

Comparação das Variáveis Cardiorrespiratórias de Adolescentes Obesos e não Obesos em Esteira e Bicicleta Ergométrica

CLÍNICA MÉDICA NO
EXERCÍCIO E NO ESPORTE



ARTIGO ORIGINAL

Comparison of the Cardiorespiratory Variables of Obese and Non-Obese Adolescents on Treadmill and Ergometric Bicycle

Gerusa Eisfeld Milano
Neiva Leite

Núcleo de Pesquisa em Qualidade de Vida (NQV) - Universidade Federal do Paraná – Curitiba, PR.

Endereço para correspondência:

Gerusa Eisfeld Milano
Universidade Federal do Paraná – UFPR
Departamento de Educação Física
Núcleo de Pesquisa em Qualidade de Vida
Rua Coração de Maria, 92,
BR 116, km 95.
80215-370 – Curitiba, PR – Brasil
E-mail: gerusamilano@hotmail.com

Submetido em 10/01/2008
Versão final recebida em 28/11/2008
Aceito em 08/01/2009

RESUMO

O objetivo deste estudo foi investigar o consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}) em adolescentes obesos e não obesos em esteira e bicicleta ergométrica. O estudo foi transversal e descritivo com a amostra de 54 indivíduos obesos (23 meninos e 31 meninas) e 33 não obesos (16 meninos e 17 meninas) com idade entre 10 e 16 anos. Utilizou-se o critério dos *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC, 2000) para a classificação do índice de massa corporal (IMC). Foram avaliados o peso, estatura, índice de massa corporal (IMC) e IMC-escore Z. Para avaliação cardiorrespiratória foi realizado teste máximo em esteira e bicicleta ergométrica. Foram avaliados a frequência cardíaca máxima (FC_{max}), coeficiente respiratório (RER), consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}), tempo total de teste (TT) e carga final (w) na bicicleta ergométrica. Utilizou-se o teste de *t* de Student para a comparação dos ergômetros. Nas análises dos grupos, utilizou-se a ANOVA fatorial. Considerou-se significante $p < 0,05$. Os resultados revelaram que o peso, IMC e IMC-escore Z foram maiores nos obesos. Os valores de VO_{2max} absoluto ($l \cdot min^{-1}$) foram mais altos nos obesos, em ambos os gêneros, na esteira, sem diferenças entre os grupos na bicicleta. Entretanto, o VO_{2max} relativo ao peso corporal ($ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$) foi menor no grupo obeso e nas meninas, em ambos os ergômetros. A carga de trabalho na bicicleta foi similar entre os obesos e não obesos. Concluiu-se que os obesos apresentaram valores de VO_{2max} mais baixos que os não obesos em ambos os ergômetros. Entretanto, o fato de o indivíduo obeso na bicicleta suportar a mesma carga final que o não obeso sugere-se que a bicicleta pode ser indicado como o melhor ergômetro para obesos.

Palavras-chave: obesidade, VO_{2max} , ergômetros.

ABSTRACT

The aim of this study was to investigate the oxygen maximal uptake (VO_{2max}) in obese and non-obese adolescents on treadmill and ergometric bicycle. The study was transversal and descriptive with a sample of 54 obese individuals (23 boys and 31 girls) and 33 non-obese individuals (16 boys and 17 girls), mean age of 10-16 years. The criterion by the Centers for Disease Control and Prevention (CDC, 2000) was used for classification of body mass index (BMI). Weight, height, body mass index (BMI) and BMI-score Z were assessed. A maximal test on treadmill and ergometric bicycle was performed for cardiorespiratory assessment. Maximum heart rate (HR_{max}), respiratory coefficient (REC), maximal oxygen uptake (VO_{2max}), test total time (TT) and final load (w) on ergometric bicycle were assessed. Student's t-test was used for ergometers comparison. Factorial ANOVA was used in the groups' analysis and $p < 0.05$ was considered significant. The results revealed that weight, BMI and BMI-score Z were higher in the obese subjects. The absolute VO_{2max} (m^{-1}) values were higher in the obese subjects in both genders on treadmill, with no differences between the bicycle group. However, the VO_{2max} concerned with body weight ($ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$) was lower in the obese group and in girls in both ergometers. The workload on bicycle was similar between obese and non-obese subjects. As a conclusion, the obese subjects presented VO_{2max} values lower than the non-obese ones in both ergometers. Nevertheless, the fact that obese subjects can work with the same final load of the non-obese subjects suggests that the bicycle can be considered as the best ergometer for obese individuals.

Keywords: obesity, VO_{2max} , ergometers.

INTRODUÇÃO

O consumo máximo do oxigênio (VO_{2max}) é um dos melhores indicadores da aptidão cardiorrespiratória e um importante parâmetro preditivo de morbidades associadas⁽¹⁾. Além de diagnosticar o nível de condicionamento cardiorrespiratório, a avaliação do VO_{2max} é também utilizada para acompanhamento e prescrição do treinamento aeróbio em atletas e sedentários⁽²⁾.

A escolha do ergômetro e protocolo é fundamental para o sucesso na avaliação do consumo máximo de oxigênio. Teoricamente, espera-se que os testes realizados em ergômetros diferentes apresentem valores máximos não coincidentes entre si. Usualmente, a esteira e a bicicleta ergométrica são os ergômetros mais utilizados, tanto em crianças como

nos adultos, principalmente por reproduzir atividades habituais⁽³⁾. Na população em geral, são encontrados valores de VO_{2r} , em média, 10% mais altos na esteira quando comparados com os da bicicleta ergométrica⁽⁴⁾.

Na prática dos laboratórios clínicos brasileiros nota-se preferência pelos testes máximos na esteira em detrimento da bicicleta ergométrica; uma das razões alegadas são os maiores valores de VO_{2max} encontrados na esteira. Considerando as diferenças hemodinâmicas encontradas nos testes, sugere-se que estas sejam devidas ao efeito do peso corporal na sua realização e aos grupamentos musculares envolvidos⁽³⁾.

A sustentação ou não do peso é um fator relevante, principalmente em obesos, os quais possuem maior carga corporal a ser sustentada

durante a avaliação do consumo máximo de oxigênio. Entretanto, na população obesa, existe discordância a respeito da avaliação de VO_{2max} na esteira e bicicleta. O estudo de Loftin *et al.* (2004)⁽⁵⁾ relatou não haver diferenças nos valores máximos entre os ergômetros, sugerindo que ambos podem ser utilizados em obesos. Entretanto, Maffei *et al.* (1994)⁽⁶⁾ encontraram diferença entre os ergômetros, com os maiores valores na esteira do que na bicicleta ergométrica. Dessa forma, nota-se não haver consenso entre as pesquisas de VO_{2max} em populações pediátricas que apresentam excesso de peso, revelando, assim, carência de dados que indiquem o melhor ergômetro para a avaliação em obesos.

O objetivo deste estudo foi comparar os parâmetros cardiorrespiratórios em adolescentes obesos e não obesos obtidos em testes máximos realizados em esteira e bicicleta ergométrica.

MÉTODOS

Sujeitos

Participaram do estudo 87 voluntários, com idade entre 10 e 16 anos, de ambos os gêneros, estudantes da rede pública de Curitiba e atendidos na Unidade de Endocrinologia Pediátrica da Universidade Federal do Paraná. Foram divididos em dois grupos de acordo com o índice de massa corporal (IMC) proposto pela classificação dos *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC)⁽⁷⁾. O grupo obeso foi composto por 54 adolescentes (23 meninos e 31 meninas); o grupo não obeso, por 33 adolescentes (16 meninos e 17 meninas). Foram excluídos do estudo todos os indivíduos com sobrepeso, os pré-púberes e aqueles que apresentavam contra-indicações para a realização das avaliações. Todos os indivíduos e seus respectivos responsáveis preencheram um termo de consentimento, autorizando a avaliação e o uso dos seus dados. Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Paraná, atendendo à Resolução 196/96.

Instrumentos e procedimentos

1) Avaliação antropométrica – A massa corporal foi mensurada utilizando uma balança antropométrica (*Filizola*®) com resolução de 100g e a estatura foi determinada com um estadiômetro com escala de 0,1cm. A partir dessas duas variáveis, calculou-se o IMC. Para o cálculo do IMC-escore Z, utilizou-se o IMC de cada indivíduo subtraído do valor correspondente ao 50º percentil do IMC, dividido pelo desvio-padrão populacional, conforme valores disponibilizados pelo CDC⁽⁷⁾, para cada faixa etária e gênero.

2) Avaliação clínica – A avaliação foi realizada por um profissional da área de pediatria para detecção de eventuais doenças cardiovasculares nos participantes da pesquisa e para determinar o grau de maturação sexual⁽⁸⁾.

3) Aptidão aeróbia (VO_{2max}) – A análise cardiorrespiratória mensurou variáveis respiratórias e metabólicas através das trocas gasosas com um sistema metabólico direto (*Vista XT Metabolic System*, EUA) computadorizado (*Intel 486, DX2, 66MHz*), o qual forneceu informações acerca do consumo de oxigênio (VO_2), produção de dióxido de carbono (VCO_2), ventilação pulmonar (VE), equivalentes respiratórios de oxigênio (VE/VO_2) e gás carbônico (VE/VCO_2) e razão de troca res-

piratória ($RER = VCO_2/VO_2$). Foi utilizado um conjunto de máscara, gorro e turbina com vedação da boca e nariz levando o ar expirado ao equipamento de análise de gases. Para a monitoração da frequência cardíaca foi utilizado um frequencímetro cardíaco (*Polar – A1*).

Considerou-se VO_{2max} quando pelo menos dois dos seguintes critérios foram observados: a) exaustão ou inabilidade para manter a velocidade requerida; b) $RER > 1,0$; c) $FC > 190bpm$. Utilizou-se a média dos três maiores valores seguidos para o estabelecimento do VO_{2max} ⁽⁹⁾.

Na avaliação realizada em bicicleta ergométrica, utilizou-se o protocolo de McMaster⁽¹⁰⁾, a cadência foi de 60rpm, com a carga inicial de 25 watts (W), com aumento progressivo de carga em 25W para as meninas e meninos com estatura < 1,60m e em 50W para meninos com estatura $\geq 1,60m$, a cada dois minutos até o esforço máximo. Na esteira ergométrica, o protocolo utilizado foi o de Balke modificado, mantendo a velocidade fixa em 3,25mph e inclinação de 6%, com incremento de 2% a cada três minutos, até o esforço máximo⁽¹¹⁾. Entre os testes res- peitou-se o período mínimo de 24h e máximo de uma semana, sendo o primeiro realizado em esteira e o segundo em bicicleta ergométrica.

Análise estatística

Os dados foram apresentados através de estatísticas descritivas, tabelas e gráficos. Utilizou-se o teste de t de Student para dados pareados na comparação das médias aritméticas entre os ergômetros. Nas análises entre os grupos, utilizou-se a ANOVA fatorial. Realizaram-se as análises por meio do programa estatístico *Statistica 6.0*, considerando nível de significância de 5% ($p < 0,05$). Para o cálculo da amostra o número de participantes foi calculado para um poder estatístico (erro β) de 0,87; totalizando assim, no mínimo, 16 participantes para cada grupo e gênero.

RESULTADOS

Este estudo avaliou os valores de VO_{2max} em adolescentes obesos e não obesos na esteira e bicicleta ergométrica. As meninas e os meninos do grupo obeso apresentaram peso, IMC e IMC-escore Z maiores do que os do grupo não obeso ($p < 0,0000$), consequência da própria caracterização da amostra estudada. Os meninos obesos apresentaram idade menor do que os não-obesos; nas meninas não foram encontradas diferenças. Todos os indivíduos eram púberes.

O IMC das meninas obesas foi maior do que o dos meninos obesos ($p = 0,006$), mas sem diferenças na estatura e no IMC-escore Z. No grupo não obeso não houve diferenças no IMC e estatura entre os gêneros. Os valores médios e desvios-padrões (DP) das características gerais dos indivíduos estudados constam na tabela 1.

Todos os avaliados realizaram o teste cardiorrespiratório máximo em esteira e bicicleta ergométrica. Os critérios preestabelecidos como parâmetros máximos, a FC_{max} e o RER não diferiram entre os gêneros e grupos, em ambos os ergômetros. O tempo médio para duração do teste na esteira foi maior nos meninos do grupo não obeso ($p < 0,05$) do que no obeso; na bicicleta, não houve diferença entre os grupos. A carga final obtida no teste em bicicleta foi similar entre os grupos, os meninos apresentando maiores valores do que as meninas ($p < 0,000$) (tabela 2).

Os valores médios do VO_{2max} absoluto foram maiores nos obesos do que nos não obesos na esteira; não foram encontradas diferenças

Tabela 1. Média e desvio-padrão da idade, peso, estatura (est), IMC e IMC-escore Z

Variáveis	Meninos			Meninas		
	Não obeso (n = 16)	Obeso (n = 23)	p	Não obesas (n = 17)	Obesas (n=31)	p
Idade (anos)	14,14 ± 1,47	12,81 ± 1,61	p < 0,05	13,81 ± 1,95	13,57 ± 1,70	ns
Peso (kg)	54,94 ± 9,58	76,94 ± 14,37	p < 0,00	45,95 ± 7,62	83,83 ± 12,41	p < 0,00
Est (cm)	168,3 ± 9,10	161,51 ± 10,4	ns	156,3 ± 9,40	161,13 ± 6,01	ns
IMC (kg/m ²)	19,27 ± 1,83	29,32 ± 3,61	p < 0,00	18,70 ± 1,82	32,21 ± 3,86	P < 0,00
IMC Esc Z	-0,10 ± 0,72 ^c	3,37 ± 1,4	p < 0,00	-0,26 ± 0,55	3,63 ± 1,23	P < 0,00

Tabela 2. Média e desvio-padrão das variáveis cardiorrespiratórias em esteira (e) e bicicleta (b) ergométrica dos indivíduos estudados, divididos em obesos e não obesos e de acordo com o sexo

Grupos	Meninos			Meninas		
	Variáveis	Não obeso (n = 16)	Obeso (n = 23)	p	Não obesa (n = 17)	Obesa (n = 31)
FC _{Max} Est	196,50 ± 11,15	194,40 ± 10,42	ns	197 ± 8,62	192 ± 10,18	ns
FC _{Max} Bic	187 ± 16,14	183,27 ± 15,12	ns	189,5 ± 7,68	182,19 ± 10,16	ns
RER Est	1,00 ± 0,05	1,00 ± 0,1	ns	0,98 ± 0,03	1,01 ± 0,09	ns
RER Bic	1,02 ± 0,12	0,98 ± 0,04	ns	0,99 ± 0,07	1,00 ± 0,07	ns
VO _{2max} (l.min) ¹ Est	2,61 ± 0,72 ^c	2,77 ± 0,91	p < 0,05	2,00 ± 0,24 ^b	2,80 ± 0,69	p < 0,05
VO _{2max} (l.min) ¹ Bic	2,51 ± 0,66	2,57 ± 0,95	ns	1,82 ± 0,25	2,28 ± 0,40	ns
VO _{2max} ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹ Est	51,69 ± 5,96 ^{a,c}	36,88 ± 5,62	p < 0,00	41,05 ± 4,23 ^b	32,35 ± 5,1	p < 0,00
VO _{2max} ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹ Bic	50,33 ± 7,86 ^{a,c}	32,63 ± 6,88	p < 0,00	39,45 ± 5,33 ^b	26,84 ± 4,22	p < 0,00
TT (min) Est	20,10 ± 5,74 ^{a,c}	13,43 ± 3,80	p < 0,05	14,84 ± 4,08	10,44 ± 3,10	p < 0,05
TT (min) Bic	8,79 ± 1,56	8,84 ± 1,56	ns	8,65 ± 1,23	10,29 ± 1,73	ns
Carga (W) Bic	160 ± 42,82 ^a	131,48 ± 49,80	ns	123,18 ± 6,81	116,91 ± 26,63	ns

entre os gêneros. Na bicicleta, os meninos apresentaram maiores valores médios de VO_{2max} absoluto do que as meninas (p < 0,00), sem diferenças entre os obesos e não obesos. Os valores médios e desvios-padrões (DP) das variáveis cardiorrespiratórias obtidas no repouso e teste máximo constam na tabela 2.

O grupo obeso apresentou maiores valores de VO_{2max} ml.kg⁻¹.min⁻¹ obtidos na esteira do que na bicicleta ergométrica em ambos os gêneros (p < 0,000); entretanto, no grupo não obeso, apenas as meninas apresentaram maiores valores na esteira (p < 0,05); nos meninos não foram encontradas diferenças entre os ergômetros (figura 1).

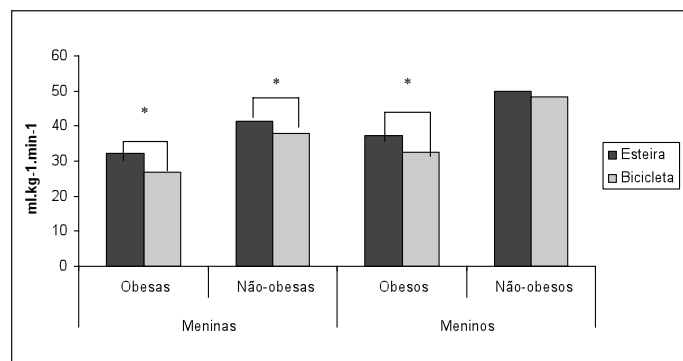


Figura 1. Valores médios de vo_{2max} (ml.kg⁻¹.min⁻¹) em esteira e bicicleta ergométrica nos indivíduos obesos e não obesos.

* Diferença entre ergômetros p < 0,05

DISCUSSÃO

A primeira proposta deste estudo foi avaliar os VO_{2max} obtidos na esteira e bicicleta ergométrica em adolescentes obesos e não obesos. Nos estudos que envolvem adolescentes, um fator relevante e que deve ser observado é o estágio maturacional, porque há íntima relação entre os valores de VO_{2max} e a fase puberal⁽¹²⁾. Especialmente em indivíduos obesos, a avaliação do estágio maturacional é mais importante do que a idade cronológica. Wang (2002)⁽¹³⁾ revelou que os adolescentes com excesso de peso apresentam tendência à maturação mais precoce quando comparados com os não obesos. Isso provavelmente ocorreu neste estudo, em que todos os indivíduos eram púberes, porém a idade cronológica foi menor nos meninos obesos do que nos não obesos.

A variável FC_{max} depende da idade cronológica⁽¹⁴⁾. Alguns autores⁽¹⁵⁻¹⁶⁾ sugerem que a FC_{max} também sofre influência pela obesidade. Estudo que comparou meninas obesas e não obesas encontrou valores de FC_{max} na esteira ergométrica menores naquelas (192 ± 9bpm) do que nestas

(203 ± 8bpm)⁽¹⁵⁾. Resultados semelhantes foram encontrados no trabalho de Norman *et al.* (2005)⁽¹⁶⁾, no qual adolescentes obesos (186 ± 13 e 175 ± 18bpm) também apresentavam menores valores do que os não obesos (196 ± 11 e 197 ± 17bpm), em teste de bicicleta e corrida de 12 minutos.

No entanto, outras pesquisas observaram semelhanças na FC_{max} obtidas em adolescentes obesos e não obesos, tanto na esteira⁽¹⁷⁻¹⁹⁾, como na bicicleta ergométrica⁽⁵⁾. No presente estudo, não foram encontradas diferenças significativas nas respostas fisiológicas da FC_{max} entre os grupos obesos e não obesos em ambos os ergômetros. Talvez a diferença na idade cronológica entre os meninos obesos e não obesos tenha minimizado as diferenças na FC_{max} entre os grupos.

Além de os estudos diferirem quanto à existência ou não de diferenças na FC_{max} entre obesos e não obesos, existe discordância a respeito dos valores de FC_{max} entre os ergômetros. Alguns trabalhos relataram valores similares na esteira e bicicleta ergométrica^(6,20); contudo, outros encontraram maiores valores na esteira⁽²¹⁾. Neste estudo, quando comparada a FC_{max} obtida nos ergômetros, os testes na esteira ergométrica apresentaram maiores valores do que na bicicleta. Outro parâmetro importante e que também apresenta grande flutuação junto com a FC_{max} é o RER. No estudo de Loftin *et al.* (2004)⁽⁶⁾, os valores do RER foram similares na esteira (0,93 ± 0,05) e bicicleta ergométrica (1,01 ± 0,08). Em crianças, o estudo de Goran *et al.* (2000)⁽²²⁾ mostrou valores similares entre obesas (1,03 ± 0,05) e não obesas (1,02 ± 0,07). Corroborando esses estudos, os valores de RER não diferiram entre os ergômetros na presente pesquisa, em gêneros e grupos.

Alguns autores sugerem a utilização do valor de platô de VO₂ para considerar o valor de VO_{2max}, porém, recentes investigações têm observado a dificuldade de ocorrer esse fenômeno em crianças⁽²³⁻²⁴⁾, sedentários⁽²⁵⁾ e indivíduos com doenças⁽²⁶⁾. Alguns autores têm utilizado o valor médio dos três maiores valores seguidos como VO_{2max} de cada indivíduo⁽¹¹⁾.

O VO_{2max} em valores absolutos está relacionado diretamente com o tamanho corporal; dessa forma, pesquisas relatam maiores valores em adolescentes obesos do que nos não obesos^(5,16,19); outros encontraram valores semelhantes entre os grupos^(17,27). Segundo Ekelund *et al.* (2004)⁽¹⁹⁾, o fato de o indivíduo obeso apresentar valores de VO_{2max} absoluto mais elevados ou semelhantes aos dos não obesos indica capacidade funcional preservada, pois a equação de Fick (que relaciona o oxigênio bombeado pelo coração e o captado pelo tecido) revela que o coração parece fornecer oferta adequada de oxigênio para o tecido muscular. Porém, quando expressos relativos ao peso corporal, os obesos, por ter maior massa corporal, apresentam menores valores do que os não obesos^(5,6,17,18,19,22,27).

Ao comparar os gêneros, os resultados deste presente estudo corroboram a literatura⁽¹²⁾ que reporta maiores valores de VO_{2max} em meninos que em meninas.

Harmansen e Satlin (1969)⁽⁴⁾ compararam o VO_{2max} relativo ao peso corporal em esteira e bicicleta ergométrica; encontraram que, em média, os valores de VO_{2max} são 10% maiores na esteira do que na bicicleta; essas diferenças foram atribuídas à fadiga muscular localizada e à menor massa muscular envolvida. O estudo de Maffei *et al.* (1994)⁽⁶⁾ obteve maior diferença nos valores de VO_{2max} relativo, entre obesos e não obesos, na bicicleta do que na esteira ergométrica. Entretanto, Loftin *et al.* (2004)⁽⁵⁾ relataram ter encontrado valores de VO_{2max} relativos em obesos semelhantes, tanto na esteira como na bicicleta ergométrica, indicando que ambos os ergômetros podem ser utilizados na avaliação, o que revela haver discordância na literatura quanto à avaliação de obesos em diferentes ergômetros.

No presente estudo, o grupo obeso apresentou VO_{2max} em valor absoluto superior ao do não obeso no teste em esteira, sem diferenças entre os gêneros. As obesas obtiveram 27% maior VO_{2max} em $l \cdot min^{-1}$ do que as não obesas e a diferença foi de 23,52% para os meninos obesos em relação aos não obesos. Entretanto, na bicicleta, o VO_{2max} absoluto não diferiu entre os grupos; foram observadas diferenças apenas entre os gêneros, os meninos apresentando maiores valores do que as meninas. As semelhanças do VO_{2max} absoluto em bicicleta ergométrica entre obesos e não obesos podem ser justificadas pela sustentação do corpo durante o teste. Na esteira, o obeso, por suportar a massa corporal na execução do teste, apresenta maior sobrecarga para uma mesma velocidade e inclinação, refletindo em maior valor de VO_{2max} absoluto.

Esta pesquisa corroborou o estudo de Maffei *et al.* (1994)⁽⁶⁾, pois, ao comparar o VO_{2max} em valores relativos ao peso corporal, as meninas não obesas apresentaram maior valor de VO_{2max} em ambos os ergômetros, sendo maior diferença na bicicleta (23,79%) do que na esteira ergométrica (18,31%) em relação às meninas obesas. Nos meninos não obesos os valores de VO_{2max} relativos foram 31,63% maiores no teste em bicicleta e 25,56% na esteira do que os meninos obesos. As meninas não obesas também apresentaram maiores valores de VO_{2max} relativo ao peso corporal na esteira em relação à bicicleta ergométrica. Somente os meninos do grupo não obeso apresentaram semelhanças entre os ergômetros em relação ao VO_{2max} relativo ao peso corporal.

Nesta pesquisa, a ausência de diferenças entre o VO_{2max} na esteira e bicicleta nos meninos não obesos pode ser resultado do protocolo utilizado na esteira, o qual ocasionou umas das limitações do estudo. O teste foi o mesmo para todos os grupos, o qual provocou um tempo longo de teste para os meninos não obesos. Provavelmente, ocasionaram valores de VO_{2max} mais baixos na esteira, visto que o tempo recomendado é em média de 10 ± 2 minutos⁽²⁸⁾. Mas o tempo do teste maior dos não obesos foi inevitável, pois o protocolo neste estudo foi escolhido de acordo

com as recomendações para a população pediátrica obesa⁽¹⁰⁾. Contudo, mesmo com essa limitação, os indivíduos não obesos apresentaram maiores valores de VO_{2max} relativo ao peso corporal do que os obesos. O estudo de Maffei *et al.* (1994)⁽⁶⁾, que comparou obesos e não obesos, também utilizou o mesmo protocolo para ambos os grupos. Porém, mesmo com maior tempo de teste, todos os grupos alcançaram os critérios preestabelecidos como parâmetros máximos.

Apesar de a bicicleta ergométrica apresentar os menores valores de VO_{2max} ($ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$) para indivíduos obesos, os valores de VO_{2max} absoluto e a carga de trabalho foram similares entre os grupos. Provavelmente porque na bicicleta ergométrica, com a sustentação do corpo no selim, houve a minimização da influência da massa corporal na avaliação da aptidão cardiorrespiratória, permitindo um teste máximo com cargas similares entre grupos obesos e não obesos.

Portanto, os resultados deste estudo indicaram que o teste cardiorrespiratório apresentou qualidade considerável, todos os avaliados atingindo os critérios para VO_{2max} de acordo com o proposto na literatura. Embora a amostra deste estudo seja por conveniência, ela representa os valores para o grupo investigado, porém, nossos dados não devem ser extrapolados para toda a população obesa. Sugerem-se novos estudos que utilizem diferentes protocolos como, por exemplo, o de rampa e com amostras em diferentes faixas etárias.

CONCLUSÕES

A comparação entre os ergômetros neste estudo revelou que no grupo obeso e nas meninas não obesas os valores médios de VO_{2max} foram superiores na esteira em relação à bicicleta ergométrica. No entanto, ao comparar a carga de trabalho máxima alcançada no teste em bicicleta, verificou-se que há equivalência das atividades entre obesos e não obesos, provavelmente pela característica do ergômetro em sustentar a massa corporal, através do selim. A bicicleta foi um ergômetro que facilitou a execução do teste em indivíduos obesos, sugerindo assim que, talvez, o obeso apresentasse maiores condições de executar os exercícios físicos e, conseqüentemente, proporcionasse maior adesão ao treinamento, quando o ergômetro não necessita suportar o peso corporal durante a atividade. Sugerem-se novos estudos que avaliem VO_{2max} de indivíduos obesos em diferentes ergômetros, faixas etárias e verificando a influência da massa corporal através do método alométrico.

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

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. American College of Sports Medicine ACSM'S Resource Manual for Guidelines for Exercise Testing and Prescription. 5th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2006.
2. Wilmore JH, Costill DL, editors. Fisiologia do Exercício. 1 ed. São Paulo: Manole; 2001.
3. Nader JA, Nery LE, editors. Fisiologia clínica do exercício: teoria e prática. 1 ed. São Paulo: Artes Médicas; 2003.
4. Harmansen L, Saltin B. Oxygen uptake during maximal treadmill and bicycle exercise. *J Appl Physiol* 1969; 26 (1):31-7.
5. Loftin M, Sothorn M, Warren B, Udall J. Comparison and VO_2 peak during treadmill and cycle ergometry in severely overweight youth. *JSSM* 2004; 3:254-60.
6. Maffei C, Schena F, Zaffanello M, Zocante L, Schultz Y, Pinelli L. Maximal aerobic power during running and cycling in obese and non-obese children. *Acta Paediatr* 1994; 83:223-226.
7. Kuczumski RJ, Ogden CL, Guo SS, Grummer-Strawn LM, et al. CDC growth charts: United States. *Advance data from vital and health statistics*; n. 314. Hyattsville, Maryland: National Center for Health Statistics, 2000.
8. Tanner JM. Normal growth and techniques of growth assessment. *Clin Endocrinol Metab* 1986; 15(3): 411-451.
9. Leite N. Obesidade Infanto-juvenil: efeito da atividade física e da orientação nutricional sobre a resistência a insulina. Tese de doutorado Universidade Federal do Paraná. 2005.
10. Bar-Or O. *Pediatric Sports Medicine for the Practitioner*. New York: Springer-Verlag, p. 315-338, 1983.
11. Rowland TW. Exercise and children's health. *Champaign: Human Kinetics Books*, 1990.
12. Geithner CA, Thomas MA, Eynde B, Maes H, Loos R, Peeters M, Claessens A, et al. Growth in Peak Aerobic Power during Adolescence. *Med. Sci. Sports Exerc* 2004; 36 (9):1616-24.
13. Wang Y. Is Obesity Associated With Early Sexual Maturation? A Comparison of the Association in American Boys Versus Girls. *Pediatrics* 2002; 110:903-10.
14. Tanaka H, Monahan KD, Seals DR. Age-Predicted Maximal Heart Rate Revisited. *JACC* 2001; 37(1): 153-6.
15. Loftin M, Sothorn M, Vanvrancken C, O'hlanon A, Udall J. Effect of obesity status on heart rate peak in female youth. *Clin Pediatr* 2003; 42:505-10.
16. Norman AC, Drinkard B, McDuffie JR, Ghorbani S, Yanoff LB, Yanovsk JA. Influence of Excess Adiposity on Exercise Fitness and Performance in Overweight Children and Adolescents. *Pediatrics* 2005; 115:690-6.
17. Zanonato S, Baraldi E, Santuz P, Rigon F, Vido L, Dalt LD, et al. Gas exchange during exercise in obese children. *Eur J Pediatr* 1989; 148: 614-7.
18. Marinov B, Kostianev S, Turnoska T. Ventilatory efficiency and rate of perceived exertion in obese and non-obese performing standardized exercise. *Clin Physiol Funct Imagin* 2002; 22(4): 254-260.
19. Ekelund U, Franks P, Wareham N, Åman J. Oxygen uptakes adjusted for body composition in normal-weight and obese adolescents. *Obes Res* 2004; 12(3): 513-520.
20. Araújo CG, Pinto VLM. Frequência cardíaca máxima em testes de exercício em esteira rolante e em cicloergômetro de membros inferiores. *ABC* 2005; 85(1):45-9.
21. Turley KR, Wilmore JH. Cardiovascular responses to treadmill and cycle ergometer exercise in children and adults. *J Appl Physiol* 1997; 83(3): 948-957.
22. Goran M, Fields DA, Hunter GR, Herd SL, Weinsier RL. Total body fat does not influence maximal aerobic capacity. *Int J Obes* 2000; 24:841-848.
23. Paridon SM, Alpert BS, Boas SR, Cabrera ME, Calderera LL, Daniels SR, et al. Clinical stress testing in the pediatric age group a statement from the american heart association council on cardiovascular disease in the young, committee on atherosclerosis, hypertension, and obesity in youth. *Circulation* 2006; 113:1905-20.
24. Karila C, Blic J, Waernsnyckle S, Benoist M, Scheinmann P. Cardiopulmonary Exercise Testing in Children An Individualized Protocol for Workload Increase. *Chest* 2001; 120 (1):81-7
25. Nader JA, Nery LE. Teste de Exercício Cardiopulmonar. *Jornal de Pneumologia* 2002; 28 supl.3.
26. Rowland TW, Cunningham LN. Oxygen uptake plateau during maximal treadmill exercise in children. *Chest* 1992; 101:485-9.
27. Loftin M, Sothorn M, Trodclair L, O'hlanon A, Miller J, Udall J. Scalp VO_2 peak in obese and non-obese girl. *Obes Rev* 2001; 9: 290-6.
28. Buchfuhrer Mj, Hansen JE, Robinson TE, Sue D, Wasserman K, Whipp B. Optimizing the exercise protocol for cardiopulmonary assessment. *J Appl Physiol* 1983; 55(5):1558-64.