

RELAÇÃO DO CONSUMO DE OXIGÊNIO DE PICO COM INDICADORES ANTROPOMÉTRICOS DE SOBREPESO E OBESIDADE E MATURAÇÃO SOMÁTICA EM ADOLESCENTES

Mônica Mari Santini¹ Júlio B. Mello²

Resumo: O número de crianças e adolescentes com índice de sobrepeso e obesidade está aumentando. Já é consolidado que o baixo condicionamento cardiorrespiratório tem relação com riscos cardiovasculares e metabólicos. O objetivo desse trabalho é avaliar o nível de condicionamento cardiorrespiratório em adolescentes do ensino médio e relacionar com indicadores de sobrepeso e obesidade e a maturação somática. O método utilizado caracteriza-se como transversal com método associativo e abordagem quantitativa. Participaram do estudo 51 adolescentes de duas escolas (privada e pública) de uma cidade da região serrana do RS. Após medição dos índices antropométricos foi realizado um teste de campo para medição do $VO_{2\text{pico}}$. As associações indicaram que a razão cintura/quadril foi o indicador antropométrico que mais se associou com o $VO_{2\text{pico}}$, independente da distância para o pico de velocidade do crescimento. Todavia quando analisamos os sexos em separado, essa associação manteve o padrão apenas nas meninas, indicando que o sexo é um moderador na associação entre razão cintura/quadril, maturação somática e $VO_{2\text{pico}}$ em adolescentes.

Palavras-chave: Aptidão cardiorrespiratória e adolescentes; crescimento; atividade física.

Afiliação

¹ Faculdade Sogipa, Pós-Graduação em Treinamento Físico para Populações Especiais. Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. ² Faculdade Sogipa, Grupo de Pesquisa em Atividade Física, Esporte e Saúde (GPAFES). Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.

Relationship of adolescent's peak oxygen uptake with overweight/obesity anthropometric indicators and somatic maturation

Abstract: The number of overweight and obese children and adolescents is increasing. It is already established that low cardiorespiratory conditioning is related to cardiovascular and metabolic risks. The aim of this study is to evaluate the level of cardiorespiratory fitness in high school adolescents and to relate with indicators of overweight and obesity and somatic maturation. This is a cross-sectional study with an associative method and quantitative approach. The study included 51 adolescents from two schools (private and public) at a countryside of Rio Grande do Sul state, Brazil. After measuring the anthropometric variables, a field test was performed to measure VO_2 Peak. The associations indicated that the waist/hip ratio was the anthropometric indicator that was most associated with VO_2 peak, regardless of the distance to the peak growth velocity. However, when we analyzed the sexes separately, this association maintained the pattern only in girls, indicating that sex is a moderator in the association between waist/hip ratio, somatic maturation and VO_2 peak in adolescents.

Key words: Cardiorespiratory fitness and adolescents; growth; physical activity.

Introdução

A aptidão cardiorrespiratória é um componente vital para a saúde e para o sucesso de qualquer jovem que queira participar de esportes e atividades recreativas¹. Com relação à saúde, pesquisas demonstram que manter bons níveis de aptidão cardiorrespiratória durante a adolescência têm efeito positivo em diversos componentes da saúde^{1,2}.

Para avaliação do consumo máximo de oxigênio ($VO_{2\text{pico}}$) o teste ergométrico é a medida fisiológica padrão ouro^{3,4}. Com relação às crianças e adolescentes, a realização de testes ergométricos são mais comuns no âmbito da pesquisa⁵ ou em ambientes de treinamento de alto rendimento⁶. Todavia, avaliar um número expressivo de adolescentes requer estratégias como pesquisas de base escolar⁷ e consequentemente o uso de medidas indiretas, como os testes de campo^{8,9}.

Os testes de campo para a estimativa do $VO_{2\text{pico}}$ é uma estratégia bastante comum com o público idoso¹⁰. Com relação a crianças e adolescentes, o teste de corrida/caminhada de 6 minutos tem sido utilizado em diversas pesquisas no âmbito da saúde⁹ e possui uma equação validada para a estimativa do $VO_{2\text{pico}}$ ⁹ em adolescentes brasileiros. Todavia, os valores expressos em $VO_{2\text{pico}}$ a partir dessa equação e seus fatores associados ainda não foram explorados.

Nesse sentido, os diferentes indicadores, principalmente os antropométricos, são os mais encontrados na literatura^{5,11} quando se trata de associação com a aptidão cardiorrespiratória. Além do mais essas medidas apresentam altos índices de associação com marcadores fisiológicos de saúde cardiovascular^{2,12,13}. Todavia, evidências apontam que a maturação pode ser um influente direto no desenvolvimento da aptidão cardiorrespiratória na adolescência¹⁴. O estudo de Silva e Martins (2017)¹⁵ indicou que adolescentes púberes possuem maior aptidão aeróbia do que os pós-púberes, entretanto essa diferença sofria influências de indicadores de sobrepeso e obesidade e estilo de vida, principalmente sedentarismo. Não obstante, quando tratamos de influências do crescimento em adolescentes mais velhos, diversos estudos têm adotado como estratégia a avaliação da maturação somática^{14,16,17}. Diante disso, o objetivo deste estudo é identificar as associações entre o $VO_{2\text{pico}}$ de adolescentes estimado por teste de campo e a maturação somática e indicadores antropométricos de sobrepeso e obesidade.

Métodos

Tipo de estudo

Trata-se de um estudo exploratório e de caso institucional, cujo evento estudado pode ser descrito a partir da ótica deste caso específico, considerando suas características específicas e os sujeitos que compõem o caso¹⁸. Este estudo caracteriza-se associativo com abordagem quantitativa e delineamento transversal¹⁸ e faz parte de um projeto aprovado no Comitê de Ética em Pesquisa com Humanos, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, sob parecer número 1.338.597.

Sujeitos da pesquisa

O estudo foi realizado em duas escolas, com a participação de 51 adolescentes estudantes de ensino médio com faixa etária entre 14 e 18 anos. As escolas ficam em duas regiões distintas de uma cidade na região serrana do RS, uma delas, que é estadual (rede pública) possui uma população escolar de aproximadamente 750 alunos e caracteriza-se por ser de classe econômica média/baixa. A segunda escola é da rede privada de ensino, tem aproximadamente 630 alunos e caracteriza-se por ser de classe econômica alta.

No total se obteve 51 alunos, sendo 27 do sexo feminino e 24 do sexo masculino. O grupo de sujeitos se caracteriza como amostra por conveniência¹⁸. Isso se justifica pelo fácil acesso às escolas por parte dos pesquisadores, o que se caracterizou pela boa receptividade por parte da direção das escolas e professores.

As turmas foram escolhidas de acordo com a grade de horários das aulas de educação física, sendo que as datas disponibilizadas para coletas foram terças-feiras pela manhã. Portanto, as turmas que se enquadravam nesse horário foram selecionadas para participarem do estudo, sendo elas duas turmas de primeiro ano, uma turma do segundo ano e uma turma de terceiro ano, todas do ensino médio.

O poder estatístico das análises utilizadas (regressão linear múltipla) foi calculado a posteriori utilizando o software *GPower* versão 3.1.9.2. Utilizando como critério uma associação magnitude alta (tamanho de efeito de 0,35), um alfa de 0,05 e uma estimativa do tamanho amostral de 51 sujeitos, o equilíbrio entre a probabilidade de erro tipo I e tipo de erro II indicou um beta de 0,12. Portanto, o poder estatístico estimado ($1-\beta$) foi de 0,88.

Procedimento de coleta de dados

O primeiro contato foi feito com a escola e com o professor de educação física responsável. Após apresentação do projeto e explicação dos procedimentos, houve autorização por parte deles para a realização das coletas. No primeiro dia nas escolas, o projeto foi apresentado aos alunos e na sequência foi entregue um termo de consentimento livre e esclarecido para que eles levassem assinado pelo responsável no dia das coletas.

As variáveis avaliadas foram o VO_{2Pico} para a estimativa da aptidão cardiorrespiratória, o índice de massa corporal (IMC), o perímetro da cintura (PC), a razão cintura/estatura (RCE), a razão cintura/quadril (RCQ) como indicadores antropométricos de sobrepeso e obesidade e a maturação somática para a estimativa da distância para o pico de velocidade de crescimento¹⁹. Sendo assim, no segundo dia, foram realizadas as medidas de peso, estatura, estatura sentado, perímetro de cintura, perímetro de quadril, além das informações de sexo e idade de todos os alunos. Em duas outras datas seguintes foi aplicado o teste de corrida e caminhada de 6 minutos.

Para a medição dos parâmetros antropométricos os alunos foram orientados a vestirem roupas leves apropriadas à prática de exercício físico. Um estadiometro de parede MedSize com precisão de

1cm foi utilizado para obter a estatura em pé e sentado. A estatura sentado foi avaliada com o auxílio de um banco padrão em todas as avaliações. O peso foi obtido com uma balança digital portátil da marca Plenna com precisão de 10g. O perímetro da cintura e quadril foi medido com fita métrica da Cescorf com precisão de 1mm. O procedimento de coleta destes dados seguiu as recomendações internacionais de avaliação antropométrica²⁰ e foram realizadas pela mesma pesquisadora em todas as turmas das escolas.

Para a realização do teste de corrida e caminhada de 6 minutos os alunos foram encaminhados para a quadra de esportes das respectivas escolas (grupos de no máximo 10 adolescentes). O trajeto já estava delimitado por quatro cones formando uma pista com perímetro de 54m. Os alunos foram informados que o teste tinha por característica 6 minutos de corrida, eles deveriam tentar manter a uma velocidade constante, embora o teste seja de esforço submáximo e atingir a maior distância possível. Foi informado aos alunos que era possível realizar caminhadas caso fosse necessário. O aquecimento era de 2 a 3 minutos de caminhada, após a corrida era iniciada e o tempo cronometrado.

Os estudantes foram numerados com coletes para a anotação das voltas cumpridas e posicionamento final no percurso. Durante o teste era avisado ao aluno a passagem do tempo de 2, 4 e 5 minutos, este com um aviso de “Atenção: falta 1 minuto”. Ao final do teste um sinal (apito) interrompia a corrida, permanecendo no lugar onde estavam (no momento do apito) sentados até ser anotada ou sinalizada a distância percorrida. Este protocolo seguiu as recomendações do Manual de Medidas e Avaliações do Projeto Esporte Brasil⁷.

Para a conversão dos valores em metros obtidos no teste para valores de $VO_{2\text{pico}}$ foi utilizada a equação proposta por Bergmann et al. (2014)⁹. Esta equação é validada para adolescentes e possui valores robustos de poder de predição.

Análise dos dados

Primeiramente a distribuição dos dados foi testada com o teste Shapiro-Wilk. Ao identificar todas as variáveis com distribuição normal, optou-se pelo teste de correlação de Pearson para verificar a relação binária entre o $VO_{2\text{pico}}$, os indicadores de sobrepeso e obesidade e a maturação somática. As variáveis que apresentaram correlação moderada ou forte foram testadas em associações múltiplas utilizando o teste de regressão linear. Os modelos testados foram compostos pelo IMC e a maturação somática, RCE e maturação somática, RCQ e maturação somática na expectativa de controlar o efeito do crescimento nas análises. Após isso os três modelos foram novamente testados com o ajuste também para a variável sexo. Ao se perceber que o sexo modificava o efeito dos indicadores de sobrepeso e obesidade no $VO_{2\text{pico}}$ foram testadas as associações estratificadas por sexo (indicativo de moderação). Para efeito, não foram considerados os parâmetros de estatística inferencial, pois a amostra não atente os pressupostos de aleatoriedade e representatividade, embora o cálculo amostral nos indique um poder de teste consistente.

Resultados

A tabela 1 apresenta a descrição da amostra estratificada por sexo. É possível perceber que os meninos são mais pesados e altos em média que as meninas, porém a variabilidade do peso e da altura das meninas foi menor. Com relação aos indicadores antropométricos de sobrepeso e obesidade, as medidas que envolvem o perímetro do quadril foram as únicas em que os valores médios foram superiores nas meninas. Assim como as meninas passaram um ano a mais, em média, do pico de velocidade de crescimento em relação aos meninos. Com relação ao $VO_{2\text{pico}}$, os meninos obtiveram uma média 5 (ml/kg)/min a mais em relação as meninas.

Tabela 1 – Descrição das variáveis antropométricas, de capacidade cardiorrespiratória e idade dos adolescentes.

Variável	Meninas (n=27)			Meninos (n=24)			Total (51)		
	Min	Max	$\bar{x} \pm DP$	Min	Max	$\bar{x} \pm DP$	Min	Max	$\bar{x} \pm DP$
Idade (anos)	14	17	15,33±0,73	14	18	15,91±1,01	14	18	15,60±0,91
Peso (Kg)	44,70	75,60	56,49±7,24	48,20	89,70	67,39±11,61	44,70	89,70	61,62±10,93
Altura (cm)	154	173	161,77±4,19	161	182	173,87±6,40	154	182	167,47±8,07
PC (Kg)	60	84	67,26±6,03	65	91,2	74,55±7,88	60	91,20	70,69±7,81
CQ (cm)	83,80	113,80	95,69±6,97	80,50	115	94,51±8,14	80,50	115	95,13±7,49
IMC (Kg/m ²)	16,82	28,45	21,59±2,76	16,12	31,99	22,37±4,24	16,12	31,99	21,96±3,52
RCE (cm)	0,37	0,52	0,41±0,039	0,36	0,56	0,42±0,052	0,36	0,56	0,42±0,046
RCQ (cm)	0,52	0,70	0,59±0,045	0,44	0,68	0,54±0,054	0,44	0,70	0,56±0,054
DVPC	1,16	3,67	2,21±0,59	-0,18	2,51	1,09±0,76	-0,18	3,67	1,69±0,87
ApC (m)	648	990	855,4±97,7	783	1251	1041,9±110,7	648	1251	943,2±139,4
VO ₂ (mL/Kg)min	31,56	48,07	41,41±3,92	36,40	54,06	46,95±4,49	31,56	54,06	44,02±0,91

N: número de sujeitos; Min: valor mínimo; Max: valor máximo; Me: média; DP: desvio padrão; PC: perímetro de cintura; CQ: circunferência de quadril; RCE: relação cintura estatura; RCQ: relação cintura quadril; DVPC: distância do pico de velocidade de crescimento; ApC: aptidão cardiorrespiratória.

Os gráficos abaixo mostram a correlação entre os indicadores antropométricos de sobrepeso e obesidade e o $VO_{2\text{pico}}$. Percebe-se uma tendência de correlações semelhantes nos três gráficos, entretanto, a RCQ foi a medida que apresentou correlação mais forte, considerando meninos e meninas na análise. A maturação somática não apresentou correlação com o $VO_{2\text{pico}}$ ($r = -0,274$).

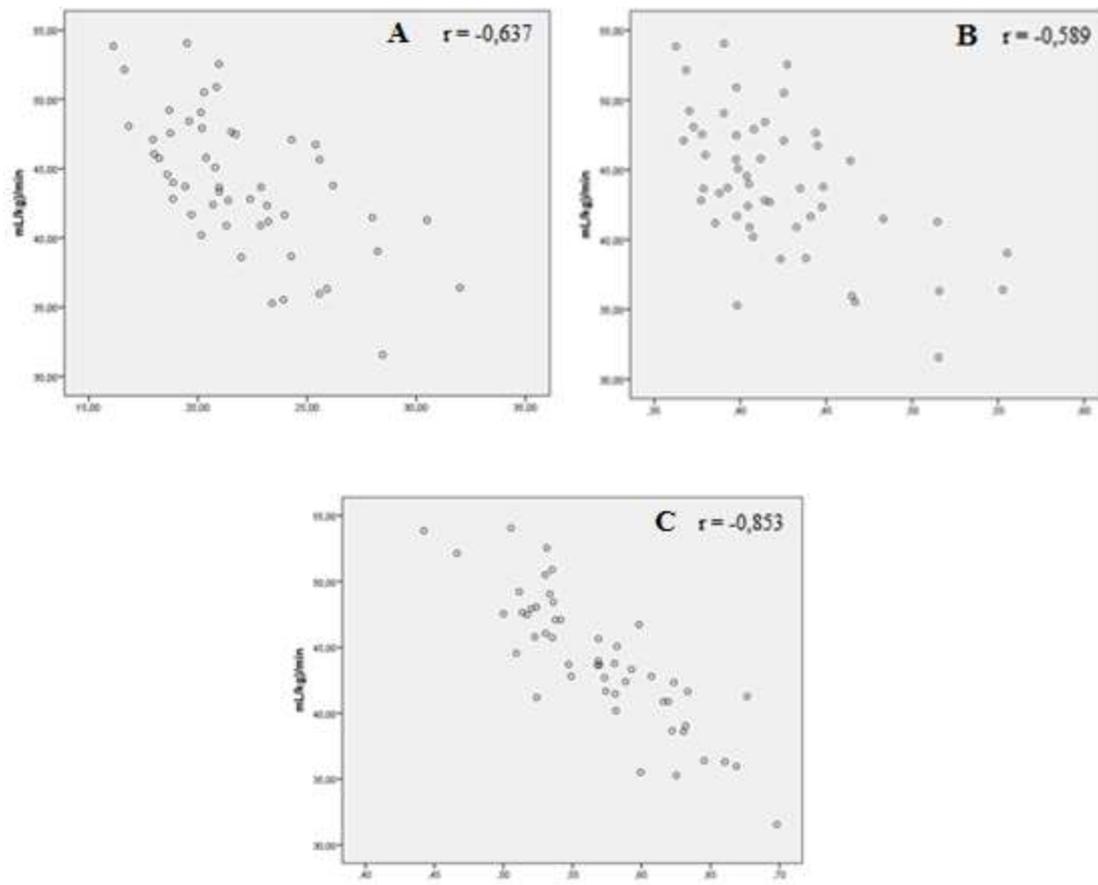


Gráfico 1 – Gráficos de correlação entre o VO_{2pico} e os indicadores antropométricos de sobrepeso e obesidade em adolescentes de 14 a 18 anos. Gráfico A: IMC, Gráfico B: RCE, Gráfico C: RCQ. IMC: índice de massa corporal; RCE: relação cintura estatura; RCQ: relação cintura quadril.

Com relação às análises ajustadas (tabela 2), percebemos que as associações possuem uma magnitude alta na análise que considera meninos e meninas juntos, além do mais, ao analisarmos os intervalos de confiança percebemos que não há o valor 1 de coeficiente beta neste intervalo, o que caracterizaria a ausência de associação. Quando as associações são testadas em cada sexo percebemos que a magnitude das associações se mantém muito altas apenas nas meninas para as variáveis RCE e RCQ, além do mais, percebemos que a magnitude da associação entre IMC e VO_{2pico} nas meninas passou a ser de $-1,25\text{kg/m}^2$ a cada $1(\text{ml/kg})/\text{min}$ de VO_{2pico} a mais, considerando a maturação somática constante.

Tabela 2 – Associação bruta e justada VO_{2pico} com os indicadores antropométricos de sobrepeso e obesidade e a maturação somática em adolescentes.

	VO_{2pico}			
	B	IC 95%	β	IC 95%
Modelo 1				
IMC	-0,905	-1,2019 - -0,590	-0,980	-1,262 - -0,697
VPC	-	-	-2,124	-3,259 - -0,989
Modelo 2				
RCE	-63,983	-89,183 - -38,784	-78,459	-100,338 - -56,580
VPC	-	-	-0,785	-3,871 - -1,570
Modelo 3				
RCQ	-77,727	-91,382 - -64,071	-75,665	-89,182 - -62,149
VPC	-	-	-0,785	-1,632 - 0,063
Meninas				
Modelo 1				
IMC	-1,250	-1,538 - -0,963	-0,873	-1,127 - -0,607
VPC	-0,322	-1,665 - 1,021	0,799	-0,607 - 2,205
Modelo 2				
RCE	-82,587	-108,326 - -56,848	-71,854	-93,196 - -50,513
VPC	-1,079	-2,779 - 0,622	0,012	-1,461 - 1,485
Modelo 3				
RCQ	-72,101	-92,589 - -51,612	-66,252	-87,859 - -44,646
DVPC	-0,949	-2,540 - 0,641	0,594	-0,938 - 2,126

β : número de sujeitos; IC95%: intervalo de confiança de 95%; RCE: relação cintura estatura; RCQ: relação cintura quadril; VPC: distância para o pico de velocidade crescimento.

Discussão

Os indicadores antropométricos são utilizados como preditores de doenças cardiometabólicas relacionada à obesidade^{5,12}, e nossos resultados indicam uma alta média de RCE e IMC em relação a outros estudos nacionais^{21,22}. Os gráficos apresentam forte correlações entre indicadores antropométricos e VO_{2pico} , com destaque para o RCQ que teve a maior correlação.

A ApC e por consequência o VO_{2pico} em meninas foi menor em média do que nos meninos, assim como esperado^{4,15,17}. Estes resultados se devem possivelmente à redução de atividades conforme o crescimento e passar da idade, em conjunto com influências maturacionais^{13,14,15}. Todavia, em ambos sexos os índices de VO_{2pico} foram baixos, indicando que o nível de atividade física dos sujeitos possivelmente está abaixo do recomendado, como em outros estudos nacionais e internacionais^{4,7,23,24}.

A ApC tem sido inversamente relacionada ao IMC e circunferência de cintura^{9,12,16,24}, mostrando que adolescentes com sobrepeso e obesidade tendem a ter menor condição cardiorrespiratória e maior risco para doenças cardiovasculares. A importância de avaliar a aptidão cardiorrespiratória é mostrada

em um estudo de coorte de 15 anos de Carnethon et al (2003)²⁴ onde adultos jovens de 18 a 30 anos com menor aptidão cardiorrespiratória tinham mais propensão a desenvolver diabetes, hipertensão e síndrome metabólica.

Quanto maior a capacidade de corrida de uma criança/adolescente, ou seja, quanto maior o seu índice nos testes de potência aeróbica, maior seu VO_{2pico} ²⁵. Para obter os valores de VO_{2pico} muitos autores têm usado testes alternativos por terem menor custo e ser de fácil aplicabilidade^{9,12,23,25}. Esses testes têm se mostrados eficazes e com relevância, pois seus resultados se assemelham a testes medidos em laboratórios^{6,9}.

O teste utilizado no presente estudo se mostra um bom indicador de VO_{2pico} , visto que alguns estudos têm relatado dificuldades na avaliação da capacidade aeróbia de crianças e adolescentes. Maggio et al (2017)²³ observou que a coordenação no *step chester* influenciou no resultado. Os autores concluíram também que crianças normalmente não vão até o seu limite, um dos parâmetros para chegar nessa conclusão é o fato dos testes serem interrompidos por sensação de fadiga ou falta de coordenação para continuar e a frequência cardíaca máxima estimada não é alcançada. Outro estudo feito por Bhammar et al (2017)²⁶ citou que medições imprecisas podem fornecer diagnósticos errôneos de crianças que entrariam na classificação de “descondicionadas”, diferentemente de testes em laboratórios que tem um grau de erro muito pequeno. Portanto maior motivação, coordenação para economia de movimento e o fato de algumas crianças/adolescentes serem atletas podem modificar o resultado^{23,25}.

Exercícios com mais intensidade e curta duração tendem a motivar mais crianças e adolescentes, além de se mostrar mais efetivos para o ganho de VO_{2pico} ^{27,28}. Isso se traduz também na aplicação dos testes, pois os que possuem curta duração como o de teste de 6 minutos parece manter velocidade e cadencia mais constantes evitando piques e caminhadas, mostrando um resultado mais confiável²⁵.

A DVPC é maior em meninas confirmando que esse público tem o pico de crescimento anteriormente aos meninos²⁹. A maturação pode variar substancialmente entre indivíduos e ter um impacto no desempenho de adolescentes na mesma idade cronológica, impulsionado pelo desenvolvimento do sistema biológico (hormonal, neural, ósseo e muscular)¹⁴. Por isso a necessidade de avaliar a maturação sexual (com os estágios de Tanner)¹⁵ e a maturação somática¹⁴, podendo diagnosticar com mais precisão o desempenho físico esperado.

A razão cintura/quadril tem alta associação com o VO_{2pico} justamente por ser um indicador de gordura global dos participantes, e como já citado em diversos estudos^{2,13,16,22}, a adiposidade influencia diretamente na aptidão cardiorrespiratória e conseqüentemente no VO_{2pico} . Sabemos que a aptidão cardiorrespiratória vai diminuindo conforme a idade e sofre influencias do estilo de vida, gordura corporal, genética, sexo e maturação^{14,15,24}. Porém, intervenções precoces de exercício podem influenciar hábitos e condições físicas de desempenho na idade adulta.¹⁷

O VO_{2pico} variou entre 41 e 46 (ml/kg)/min em média, com valores mais altos atingidos pelos meninos. As associações indicaram que a razão cintura/quadril foi o indicador antropométrico que mais

se associou com o $VO_{2\text{pico}}$, independente da distância para o pico de velocidade do crescimento. Todavia quando analisamos os sexos em separado, essa associação manteve o padrão apenas nas meninas, indicando que o sexo é um moderador na associação entre razão cintura/quadril, maturação somática e $VO_{2\text{pico}}$ em adolescentes.

Referências

1. Ortega FB, Ruiz JR, Castillo MJ, Sjöström M. Physical fitness in childhood and adolescence: a powerful marker of health. *Int J of Obesity* 2008;32:1-11.
2. Andersen LB, Lauersen JB, Brond JC, Anderssen SA, Sardinha LB, Steene-Johannessen J, et al. A new approach to define and diagnose cardiometabolic disorder in children. *Journal of Diabetes Research* 2015;539835.
3. Taylor HL, Buskirk E, Henschel A. Maximal oxygen intake as an objective measure of cardio-respiratory performance. *J Appl Physiol* 1955;8:73-80.
4. Rodrigues AN, Perez AJ, Carletti L, Bissoli NS, Abreu GR. Maximum oxygen uptake in adolescents as measured by cardiopulmonary exercise testing: a classification proposal. *J Pediatr* 2006;82(6):426-30.
5. Heyward VH. Avaliação e prescrição de exercício: técnicas avançadas. 6ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.
6. Fritsch P, Pozza RD, Schetitska DE, Jokinen E, Cavrak VH, Hidvegi E, et al. Cardiovascular pre-participation screening in Young athletes: recommendations of the Association of European Paediatric Cardiology. 2017;27:1655-1660.
7. PROESP-BR. Gaya AC. Projeto esporte Brasil: Proesp-Br: indicadores de saúde e de desempenho esportivo em crianças e jovens. Ministério do esporte e turismo. Centro UFRGS de excelência esportivo. 2000.
8. Bergmann GG, Gaya ACA, Halpern R, Bergmann MLA, Rech RR, Constanzi CB. Pontos de corte para a aptidão cardiorrespiratória e a triagem de fatores de risco para doenças cardiovasculares na infância. *Rev Bras Med Esporte* 2010;16(5).
9. Bergmann GG., Bergmann MLA, Castro AAM, Lorenzi TD, Pinheiro ES, Moreira RB, et al. Use of the 6-minute walk/run test to predict peak oxygen uptake in adolescents. *Rev Bras Ativ Fis Saúde*. 2014;19(1):64-73.
10. Vacanti LJ, Sespedes LBH, Sarpi MO. O teste ergométrico é útil, seguro e eficaz, mesmo em indivíduos muito idosos, com 75 anos ou mais. *Arq Bras Cardiol* 2004;82(2):147-50.
11. Malina R. Crescimento, maturação e atividade física. São Paulo: Phorte, 2009.
12. Díez-Fernández A, Sánchez-López M, Mora-Rodríguez R, Notario-Pacheco B, Torrijos-Niño C, Martínez-Vizcaíno V. Obesity is a mediator of the influence of cardiorespiratory fitness on cardiometabolic risk: a mediation analysis. *Diabetes Care*. 2014;014;37:855-862.

13. Andaki ACR, Mendes EL, Segheto W, Franco FS, Tinôco ALA. Medidas Antropométricas e nível de atividade física predizem pressão arterial elevada em crianças. *Rev Bras Ativ Fis e Saude* 2016;21(2):181-189.
14. Towlson C, Cogley S, Parkin G, Lovell R. When does the influence of maturation on anthropometric and physical fitness characteristics increase and subside? *Scand J MedSci Sports* 2018;28(8):1946-1955.
15. Silva DAS, Martins PC. Impact of physical growth, body adiposity and lifestyle on muscular strength and cardiorespiratory fitness of adolescents. *J Bodyw Mov Ther* 2017;21(4):896-901.
16. Silva DR, Werneck AO, Collings PJ, Ohara D, Fernandes RA, Barbosa DS et al. Cardiorespiratory fitness effect may be under-estimated in ‘fat but fit’ hypothesis studies. *Ann of Human Biology* 2017;44(3):237-242.
17. Werneck AO, Silva DR, Oyeyemi AL, Fernandes RA, Romanzini M, Cyrino ES et al. Tracking of physical fitness in elementary school children: The role of changes in body fat. *American Journal of Human Biology* 2019;31(3):23221.
18. Gaya A. Projetos de pesquisa científica e pedagógica: o desafio da iniciação científica. Adroaldo Gaya e colaboradores. Belo Horizonte: Casa da Educação Física, 2016.
19. Mirwald RL, Baxter-Jones ADG, Bailey DA, Beunen GP. An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Med. Sci. Sports Exerc* 2002;34(4):689-694.
20. Ridder H, Olds T, Jones MM, Stewart A. International standards for anthropometric assessment. Lower Hutt: ISAK; 2011.
21. Filho VCB, Lopes AS, Fagundes RR, Campos W. Índices antropométricos em escolares de um município no sul do Brasil: análise descritiva utilizando o método LMS. *Rev. Paul Pediatr* 2014;32(4):333-341.
22. Gonçalves ECA, Nunes HEG, Silva DAS. Clusters of anthropometric indicators of body fat associated with maximum oxygen uptake in adolescents. *Plos One* 2018;13(3):e0193965.
23. MaggioABR, Vuistiner P, Crettenand A, Tabin R, Martin XE, Beghetti M et al. Adapting the “chester step test” to predict peak oxygen uptake in children. *Swiss Meical Weekly* 2017; 147:14435.
24. Carnethon MR, Gulati M, Greenland P. Prevalence and cardiovascular disease correlates of low cardiorespiratory fitness in adolescents and adults. *JAMA* 2005; 204(23).
25. Lorenzi TDC. Teste de corrida/caminhada de 6 e 9 minutos: validação e determinantes metabólicos em adolescentes [tese de mestrado]. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2006.
26. Bahammar DM, Stickford JL, Bernhard V, Babb TG. Verification of maximal oxygen uptake in obese and nonobese children. *Med Sci Sports Exerc* 2017; 49(4):702-710.
27. Thivel D, Masurier J, Baquet G, Timmons BW, Pereira B, Berthoin S et al. High-

intensity interval training in overweight and obese children and adolescents: systematic review and meta-analysis. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 2018.

28. McNarry MA, Lambrick D, Westrupp N, Faulkner J. The influence of six-week, high-intensity games intervention on the pulmonary oxygen uptake kinetics in prepubertal obese and normal-weight children. *Appl Physiol Nutr Metab* 2015; 40:1012-1018.

29. Bergmann GG, Garlipp DC, Silva GMG, Gaya A. Crescimento somático de crianças e adolescentes brasileiros. *Rev Bras Saude Matern Inf*