3	2	x	x	x	x	x
14-14,99	2	x	2	x	2	1	x	1
15-15,99	10	x	8	2	2	x	x	2
16-16,99	3	x	3	x	4	x	4	x
17-17,99	4	x	x	4	5	x	2	3

P=púberes; PA=púberes avanzado; PP=pós-púberes; x=ausência de sujeitos.
Fonte: Os autores.

Na Tabela 2 são apresentados os resultados descritivos e as comparações realizadas no sexo masculino. Diferenças significativas ($P < 0,05$) foram observadas na idade cronológica, massa corporal, estatura, massa magra, BMD e CMO.

Embora não tenham sido observadas diferenças significativas nas variáveis de percentual de gordura, a descrição dos dados demonstrou baixos valores de percentual de gordura e maior acúmulo relativo de gordura nos membros inferiores.

Na Tabela 3 os resultados descritivos e as comparações realizadas no sexo feminino são apresentados. Diferenças significativas ($P < 0,05$) foram observadas na idade cronológica, massa corporal, estatura, massa magra, percentual de

gordura total e de membros superiores e de tronco, BMD e CMO. A descrição dos dados demonstrou alto valor de percentual de gordura do grupo púberes em todos os grupos houve maior acúmulo relativo de gordura nos membros inferiores.

Tabela 2 - Composição corporal de atletas adolescentes de pentatlo moderno em diferentes fases da puberdade do sexo masculino.

	P (n=6) Mediana (Q3-Q1)	PA (n=15) Mediana (Q3-Q1)	PP(n=6) Mediana (Q3-Q1)	P valor
Idade (anos)	13,08 (0,68)	15,40 (1,09)	17,23 (1,80)	0,001*
MC (kg)	43,35 (6,70)	60,80 (12,80)	64,50 (7,38)	0,001*
Estatura (cm)	157,40 (8,38)	170,00 (8,40)	173,55 (7,95)	0,001*
% gordura	13,50 (6,30)	13,90 (2,10)	11,90 (7,57)	0,618
%G MMII	17,15 (4,70)	16,70 (2,80)	14,05 (8,20)	0,413
%G tronco	10,15 (6,65)	11,20 (4,70)	11,15 (8,05)	0,558
%G MMSS	11,80 (9,75)	11,20 (4,80)	10,95 (9,47)	0,981
MG (kg)	6,21 (2,48)	8,50 (3,19)	7,36 (4,43)	0,097
MM (kg)	37,51 (6,38)	53,22 (9,79)	53,90 (10,56)	0,003*
BMC (g)	1811,45 (359,13)	2480,80 (617,10)	2806,70 (158,43)	0,002*
BMD (g/cm ²)	0,923 (0,10)	1,097 (0,26)	1,135 (0,10)	0,004*
Meses de PM	24,00 (9,00)	21,00 (9,00)	24,00 (6,00)	0,326
Horas/semana	12,00 (1,00)	12,00 (15,00)	24,00 (11,50)	0,151

*diferença significativa com $p < 0,01$; P=púberes; PA=púberes avançado; PP=pós-púberes; Q3=quartil 3; Q1=quartil 1; MC=massa corporal; %G= percentual de gordura; MG= massa gorda; MM=massa magra; BMC=conteúdo mineral ósseo; BMD=densidade mineral ósseo; PM= pentatlo moderno.

Fonte: Os autores.

Tabela 3 - Composição corporal de atletas adolescentes de pentatlo moderno em diferentes fases da puberdade do sexo feminino.

	P (n=8) Mediana (Q3-Q1)	PA (n=7) Mediana (Q3-Q1)	PP(n=6) Mediana (Q3-Q1)	P valor
Idade (anos)	12,04 (0,82)	16,56 (1,16)	16,28 (2,37)	0,001*
MC (kg)	41,05 (8,65)	52,70 (5,40)	59,20 (3,63)	0,002*
Estatura (cm)	149,52 (14,00)	161,40 (10,00)	164,75 (4,13)	0,003*
% gordura	28,55 (9,23)	21,50 (4,30)	23,50 (10,38)	0,048#
%G MMII	32,25 (9,60)	25,20 (5,40)	28,55 (10,05)	0,123
%G tronco	24,95 (13,30)	19,40 (5,30)	21,85 (5,87)	0,022#
%G MMSS	33,30 (14,00)	21,10 (12,10)	23,20 (11,13)	0,036#
MG (kg)	10,68 (5,42)	10,23 (2,84)	13,34 (5,00)	0,159
MM (kg)	27,57 (11,28)	41,26 (3,94)	45,38 (3,45)	0,001*
BMC (g)	1587,70 (663,50)	2068,00 (379,00)	2430,00 (247,97)	0,001*
BMD (g/cm ²)	0,966 (0,11)	1,071 (0,15)	1,138 (0,11)	0,003*
Meses de PM	12,00 (5,00)	12,00 (3,00)	22,00 (21,00)	0,187
Horas/semana	15,00 (6,00)	24,00 (3,00)	24,00 (13,00)	0,024#

*diferença significativa com $p < 0,01$; #diferença significativa com $p < 0,05$; P=púberes; PA=púberes avançado; PP=pós-púberes; Q3=quartil 3; Q1=quartil 1; MC=massa corporal; %G= percentual de gordura; MG= massa gorda; MM=massa magra; BMC=conteúdo mineral ósseo; BMD=densidade mineral ósseo; PM= pentatlo moderno.

Fonte: Os autores.

DISCUSSÃO

Os resultados deste estudo apresentam a composição corporal, por um método laboratorial que vem sendo utilizado com constância na avaliação de atletas por permitir a análise em diferentes segmentos corporais (BUEHRING et al., 2014). Desta forma, este estudo apresenta referências iniciais da antropometria importantes no processo de seleção e orientação do talento esportivo de atletas que praticam diferentes modalidades esportivas reunidas em um só desporto, o pentatlo moderno. Importante considerar que tais características, divididas por fases puberais, são necessárias para a avaliação do desempenho competitivo e para observação dos efeitos do treinamento durante o desenvolvimento físico e na periodização do treinamento (HAROON, 2014).

A dificuldade de encontrar jovens com aptidões para a prática de cinco diferentes modalidades esportivas parece ser a explicação pela ausência de atletas pré-púberes no estudo, demonstrando que o atleta de pentatlo moderno se insere especificamente neste esporte em idade avançada. Nesse sentido, os resultados deste estudo caracterizaram púberes, púberes avançados e pós-púberes. Para melhor compreensão e avaliação dos grupos, as frequências absolutas e os valores mínimo e máximo das idades cronológicas de acordo com as fases da puberdade dos sujeitos do estudo podem ser observados. Tais informações são relevantes, pois em modalidades esportivas os atletas em formação são comumente divididos por faixa etária, podendo estar adiantados ou atrasados quanto à maturação biológica.

No grupo masculino, os resultados parecem estar de acordo com a premissa de efeitos da prática esportiva na antropometria e composição corporal, devido aos altos valores das variáveis relacionadas à massa corporal magra e a baixa quantidade de gordura corporal. Em adendo, ao levar em consideração tanto as transformações somáticas da puberdade quanto os efeitos do treinamento, parecem comuns as diferenças significativas observadas (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2004; SÁNCHEZ-MUNÓZ, SANZ; ZABALA, 2007; JUZWIAK et al., 2008). Os maiores valores descritivos de

gordura relativa nos membros inferiores nos três grupos investigados em comparação aos membros superiores e ao tronco devem ser considerados para futuras investigações com atletas, como sugere Buehring et al. (2014), que cita a possibilidade de avaliar diferentes segmentos corporais através do DXA como um avanço na avaliação da composição corporal de atletas.

O percentual de gordura do grupo feminino nas púberes pode ser considerado alto ao observar resultados de atletas adolescentes de outras modalidades esportivas nesta fase da puberdade (MAÏMOUN et al., 2013a, 2013b). O aumento da massa corporal total e da magra e a manutenção da massa gorda, nos grupos púberes avançados e pós-púberes demonstram que estas são características de pentatletas adolescentes, pois em populações de não atletas é comum o aumento da gordura corporal durante a adolescência (MALINA; BOUCHARD; BOR-OR, 2004). Tais resultados também foram observados nos estudos de Claessens et al. (2003) com remadoras e de Santos, Leandro e Guimarães (2007) com nadadoras.

Tanto no grupo masculino quanto no feminino, os altos valores do BMC e BMD, quando equiparados aos valores de referências do estudo de Santos et al. (2014) para BMC e BMD de atletas adultos, demonstram que mesmo sendo adolescentes, os resultados são próximos da média de diferentes modalidades esportivas, podendo estar relacionados ao intenso treinamento observado pelo quantitativo de horas semanais e tempo de pentatlo moderno relatado pelos atletas.

Em adendo, o estudo de Carbuñ et al. (2010) mostrou em atletas no fim da adolescência, que a modalidade esportiva praticada influencia no aumento do BMC em diferentes partes do corpo. Neste estudo, foi possível observar que a média do BMC dos pós-púberes masculino do nosso estudo, mesmo com idade inferior ao supracitado, é maior que a dos atletas de natação e próximas a de outras modalidades esportivas. O estudo de Chaari et al. (2013) demonstrou a importância da intensidade do treinamento no aumento do BMC em pré-púberes atletas de vôlei, após oito meses de intervenção.

Desta forma, parecem evidentes os efeitos positivos do treinamento nos resultados encontrados no BMC e BMD de atletas, conforme sugerem diferentes estudos em outras modalidades esportivas (MICKLESFIELD; GRAY; TALIEP, 2012; FREDERICSON et al., 2007; KONTULAINEN et al., 2003). Entretanto, importante considerar que a maturação atrasada ou a amenorréia em atletas do sexo feminino pode prolongar a aquisição de massa óssea decorrente do treinamento (MAIMOUN et al., 2013a). Deve ser considerado, ainda, que o processo do treinamento intenso de determinadas modalidades esportivas pode ocasionar uma modulação metabólica com a supressão do eixo GH/IGF1 (hormônio do crescimento/*insulin-like growth factors 1*) acompanhados à estimulação de citocinas pró-inflamatórias, prejudicando o crescimento ósseo (SCHEETT et al., 2002; ALVES; LIMA, 2008).

Avaliações realizadas em diferentes equipamentos de DXA não são precisas. Ademais, comparações do DXA com modelos de multicomponentes demonstraram alta variabilidade na diferença de médias em atletas adolescentes do sexo feminino (SANTOS et al., 2013, 2010; HAROON, 2014). O delineamento transversal, por não permitir o acompanhamento dos sujeitos do estudo ao longo do tempo, reduziu o impacto da análise maturacional. A autoavaliação da maturação sexual, para avaliar as fases da puberdade, mesmo com o cuidado de utilizar os estágios de desenvolvimento de genitália ou mama e de

pelos pubianos, apresenta resultados de validade divergentes em estudos (SHIRTCLIFF; DAHL; POLLAK, 2009). Tais informações também devem ser consideradas limitações deste estudo.

CONCLUSÕES

Em atletas do sexo feminino o percentual de gordura foi considerado alto no grupo de púberes; o aumento da massa magra e a estabilidade da gordura corporal, em púberes avançados e pós-púberes, são efeitos decorrentes dos efeitos do treinamento de pentatlo moderno. Os atletas masculinos apresentaram alterações da composição corporal comuns a atletas durante todas as fases da puberdade. A avaliação do BMC e BMD parecem pertinentes as adolescentes na mesma fase da puberdade praticantes de outras modalidades esportivas no masculino e feminino, demonstrando impacto positivo do treinamento. As características apresentadas são referências importantes no processo de formação de atletas de pentatlo moderno.

AGRADECIMENTOS

FAPERJ e Confederação Brasileira de Pentatlo Moderno.

BODY COMPOSITION OF ADOLESCENTS PENTATHLETES ASSESSMENT USING THE DUAL ENERGY X-RAY ABSORPTIOMETRY

ABSTRACT

The aims of the study were to elaborate references and analyze the characteristics of body composition of adolescent modern pentathlon athletes in female and male, through DXA at different pubertal stages. A total of 48 adolescent athletes practitioners of modern pentathlon, 21 girls (14.67 ± 2.35) and 27 boys (15.15 ± 1.51 years). In female athletes the percentage of fat was considered high in pubescent group; increased lean body mass and the stability of body fat in advanced pubescent and post-pubescent, are effects of the practice of modern pentathlon training. Male athletes showed changes in body composition that are common during the puberty. The evaluation of BMC and BMD in male and female seem appropriate to adolescents at the same stage of puberty practitioners of other sports, demonstrating the positive impact of the training.

Keywords: Body composition. Absorptiometry. Adolescents.

REFERÊNCIAS

ALVES, C.; LIMA, R. V. B. Impacto da atividade física e esportes sobre o crescimento e puberdade de crianças e adolescentes. *Revista Paulista de Pediatria*, São Paulo, v. 26, n. 4, p. 383-391, 2008.

BAIM, S. et al. Official positions of the international society for clinical densitometry and executive summary of the 2007 ISCD position development conference. *Journal of Clinical Densitometry*, Cambridge, v. 11, p. 75-91, 2008.

- BUEHRING, B. et al. Dual-energy X-ray absorptiometry measured regional body composition least significant change: effect of region of interest and gender in athletes. **Journal of Clinical Densitometry**, Cambridge, v. 17, no. 1, p. 121-128, 2014.
- CARBUHN, A. F. et al. Sport and training influence bone and body composition in women collegiate athletes. **Journal Strength Conditioning Research**, Lincoln, v. 24, no. 7, p. 1710-1717, 2010.
- CLAESSENS, A. L. et al. Age at menarche in relation to anthropometric characteristics, competition level and boat category in elite junior rowers. **Annals of Human Biology**, London, v. 30, no. 2, p. 148-159, 2003.
- CHAARI, H. et al. Specific sites of bone expansion depend on the level of volleyball practice in prepubescent boys. **Biology of Sport**, [S.l.], v. 30, no. 3, p. 227-234, 2013.
- DANTAS, E. H. **A prática da preparação física**. 6. ed. São Paulo: Roca, 2014.
- DUNCAN, M. J.; WOODFIELD, L.; NAKKEEB, Y. A. Anthropometric and physiological characteristics of junior elite volleyball players. **British Journal of Sports Medicine**, Loughborough, v. 40, no. 7, p. 649-651, 2006.
- FREDERICSON, M. et al. Regional bone mineral density in male athletes: a comparison of soccer players, runners and controls. **British Journal of Sports Medicine**, Loughborough, v. 41, no. 10, p. 664-668, 2007.
- GEORGOPOULOS, N. A. et al. Growth and skeletal maturation in male and female artistic gymnasts. **Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism**, Baltimore, v. 89, no. 9, p. 4377-4382, 2004.
- HAROON, N. N. New lessons on DXA-based measurement of regional body composition in athletes. **Journal of Clinical Densitometry**, Cambridge, v. 17, no. 1, p. 5-6, 2014.
- JUZWIAK, C. R. et al. Body composition and nutritional profile of male adolescent tennis players tennis. **Journal Sports Science**, Bursa, v. 26, no. 11, p. 1209-1217, 2008.
- KEMMLER, W. et al. Bone status in elite male runners. **European Journal of Applied Physiology**, Heidelberg, v. 96, no. 1, p. 78-85, 2006.
- KONTULAINEN, S. et al. Effect of long-term impact-loading on mass, size, and estimated strength of humerus and radius of female racket-sports players: a peripheral quantitative computed tomography study between young and old starters and controls. **Journal of Bone and Mineral Research**, Washington, DC, v. 18, no. 2, p. 352-359, 2003.
- LE MEUR, Y. et al. Performance factors in the new combined event of modern pentathlon. **Journal of Sport Science**, Bursa, v. 47, no. 3, p. 1111-1116, 2010.
- LE MEUR, Y. et al. Physiological demand and pacing strategy during the new combined event in elite pentathletes. **European Journal of Applied Physiology**, Heidelberg, v. 112, p. 2583-2593, 2012.
- LOHMAN, T.; ROCHE, A.; MARTORELL, R. **Anthropometric standardization reference manual**. Champaign Illinois: Human Kinetics, 1988.
- MAÏMOUN, L. et al. Specific bone mass acquisition in elite female athletes. **Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism**, Baltimore, v. 98, no. 7, p. 2844-2853, 2013a.
- MAÏMOUN L.; et al. Peripubertal female athletes in high-impact sports show improved bone mass acquisition and geometry. **Metabolism Clinical and Experimental**, Baltimore, v. 62, no. 8, p. 1088-1098, 2013b.
- MALINA, R. M.; BOUCHARD, C.; BOR-OR, O. **Growth, maturation, and physical activity**. Champaign Illinois: Human Kinetics, 2004.
- MATTHEWS, B. L. et al. The influence of dance training on growth and maturation of young females: a mixed longitudinal study. **Annals of Human Biology**, London, v. 33, no. 3, p. 342-356, 2006.
- MICKLESFIELD, L. K.; GRAY, J.; TALIEP, M. S. Bone mineral density and body composition in South African Cricketers. **Journal of Bone and Mineral Metabolism**, Tokyo, v. 30, p. 232-237, 2012.
- SÁNCHEZ-MUNÓZ C.; SANZ D.; ZABALA M. Anthropometric characteristics, body composition and somatotype of elite tennis player. **British Journal of Sports Medicine**, Loughborough, v. 41, no. 11, p. 793-799, 2007.
- SANTOS, D. A. et al. Accuracy of DXA in estimating body composition changes in elite athletes using a four compartment model as the reference method. **Nutrition & Metabolism**, London, v. 22, no. 7, p. 22-30, 2010.
- SANTOS, D. A. et al. Reference values for body composition and anthropometric measurements in athletes. **Plos One**, San Francisco, v. 9, no. 5, p. 97846, 2014.
- SANTOS, M. A. M.; LEANDRO, C. G.; GUIMARÃES, F. J. S. Composição corporal e maturação somática de meninas atletas e não-atletas de natação da cidade do Recife, Brasil. **Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil**, Recife, v. 7, n. 2, p. 175-181, 2007.
- SANTOS, D. A. et al. Body composition in taller individuals using DXA: a validation study for athletic and non-athletic populations. **Journal Sports Science**, Bursa, v. 31, p. 405-413, 2013.
- SCHEETT, T. P. et al. The effect of endurance-type exercise training on growth mediators and inflammatory cytokines in pre-pubertal and early pubertal males. **Pediatric Research**, Baltimore, v. 52, p. 491-497, 2002.
- SHIRTCLIFF, E. A.; DAHL, R. E.; POLLAK, S. D. Pubertal development: correspondence between hormonal and physical development. **Child Development**, Chicago, v. 80, n. 2, p. 327-337, 2009.
- SILVA, C. C.; TEIXEIRA, A. S.; GOLDBERG, T. B. O esporte e suas implicações na saúde óssea de atletas adolescentes. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Paulo, v. 9, n. 6, p.426-432, 2003.

TANNER, J. M. **Growth at adolescent**. Oxford: Blackwell Scientific, 1962.

Recebido em 07/10/2014
Revisado em 05/05/2015
Aceito em 04/06/2015

Endereço para correspondência: Sidnei Jorge Fonseca Junior, Av. Brigadeiro Trompowsky s/nº, CCS, INJC, Bl J, 2º andar, Fundão, 21941-590, Rio de Janeiro/RJ, Brasil. E-mail: sjfjunior@gmail.com.