

A MASSA GORDA DE RISCO AFETA A CAPACIDADE AERÓBICA DE JOVENS ADOLESCENTES



ARTIGO ORIGINAL

THE RISK FAT MASS CLASS AFFECTS AEROBIC CAPACITY OF YOUNG ADOLESCENTS

LA MASA DE TEJIDO ADIPOSEO DE RIESGO AFECTA LA CAPACIDAD AERÓBICA DE JÓVENES ADOLESCENTES

Luís Massuca (Educador Físico)^{1,2}
Jorge Proença (Educador Físico)¹

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

2. ICPOL, Instituto Superior de Ciências Policiais e Segurança Interna, Lisboa, Portugal.

Correspondência:

Universidade Lusófona - Faculdade de Educação Física e Desporto.
Campo Grande, 376, sala H.1.2.
1749-024 Lisboa, Portugal.
luis.massuca@gmail.com

RESUMO

Objetivo: Estudar o comportamento do sexo e os efeitos da idade e da massa gorda sobre a capacidade aeróbia de jovens adolescentes. **Métodos:** Os 621 estudantes do ensino secundário participantes no estudo (14 aos 17 anos; feminino: n = 329, idade, 15,84 ± 0,92 anos; masculino: n = 292, idade, 15,82 ± 0,87 anos) foram avaliados em duas categorias: morfologia (altura, peso e % massa gorda – %MG) e aptidão física (capacidade aeróbia). As medições antropométricas foram realizadas de acordo com o protocolo descrito por Marfell-Jones e a %MG foi calculada por bioimpedância. A avaliação da capacidade aeróbia foi realizada com o teste aeróbio de corrida – PACER, e VO_{2máx} relativo foi calculado utilizando a equação de Léger. Os resultados das avaliações foram classificados de acordo com os valores normativos das tabelas de referência da bateria de testes FITNESSGRAM®. As técnicas estatísticas utilizadas foram: 1) cálculo de frequências; 2) teste t de Student para amostras independentes; e 3) ANOVA two-way seguida do teste post-hoc HSD de Bonferroni. **Resultados:** 1) existem diferenças significativas entre sexos no que se refere à %MG e ao VO_{2máx}; 2) durante a adolescência, o VO_{2máx} estabiliza nos rapazes e sofre um declínio nas moças; 3) independentemente do sexo, a classe de %MG e a idade cronológica têm um efeito significativo sobre a capacidade aeróbia; e 4) em jovens adolescentes, com %MG de risco, a redução da %MG para níveis saudáveis parece resultar na melhoria da capacidade aeróbia. **Conclusão:** O impacto da %MG na capacidade aeróbia, reforça a importância da educação física escolar na promoção da saúde cardiovascular.

Palavras-chave: obesidade, aptidão física, saúde, adolescente.

ABSTRACT

Objective: To study the behavior of sex and age and fat mass effects on aerobic capacity of young adolescents. **Methods:** The 621 students participating in the study (14 to 17 years, female: n = 329, age 15.84 ± 0.92 years, male: n = 292, age 15.82 ± 0.87 years) were evaluated in two categories: morphology (height, body mass and % fat mass – %FM) and physical fitness (aerobic capacity). The anthropometric measurements were performed according to the protocol described by Marfell-Jones and %FM was calculated by bioelectrical impedance. The assessment of aerobic capacity was performed with the aerobic running test (PACER), and relative VO_{2max} was calculated using the equation of Léger. The evaluation results were classified according to the normative values of the FITNESSGRAM® reference tables. The statistical techniques used were: 1) calculation of frequencies; 2) Student t-test for independent samples; and 3) two-way ANOVA followed by post-hoc Bonferroni HSD. **Results:** 1) there are significant differences between genders with regard to %FM and VO_{2max}; 2) during adolescence a stabilization of VO_{2max} was observed in boys and a decline in girls; 3) regardless of gender, the class of %FM and chronological age have a significant effect on aerobic capacity; and 4) in young people (adolescents) with %FM risk, the reduction of %FM to healthy levels seems to result in improved aerobic capacity. **Conclusion:** The impact of %FM in aerobic capacity reinforces the importance of physical education in promoting cardiovascular health.

Keywords: obesity, physical fitness, health, adolescent.

RESUMEN

Objetivo: Estudiar el comportamiento del sexo, y los efectos de la edad y la masa de tejido adiposo sobre la capacidad aeróbica de jóvenes adolescentes. **Métodos:** Los 621 estudiantes de enseñanza secundaria que participaron en el estudio (14 a 17 años; mujeres: n = 329, promedio de edad, 15,84 ± 0,92 años; hombres: n = 292, promedio de edad, 15,82 ± 0,87 años) fueron evaluados en dos categorías: morfología (altura, peso y % de masa de tejido adiposo – %MTA) y aptitud física (capacidad aeróbica). Las mediciones antropométricas fueron realizadas de acuerdo con el protocolo descrito por Marfell-Jones y el %MTA fue calculado por bioimpedancia. La evaluación de la capacidad aeróbica se realizó mediante la prueba aeróbica de carrera – PACER, y el VO_{2max} relativo se calculó utilizando la ecuación de Léger. Los resultados de las evaluaciones fueron clasificados de acuerdo con los valores normativos de las tablas de referencia de la batería de pruebas FITNESSGRAM®. Las técnicas estadísticas utilizadas fueron: 1) cálculo de frecuencias; 2) prueba t de Student para muestras independientes; y 3) ANOVA two-way seguida de la prueba post-hoc HSD de Bonferroni. **Resultados:** 1) hay diferencias significativas entre sexos en lo que se refiere al %MTA y al VO_{2max}; 2) durante la adolescencia, el VO_{2max} se estabiliza en los muchachos y sufre una reducción en las chicas; 3) independientemente del sexo, el tipo del %MTA y la edad cronológica tienen un efecto significativo sobre la capacidad aeróbica; y 4) en jóvenes adolescentes, con %MTA de riesgo, la disminución del %MTA

Palabras clave: obesidad, aptitud física, salud, adolescente.

Artigo recebido em 03/02/2012, aprovado em 21/10/2013.

INTRODUÇÃO

A atividade física, a capacidade aeróbica e a composição corporal têm sido identificadas como importantes preditores de saúde em crianças e adolescentes¹. Esta relação causal entre a atividade física (exercício), a aptidão física (capacidades motoras) e a qualidade de vida justificou o investimento de inúmeros países ou organizações no conhecimento/rastreio da aptidão física das suas populações.

Dentre as capacidades motoras que caracterizam a aptidão física, a capacidade aeróbica é reconhecida como uma das mais importantes na promoção de saúde², sendo mesmo apontada como preditora (na infância) do nível de atividade física na idade adulta³.

A diversidade de termos utilizados para a designar esta capacidade motora dificulta, por vezes, a sua compreensão. No entanto, parece que os termos resistência cardiorespiratória, capacidade de trabalho aeróbico e capacidade de trabalho físico surgem geralmente associados à capacidade de desempenho (i.e., capacidade para realizar grande atividade muscular por um período prolongado de tempo), enquanto o termo capacidade aeróbica ($VO_{2m\acute{a}x}$) se refere a uma capacidade funcional propriamente dita (i.e., fisiológica).

De fato, o estudo do efeito do exercício na elevação da saúde⁴ permitiu identificar o $VO_{2m\acute{a}x}$ como o melhor indicador da "fitness" cardiorespiratória⁵. Em outras palavras, o $VO_{2m\acute{a}x}$ reflete a taxa máxima de oxigênio que pode ser captado, fixado, transportado e utilizado pelo organismo (por unidade de tempo) durante um esforço máximo de características gerais⁶, i.e., reflete a capacidade global dos sistemas cardiovascular, respiratório e muscular esquelético.

Em complemento, o recurso a técnicas estatísticas de regressão e/ou alométricas pode ser identificado na literatura em estudos centrados no efeito da massa livre de gordura (MLG)⁷, índice de massa corporal (IMC)⁸ e sexo ($ml/kg^{0.67}\cdot min^{-1}$)⁹ sobre o $VO_{2m\acute{a}x}$. De fato, a literatura sugere que a MLG está fortemente correlacionada ($r = 0,87$) com o $VO_{2m\acute{a}x}$ de jovens com idades pré-pubertárias⁷, sendo mesmo sugerida a normalização do $VO_{2m\acute{a}x}$ pela MLG¹⁰ (uma vez que esta é metabolicamente mais ativa que a massa gorda).

Contudo, estudos recentes sugerem que a massa gorda não tem qualquer efeito no $VO_{2m\acute{a}x}$ de jovens com idades pré-pubertárias⁷ e pubertárias¹¹. No entanto, a relação entre a capacidade aeróbica (em crianças e jovens) com os fatores de risco das doenças cardiovasculares¹², em complemento com a conhecida associação entre a obesidade e as doenças cardiovasculares¹³ suscitam dúvidas.

Face ao exposto, é objetivo deste estudo investigar esse efeito, i.e., estudar o comportamento do sexo e os efeitos da idade cronológica e da massa gorda sobre a capacidade aeróbica em jovens adolescentes.

MÉTODOS

Amostra

Participaram no estudo 621 estudantes do ensino secundário (idade, 14 a 17 anos), sendo 329 do sexo feminino (idade, $15,8 \pm 0,9$ anos) e 292 do sexo masculino (idade, $15,8 \pm 0,9$ anos). O protocolo experimental segue a resolução do Conselho Nacional de Saúde (nº 196/96) e foi aprovado pelo Conselho de Ética e Conselho Científico locais. O protocolo experimental foi apresentado a todos encarregados de educação que, depois de esclarecidos e garantida a proteção de privacidade dos voluntários, assinaram o termo de consentimento informado. Todos os participantes foram avaliados durante o mês de setembro de 2009 no pavilhão gimnodesportivo da mesma instituição de ensino e em condições de realização semelhantes.

Avaliação morfofuncional

A avaliação realizada abrangeu duas categorias, i.e., morfologia (proporcionalidade e composição corporal) e aptidão física (capacidade aeróbica).

Avaliação morfológica – Foram realizadas duas medições antropométricas, nomeadamente altura total ou estatura (cm) e massa corporal ou peso (kg), obtidas por antropometristas credenciados pela *International Society of the Advance of Kinanthropometry* (ISAK). No entanto, antes das medições dos sujeitos, foi calculada a garantia absoluta ou erro padrão de medida (TEM) dos antropometristas. O protocolo seguido foi o descrito por Marfell-Jones *et al.*¹⁴ e foram utilizados instrumentos portáteis. Assim, para a medição da estatura e altura sentada utilizou-se um antropômetro (*Anthropometric Kit Siber-Hegner Machines SA GPM*, 2008) e para a massa corporal utilizou-se uma balança (*Body Mass Scale Vogel & Halke, Secca model 761 7019009*, Alemanha, 2006) que permite leituras de 500 em 500 g. No estudo da composição corporal foi considerada a percentagem de massa gorda predita por bioimpedância. A bioimpedância foi realizada utilizando aparelho Quantum BIA-101Q® (RJL Systems, Inc. Clinton: MI, EUA), com uma frequência de 50 kHz em corrente alternada de quatro eletrodos. A classificação dos sujeitos teve como referências os valores normativos adoptados pelo Instituto Cooper¹⁵ apresentados na tabela 1.

Tabela 1. Normas para a zona saudável de massa gorda (adaptado de *The Cooper Institute*¹⁵).

Sexo	Idade	% Massa gorda			
		Muito leve	Saudável	Precisa melhorar	
				Risco moderado	Risco elevado
Masculino	14	≤ 7,0	7,1 – 21,3	21,4 – 33,1	≥ 33,2
	15	≤ 6,5	6,6 – 20,1	20,2 – 31,4	≥ 31,5
	16	≤ 6,4	6,5 – 20,1	20,2 – 31,5	≥ 31,6
	17	≤ 6,6	6,7 – 20,9	21,0 – 32,9	≥ 33,0
Feminino	14	≤ 13,9	14,0 – 28,5	28,6 – 36,7	≥ 36,8
	15	≤ 14,5	14,6 – 29,1	29,2 – 37,0	≥ 37,1
	16	≤ 15,2	15,3 – 29,7	29,8 – 37,3	≥ 37,4
	17	≤ 15,8	15,9 – 30,4	30,5 – 37,8	≥ 37,9

Avaliação da capacidade aeróbica – O teste aeróbico de corrida vai-e-vem de 20 m (ou PACER), permite estudar a resposta ao exercício submáximo, com recurso a um protocolo progressivo submáximo (por níveis) sem interrupção do esforço. Este teste tem um alto teor de validade (0,51-0,90) e reprodutibilidade (0,75-0,93). Para a realização do teste foi necessário: um local plano de pelo menos 25 metros, um leitor de CDs, um CD com as cadências, quatro cones e folhas de anotação. O teste pode ser aplicado a grupos de seis a 10 participantes em simultâneo que, correndo juntas a um ritmo cadenciado pelo sinal sonoro, devem correr um percurso de 20 m, delimitado entre duas linhas paralelas. A banda sonora emite bipes, a intervalos específicos para cada nível, sendo que a cada bipe o avaliado deverá ter ultrapassado com um dos pés numa das linhas paralelas e voltar em sentido contrário. No primeiro nível a velocidade é de 8,5 km/h, sendo acrescida de 0,5 km/h a cada um dos níveis seguintes. Esta mudança do nível é sinalizada por uma voz, e o teste termina quando o avaliado não consegue manter a cadência necessária à realização do percurso. O valor do $VO_{2m\acute{a}x}$ ($ml\cdot kg^{-1}\cdot min^{-1}$) foi calculado utilizando a equação: $31,025 + 3,238(Vel) - 3,248(Id) + 0,1536(Id\cdot Vel)$, ($R = 0,71$, $SEM = 5,9 ml\cdot kg^{-1}\cdot min^{-1}$), sendo: Vel, velocidade em km/h no nível atingido; Id, idade do sujeito em anos¹⁶. Posteriormente, e à semelhança do realizado anteriormente, os resultados foram transformados em valores normativos de acordo com as tabelas de referência da bateria de testes FITNESSGRAM¹⁵ (tabela 2).

Tabela 2. Normas para a zona saudável de capacidade aeróbia (adaptado de *The Cooper Institute*¹⁵).

Sexo	Idade	Saudável	VO _{2máx} (ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	
			Precisa melhorar	
			Risco moderado	Risco elevado
Masculino	14	≥ 42,5	42,4 – 39,7	≤ 39,6
	15	≥ 43,6	43,5 – 40,7	≤ 40,6
	16	≥ 44,1	44,0 – 41,1	≤ 41,0
	17	≥ 44,2	44,1 – 41,3	≤ 41,2
Feminino	14	≥ 39,4	39,3 – 36,4	≤ 36,3
	15	≥ 39,1	39,0 – 36,1	≤ 36,0
	16	≥ 38,9	38,8 – 35,9	≤ 35,8
	17	≥ 38,8	38,7 – 35,8	≤ 35,7

Análise estatística

Após a organização das observações das variáveis contínuas em estudo (%MG e VO_{2máx}), contempladas nas tabelas de referência da bateria de testes FITNESSGRAM¹⁵, foram calculadas as frequências de cada uma das classes na amostra e, com recurso a histogramas de frequências, representadas graficamente. A significância da diferença entre a %MG, VO_{2máx} com os participantes do sexo feminino vs. sexo masculino foi avaliada com o teste *t* de Student para amostras independentes. Os pressupostos de normalidades das distribuições e a homogeneidade de variâncias nos dois grupos foram avaliados com: teste de Kolmogorov-Smirnov com correção de Lilliefors (%MG: KS(329)_{feminino} = 0,054; *p* = 0,023; KS(292)_{masculino} = 0,098; *p* < 0,001; VO_{2máx}: KS(329)_{feminino} = 0,108; *p* < 0,001; KS(292)_{masculino} = 0,078; *p* < 0,001); e teste de Levene (%MG: *F*(1,619) = 0,956, *p* = 0,329; VO_{2máx}: *F*(1.554,868) = 13,715, *p* < 0,001). Os resultados são apresentados como média (M), desvio padrão (DP), erro padrão da média (SEM), e apresenta-se como medida de dimensão de efeito *d* de Cohen. Para avaliar se a idade cronológica (idade) e se a classe de percentagem de massa gorda (%MG (Classe)) afetam significativamente a capacidade aeróbia (VO_{2máx}) recorreu-se à ANOVA two-way seguida do teste *post-hoc* HSD de Bonferroni. O pressuposto da distribuição normal da variável dependente (VO_{2máx}) nos diferentes grupos definidos pelo cruzamento dos fatores "idade" e "%MG (Classe)" também foi avaliado pelo teste de KS com correção de Lilliefors. Em 50% dos grupos obteve-se *p* < 0,1, mas na generalidade o desvio à normalidade é pequeno. Uma vez que a ANOVA é robusta a violações suaves deste pressuposto, não foi necessário proceder a transformações matemáticas corretivas. O pressuposto de homogeneidade de variância foi validado com o teste de Levene quando estudado o VO_{2máx} (feminino: *F*(15,313) = 1,959, *p* = 0,018; masculino: *F*(14,277) = 1,606, *p* = 0,077). As análises estatísticas descritivas, gráficas e inferenciais foram executadas com o programa informático *Statistical Package for The Social Sciences* (SPSS Inc, v.17.0, Chicago, Illinois). Considerou-se estatisticamente significativo o efeito cujo *p-value* foi inferior ou igual a 0,05.

RESULTADOS

As observações das variáveis contínuas em estudo são organizadas em classes no eixo das abcissas e a frequência de cada uma dessas classes na amostra é representada no eixo das ordenadas (figura 1). A figura 1A permite constatar que 31,2% dos participantes se situam fora da classe correspondente a uma %MG considerada saudável (masculino, 13,6%; feminino, 17,6%). Quando considerada a capacidade aeróbia (figura 1B), observa-se que pouco mais de metade da amostra se situa na classe correspondente à zona saudável (54,3%). Em particular, 34,0% (*n* = 112) das moças surgem no grupo de alto risco e 27,1% (*n* = 89) no grupo de risco moderado (61,1% revelam uma capacidade aeróbia de risco para a saúde). Também 28,4% dos rapazes revelam uma capacidade aeróbia de risco para a saúde (11,0% (*n* = 32) de risco moderado e 17,4% (*n* = 51) de alto risco).

O estudo da significância permite constatar que os rapazes têm uma %MG de, em média, 13,39% (SEM = 0,39), enquanto as moças revelam, em média, 25,12% (SEM = 0,39). De acordo com o teste *t* de Student, as diferenças de %MG observadas entre os dois grupos são estatisticamente significativas (*t*(619) = 21,208; *p* < 0,001) (tabela 3). A dimensão do efeito do sexo é muito elevada (*d* = -1,71) e, de acordo com o I.C. a 95%]10,64;12,82[, as moças têm, em

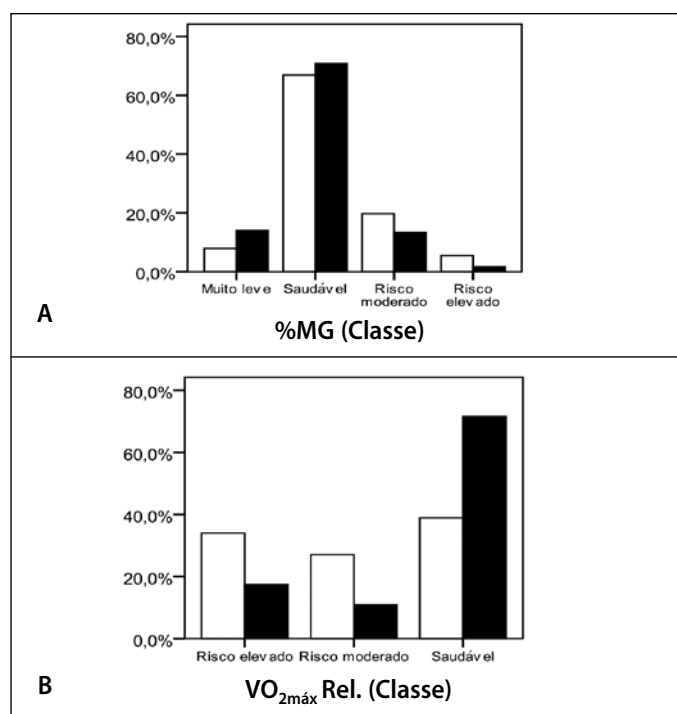


Figura 1. Histogramas, de frequências por sexo (masculino, *n* = 292; feminino, *n* = 329), para as escalas de medida ordinal percentagem de massa gorda (%MG; A) e VO_{2máx} relativo (B).

Tabela 3. Valores médios e desvio padrão das variáveis percentagem de massa gorda e do VO_{2máx} relativo nos dois grupos (sexo masculino vs. sexo feminino) dos 14 aos 17 anos de idade.

Idade	Sexo	N	% MG				VO _{2máx} (ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)			
			M	DP	SEM	t (p)	M	DP	SEM	t (p)
14	Fem.	27	27,98	7,01	1,35	7,777 (***)	41,33	4,28	,82	-3,733 (**)
	Masc.	17	12,45	5,42	1,32		48,31	6,92	1,68	
15	Fem.	87	25,79	6,60	,71	12,586 (***)	38,20	3,81	,41	-12,504 (***)
	Masc.	91	13,46	6,47	,68		47,35	5,79	,61	
16	Fem.	125	25,69	6,45	,58	12,808 (***)	37,47	4,05	,36	-14,877 (***)
	Masc.	113	14,49	7,03	,66		46,04	4,83	,45	
17	Fem.	90	22,82	7,88	,83	9,689 (***)	36,41	4,88	,51	-11,849 (***)
	Masc.	71	11,77	6,19	,74		46,49	5,91	,70	
Total	Fem.	329	25,12	7,09	,39	21,208 (***)	37,69	4,42	,24	-22,149 (***)
	Masc.	292	13,39	6,63	,39		46,69	5,55	,32	

*** *p* < 0,001; ** *p* < 0,01.

média, uma %MG superior (entre 10,64 e 12,82%) à dos rapazes. Quando considerados os grupos etários, observou-se que a diferença entre os sexos também é estatisticamente significativa (14 anos: *t*(42) = 7,777, *p* < 0,001, I.C. a 95%,]11,50;19,56[; 15 anos: *t*(176) = 12,586, *p* < 0,001, I.C. a 95%,]10,39;14,26[; 16 anos: *t*(236) = 12,808, *p* < 0,001, I.C. a 95%,]9,48;12,92[; 17 anos: *t*(159) = 9,689, *p* < 0,001, I.C. a 95%,]8,80;13,31[), e que as moças com 14, 15, 16 e 17 anos têm, em média, uma %MG superior aos rapazes (entre 8,80% aos 17 anos e 19,56% aos 14 anos). Por sua vez, os rapazes têm um VO_{2máx} estatisticamente superior (*t* (554,868) = -22,149; *p* < 0,001) ao das moças (M = 46,69 ml·kg⁻¹·min⁻¹, SEM = 0,32; M = 37,69 ml·kg⁻¹·min⁻¹, SEM = 0,24, respectivamente), i.e., entre 8,20 e 9,80 ml·kg⁻¹·min⁻¹. De fato, a dimensão do efeito do sexo é muito elevada (*d* = 1,8). Quando considerados os grupos etários, observou-se que a diferença entre os sexos também é estatisticamente significativa (14 anos: *t*(23,790) = -3,733, *p* = 0,001, I.C. a 95%,]-10,84;-3,12[; 15 anos: *t*(156,393) = -12,504, *p* < 0,001, I.C. a 95%,]-10,59;-7,70[; 16 anos: *t*(236) = -14,877, *p* < 0,001, I.C. a 95%,]-9,71;-7,44[; 17 anos: *t*(156,393) = -12,504, *p* < 0,001, I.C. a 95%,]-11,76;-8,40[), e que as moças com 14, 15, 16 e 17 anos têm, em média, uma capacidade aeróbia inferior aos rapazes.

Estudando isoladamente o grupo de participantes do sexo feminino, observou-se que, depois de considerados os efeitos da classe de %MG, é possível afirmar que a idade cronológica teve um efeito estatisticamente

significativo, de médio efeito e de elevada potência sobre a capacidade aeróbia ($F(3,322) = 13,490; p < 0,001; \eta^2_p = 0,112$; potência = 1,000). O grupo de moças com 17 anos apresenta o menor valor médio de $VO_{2m\acute{a}x}$ ($M = 35,18 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$; $SEM = 0,50$; $n = 90$), seguido pelos grupos de moças com 16 anos ($M = 36,38 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$; $SEM = 0,47$; $n = 125$), 15 anos ($M = 37,28 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$; $SEM = 0,51$; $n = 87$) e 14 anos ($M = 40,81 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$; $SEM = 0,82$; $n = 27$). De acordo com o teste *post-hoc* de Bonferroni, as diferenças significativas para este fator ocorrem entre o grupo de moças de 14 anos e todos os grupos etários estudados (15 anos: I.C. a 95%]1,125;5,935[, $p = 0,001$; 16 anos: I.C. a 95%]2,103;6,755[, $p < 0,001$; 17 anos: I.C. a 95%]3,204;8,059[, $p < 0,001$), e entre os grupos de moças de 15 e 17 anos (I.C. a 95%]0,445;3,757[, $p = 0,005$).

Relativamente ao grupo do sexo masculino, depois de considerados os efeitos da classe de %MG, observou-se que a idade cronológica não teve um efeito estatisticamente significativo sobre a capacidade aeróbia ($F(3,285) = 43,921$; $p = 0,152$; $\eta^2_p = 0,018$; potência = 0,461). À semelhança do que se observou para as moças, também nos rapazes, o grupo com 17 anos apresenta o menor valor de $VO_{2m\acute{a}x}$ ($M = 43,01 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$; $SEM = 0,82$; $n = 71$), seguido pelos grupos com 16 anos ($M = 43,75 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$; $SEM = 0,72$; $n = 113$), 15 anos ($M = 44,68 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$; $SEM = 0,76$; $n = 91$) e 14 anos ($M = 44,96 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$; $SEM = 1,36$; $n = 17$). Contudo, e de acordo com o teste *post-hoc* de Bonferroni, as diferenças observadas entre os grupos (14, 15, 16 e 17 anos) não são estatisticamente significativas. Os resultados são apresentados na figura 2.

De modo semelhante, depois de considerar o efeito da idade cronológica, observou-se que a classe de %MG influenciou significativamente a capacidade aeróbia das moças, sendo o efeito de média dimensão e a potência do teste elevada ($F(3,322) = 9,493$; $p < 0,001$; $\eta^2_p = 0,081$; potência = 0,997). As moças pertencentes à classe de "risco elevado" apresentam, em média, os menores valores de $VO_{2m\acute{a}x}$ ($M = 35,34 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$; $SEM = 0,97$; $n = 18$), a que se seguem as das classes "risco moderado" ($M = 36,76 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$; $SEM = 0,52$; $n = 65$), "muito leves" ($M = 38,35 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$; $SEM = 0,83$; $n = 26$) e "saúdável" ($M = 38,22 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$; $SEM = 0,32$; $n = 220$). De acordo com o teste *post-hoc* de Bonferroni, as diferenças estatisticamente significativas para este fator ocorrem entre as moças da classe "saúdável" e as duas classes de risco ("risco moderado": I.C. a 95%]0,905;4,011[, $p < 0,001$; "risco elevado": I.C. a 95%]1,201;6,561[, $p = 0,001$).

Observou-se ainda que, depois de considerado o efeito da idade cronológica, a classe de %MG também influenciou significativamente a capa-

cidade aeróbia dos rapazes, sendo a dimensão do efeito e a potência do teste elevadas ($F(3,285) = 598,879$; $p < 0,001$; $\eta^2_p = 0,203$; potência = 1,000). Assim, os rapazes pertencentes à classe de "risco elevado" apresentam, em média, o menor valor de $VO_{2m\acute{a}x}$ ($M = 38,16 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$; $SEM = 2,25$; $n = 5$), seguido pelos rapazes que integram as classes "risco moderado" ($M = 41,44 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$; $SEM = 0,86$; $n = 39$), "saúdável" ($M = 47,63 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$; $SEM = 0,42$; $n = 207$) e "muito leves" ($M = 49,16 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$; $SEM = 0,82$; $n = 41$). De acordo com o teste *post-hoc* de Bonferroni, as diferenças estatisticamente significativas para este fator ocorrem entre os rapazes das classes "muito leve" e "saúdável" com as duas classes de risco ("muito leve" vs. "risco moderado": I.C. a 95%]4,697;10,730[, $p < 0,001$; "muito leve" vs. "risco elevado": I.C. a 95%]4,724;17,267[, $p < 0,001$; "saúdável" vs. "risco moderado": I.C. a 95%]3,852;8,541[, $p < 0,001$; "saúdável" vs. "risco elevado": I.C. a 95%]3,496;15,462[, $p < 0,001$). Os resultados são apresentados graficamente na figura 3.

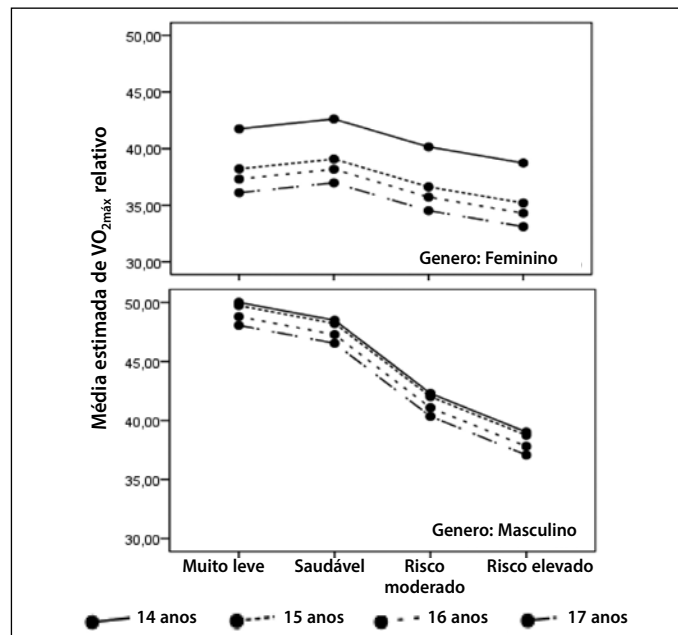


Figura 3. Capacidade aeróbia (estimada), por sexo, nas classes de percentagem de massa gorda.

DISCUSSÃO

A pertinência do estudo é reforçada quando se observa que 61,1% ($n = 201$) das moças e 28,4% ($n = 83$) dos rapazes revelam um $VO_{2m\acute{a}x}$ de risco para a saúde (figura 1B). A literatura também já fazia prever a existência de diferenças de capacidade aeróbia entre sexos, sendo portanto expectável que as moças tivessem em média um $VO_{2m\acute{a}x}$ significativamente inferior ($-8,20$ a $-9,80 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) ao dos rapazes, mesmo quando considerados individualmente os quatro grupos etários em estudo (14, 15, 16 e 17 anos). Uma razão explicativa dos resultados prende-se com o fato de as moças adolescentes terem propensão a desenvolver uma deficiência em ferro¹⁷, com efeito no transporte de oxigênio, e com tradução em valores de $VO_{2m\acute{a}x}$ inferiores aos dos rapazes.

Observou-se, ainda, que a idade cronológica tem um efeito significativo sobre o $VO_{2m\acute{a}x}$ das moças (figura 2), uma vez que este decresce dos 14 para os 17 anos, o que enfatiza a importância do efeito da idade cronológica sobre a capacidade aeróbia. Segundo Astrand *et al.*⁶, nas moças verifica-se um contínuo decréscimo no $VO_{2m\acute{a}x}$ relativo ao longo de toda a vida (sendo superior na fase da adolescência), fato já referido em vários estudos longitudinais¹⁸, e que pode estar relacionado com: 1) o fato de o sistema de transporte de oxigênio não crescer tão rapidamente como a massa corporal; ou 2) o aumento da massa gorda durante a maturação sexual das moças¹⁹.

Embora os resultados deste estudo sejam concordantes com a literatura no que concerne às moças, já no que diz respeito aos rapazes, esperava-se que o $VO_{2m\acute{a}x}$ aumentasse com a idade¹⁵, principalmente durante a adolescência¹⁸. No entanto, constatou-se que embora $VO_{2m\acute{a}x}$ decresça ligeiramente

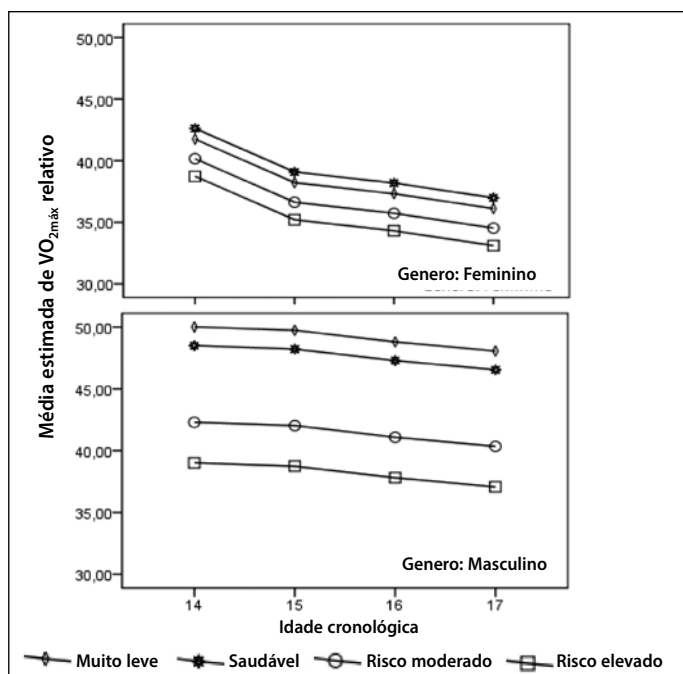


Figura 2. Capacidade aeróbia (estimada), por sexo, nos grupos etários dos 14 aos 17 anos de idade.

com a idade cronológica, o efeito da idade não é significativo. De fato, as diferenças observadas sugerem que os rapazes aos 14 anos já atingiram o estado estável, sendo esta observação concordante com outros estudos realizados com rapazes entre 14 e 16 anos, que relatam a inexistência de alterações²⁰, ou uma ligeira diminuição²¹ do $VO_{2m\acute{a}x}$.

Contudo, segundo Armstrong e Welsman²², as análises tradicionais que utilizam a massa corporal total dos rapazes para relativizar o $VO_{2m\acute{a}x}$ têm reportado uma estabilização destes valores (entre 8 e 16 anos), enquanto estudos que utilizam técnicas alométricas para remover o efeito do tamanho corporal têm demonstrado que o $VO_{2m\acute{a}x}$ dos rapazes não se mantém estabilizado, mas sofre um ligeiro aumento. De fato, a estabilização do $VO_{2m\acute{a}x}$ com o decorrer da idade, sugere um crescimento proporcional entre a capacidade aeróbia relativa e o tamanho corporal nos rapazes²³.

Parece, portanto, existir uma relação entre o crescimento proporcional e as transformações (pubertárias) ocorridas ao nível dos sistemas respiratório e cardiovascular (pelo aumento do número de glóbulos vermelhos circulantes e consequente aumento da concentração de hemoglobina²²), com repercussões favoráveis ao nível da captação, fixação e transporte de oxigênio, assim como do tamponamento sanguíneo²⁴.

Face ao exposto, destacamos a pertinência da observação de Krahenbuhl e Williams²³ ao referirem que (em crianças e jovens) o $VO_{2m\acute{a}x}$ (relativo) não serve como indicador útil da capacidade de resistência (pois não aumenta com a idade, enquanto a prestação de corrida melhora visivelmente). Ou seja, não traduz o crescimento de "reserva" aeróbia e a redução na utilização da $\%VO_{2m\acute{a}x}$ e do esforço relativo com o avançar da idade²³.

Também se observou no início deste estudo que 31,2% dos jovens se situaram fora da classe de %MG considerada saudável (figura 1A), e que as moças têm, em média, uma %MG significativamente superior (8,80% aos 17 anos e 9,56% aos 14 anos) aos rapazes (masculino, 13,39%; feminino, 25,12%). Assim, parece que a adiposidade constitui um fator determinante na diferenciação sexual (durante a adolescência). Este raciocínio resulta do conhecimento da influência das diferenças hormonais, evidente nos rapazes com o aumento de massa muscular e nas moças com o aumento de tecido adiposo²⁵. De fato, o aumento na massa muscular dos rapazes possibilita uma maior utilização de oxigênio, e o aumento da %MG que ocorre nas moças pode conduzir a uma diminuição da capacidade aeróbia.

Embora Goran *et al.*⁷ tenham sugerido que a massa gorda não tem qualquer efeito no $VO_{2m\acute{a}x}$ de jovens com idades pré-pubertárias, os resultados

apresentados sugerem a existência de efeito significativo da classe de %MG sobre o $VO_{2m\acute{a}x}$ de jovens de ambos os sexos. Esta observação é concordante com as de outros estudos mais recentes^{19,26-28} que reportam a existência de forte correlação entre a capacidade aeróbia e diversas medidas de avaliação da massa gorda em crianças e adolescentes, principalmente em sujeitos com %MG correspondentes aos grupos de risco (moderado e elevado).

Evidentemente, a associação entre sujeitos com maior %MG (risco moderado e elevado) com capacidades aeróbias inferiores, sugere uma diminuição da capacidade de suporte do próprio peso e consequentemente maior susceptibilidade de risco para a saúde. De fato, a %MG parece estar relacionada com o desempenho no teste PACER²⁹ e logicamente com um menor $VO_{2m\acute{a}x}$ predito¹⁹.

É evidente que este estudo encerra limitações que se prendem com o fato de: o número de participantes, permitindo estatísticas próprias para grandes amostras, não ser representativo da população escolar adolescente; apesar de a prova de desempenho aeróbio ser de validade e fiabilidade reconhecida, não esgota a necessidade de estudos mais pormenorizados e intensivos, próprios de desenhos com amostras de menor dimensão e natureza laboratorial; e não ter sido considerado o efeito da maturação na variabilidade dos resultados apresentados.

CONCLUSÃO

A evidência de que jovens com %MG de "risco moderado" ou "risco elevado" tem pior desempenho no teste de avaliação da capacidade aeróbia, e o conhecimento de que a prevalência de sobrepeso e obesidade em crianças tem relação com os níveis de atividade física³⁰, e de que a resistência aeróbia e a aptidão física se correlacionam positivamente¹¹, reforçam uma preocupação quase secular da comunidade científica, i.e., a associação entre a %MG e as doenças cardiovasculares¹³.

Face ao exposto, parece evidente que a educação das crianças (e do cidadão em geral) sobre as consequências da obesidade, em complementaridade com o encorajamento da prática regular e sistemática de atividade física³¹, são medidas objetivas consagradas nas 21^a, 22^a, 23^a e 24^a Recomendação da União Europeia³².

Em suma, o impacto da %MG na capacidade aeróbia, reforça a importância da educação física escolar na promoção da saúde cardiorrespiratória.

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

REFERÊNCIAS

- Rizzo NS, Ruiz JR, Hurtig-Wennlof A, Ortega FB, Sjostrom M. Relationship of physical activity, fitness, and fatness with clustered metabolic risk in children and adolescents: The European Youth Heart Study. *J Pediatrics* 2007;150:388-94.
- Andersen LB, Hasselstrom H, Gronfeldt V, Hansen S, Karsten K. The relationship between physical fitness and clustered risk, and tracking of clustered risk from adolescence to young adulthood: Eight years follow-up in the Danish Youth and Sport Study. *Int J Behav Nutr Phys Act* 2004;1:6.
- Kemper H, Vente W, Mechelen W, Twisk J. Adolescent motor skills and performance: Is physical activity in adolescence related to adult physical fitness? *Am J Hum Biol* 2001;13:180-9.
- Paffenbarger RS. Contributions of epidemiology to exercise science and cardiovascular health. *Med Sci Sports Exerc* 1988;20:426-38.
- Buono MJ, Roby JJ, Micalle FG, Sallis JF, Shepard WE. Validity and reliability of predicting maximum oxygen uptake via field tests in children and adolescents. *Pediatr Exerc Sci* 1991;3:250-5.
- Astrand PO, Rodahl K, Dahl H, Stromme S. *Textbook of workphysiology*. New York: McGraw-Hill, 2003.
- Goran M, Fields DA, Hunter GR, Herd SL, Weinsier RL. Total body fat does not influence maximal aerobic capacity. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2000;24:841-8.
- Ozcelik O, Aslan M, Ayar A, Kelestimur H. Effects of body mass index on maximal work production capacity and aerobic fitness during incremental exercise. *Physiol Res* 2004;53:165-70.
- Janz KF, Mahoney LT. Three-years follow-up of changes in aerobic fitness during puberty: The Muscatine Study. *Res Q for Exerc Sport* 1997;68:1-9.
- Janz KF, Burns TL, Witt JD, Mahoney LT. Longitudinal analysis of scaling VO_2 for differences in body size during puberty: the Muscatine Study. *Med Sci Sports Exerc* 1998;30:1436-44.
- Hands B, Larkin S, Parker H, Straker L, Perry M. The relationship among physical activity, motor competence and health-related fitness in 14-year-old adolescents. *Scand J Med Sci* 2009;19:655-63.
- McMurray RG, Ainsworth BE, Harrell JS, Griggs TR, Williams OD. Is physical activity or aerobic power more influential on reducing cardiovascular disease risk factors? *Med Sci Sports Exerc* 1998;30:1520-9.
- Williams DP, Going SB, Lohman TG, Harska DW, Srinivasan SR, Webber LS, et al. Body fatness and risk for elevated blood pressure, total cholesterol and serum lipoprotein ratios in children and adolescents. *Am J Public Health* 1992;82:358-63.
- Marfell-Jones M, Olds T, Stewart A, Carter JEL. *International Standards for Anthropometric Assessment* (revised 2006). Underdale, SA: International Society for the Advanced of Kinanthropometry, 2006. ISBN 0-620-36207-3.
- The Cooper Institute. *Standards for Healthy Fitness Zone*, Revision 8.6 and 9.x. Acessado em 10 setembro 2010 de: <http://www.cooperinstitute.org/ourkidshealth/fitnessgram/documents/Standardsv9final.pdf>

- Léger LA, Mercier D, Gadoury C, Lambert J. The multistage 20-meter shuttle run test for aerobic fitness. *J Sports Sci* 1988;6:93-101.
- Cooper DM, Weiler-Ravell D, Whipp BJ, Wasserman K. Aerobic Parameters of exercise as a function of body size during growth in children. *J Appl Physiol* 1984;56:628-34.
- Falk B, Bar-Or O. Longitudinal changes in peak aerobic and anaerobic mechanical power of circum-pubertal boys. *Pediatr Exerc Sci* 1993;4:36-49.
- Silva RJ, Petroski EL. Maximum oxygen uptake and sexual maturity of children and adolescents. *Motri* 2008;4:13-9.
- Rutenfranz J, Macek M, Anderson KL, Bell RD, Vavra J, Radvansky J, et al. The Relationship between changing body height and growth related changes in maximal aerobic power. *Eur J Appl Physiol* 1990;60:282-7.
- Mirewald RL, Bailey DA. *Maximal Aerobic Power*. London: Sport Dynamic, 1986.
- Armstrong N, Welsman J. *Aerobic fitness*. In: Armstrong N, Van Mechelen W, editors. *Paediatric exercise science and medicine*. Oxford: Oxford University Press, 2000.
- Krahenbuhl GS, Williams TJ. Running economy: changes with age during childhood and adolescence. *Med Sci Sports Exerc* 1992;24:462-6.
- Malina RM, Eisenmann JC, Cumming SP, Ribeiro B, Aroso J. Maturity-associated variation in the growth and functional capacities of youth football (soccer) players 13-15 years. *Eur J Appl Physiol* 2004;91:555-62.
- Malina RM, Bouchard C, Bar-Or O. *Growth, maturation, and physical activity* (2nd edition). Champaign, Illinois: Human Kinetics, 2004.
- Gutin B, Yin ZN, Humphries MC, Bassali R, Le NA, Daniels S, et al. Relations of body-fatness and cardiovascular fitness to lipid profile in black and white adolescents. *Pediatr Res* 2005;58:78-82.
- Lee SJ, Arslanian SA. Cardiorespiratory fitness and abdominal adiposity in youth. *Eur J Clin Nutr* 2007;61:561-5.
- Ruiz JR, Rizzo NS, Hurtig-Wennlof A, Ortega FB, Warnberg J, Sjostrom M. Relations of total physical activity and intensity to fitness and fatness in children: The European Youth Heart Study. *Am J Clin Nutr* 2006;84:299-303.
- Lloyd LK, Bishop PA, Walker JL, Sharp KR, Richardson MT. The influence of body size and composition on FITNESSGRAM Test Performance and the Adjustment of FITNESSGRAM Test Scores for Skinfold Thickness in Youth. *Meas Phys Educ Exerc Sci* 2003;7:205-26.
- Andersen LB. Physical activity in adolescents. *J Pediatr* 2009;85:281-3.
- Andersen LB, Harro M, Sardinha LB, Froberg K, Ekelund U, Brage S, Anderssen SA. Physical activity and clustered cardiovascular risk in children: a cross-sectional study (The European Youth Heart Study). *Lancet* 2006;368:299-304.
- DCRP. *Orientações da União Europeia para a Actividade Física. Políticas recomendadas para a Promoção da Saúde e Bem-Estar*. Lisboa: Instituto do Desporto de Portugal, IP, 2009. ISBN: 978-989-8330-01-7.