

# Validade de Equações de Predição em Estimar o $VO_{2max}$ de Brasileiros Jovens a Partir do Desempenho em Corrida de 1.600m

CIÊNCIAS DO EXERCÍCIO  
E DO ESPORTE



ARTIGO ORIGINAL

## Predictive Equations Validity in Estimating the $VO_{2max}$ of Young Brazilians From Performance in a 1600 m Run

Jeeser Alves de Almeida  
Carmen S. G. Campbell  
Emerson Pardono  
Rafael da Costa Sotero  
Guilherme Magalhães  
Herbert Gustavo Simões

Laboratório de Avaliação Física e  
Treinamento (Lafit) - Universidade  
Católica de Brasília (UCB),  
Taguatinga, Distrito Federal, Brasil.

### Endereço para correspondência:

Prof. Jeeser Alves de Almeida e  
Prof. Dr. Herbert Gustavo Simões.  
Universidade Católica de Brasília.  
Programa de Mestrado e Doutorado  
em Educação Física.  
Sala G-116 – QS07 LT1 EPCT,  
Águas Claras – 72022-900 –  
Taguatinga, DF, Brasil.  
E-mails: jeeser@gmail.com  
hgsimoes@gmail.com

### RESUMO

O objetivo deste estudo foi analisar a validade da equação proposta por Cureton *et al.* (1995) " $VO_{2peak} = -8.41 (MRW) + 0.34 (MRW)^2 + 0.21 (Age \times Gender) - 0.84 (BMI) + 108.94$ " em estimar o  $VO_{2max}$  de brasileiros jovens a partir de um teste de 1.600 metros, e sugerir uma equação de predição que seja específica para essa população. Participaram do estudo 30 homens fisicamente ativos ( $23 \pm 3,1$ anos;  $74,8 \pm 5,8$ kg;  $1,78 \pm 0,05$ m;  $49,8 \pm 6,5$ mL.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>) que foram submetidos a um teste incremental máximo (TI) em esteira e um teste de desempenho em corrida de 1.600 metros. Os indivíduos foram divididos em dois grupos: G1 – para gerar uma equação de predição específica para  $VO_{2max}$  de brasileiros jovens e G2 – para aplicar ambas as equações a fim de analisar suas validades. Diferenças estatisticamente significativas foram observadas entre o  $VO_{2max}$  determinado diretamente no TI ( $50,1 \pm 7,1$ mL.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>) e os valores de  $VO_{2max}$  obtidos pela equação proposta por Cureton *et al.* ( $44,2 \pm 6,5$ mL.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>) com baixa correlação entre elas ( $r = 0,21$ ). A relação entre  $VO_{2max}$  e velocidade em corrida de 1.600m obtidos no G1 resultou na seguinte equação de predição: ( $VO_{2max} = 0,177 * 1.600V(m.min^{-1}) + 8,101$ ). Quando essa nova equação foi aplicada nos participantes do G2, o  $VO_{2max}$  predito ( $50,1 \pm 7,2$ mL.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>) não diferiu do  $VO_{2max}$  determinado diretamente ( $50,1 \pm 7,1$ mL.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>) com alta correlação entre eles ( $r = 0,81$ ). Assim, concluímos que a equação de Cureton *et al.* (1995), elaborada a partir de resultados de amostra norte-americana, subestimou o  $VO_{2max}$  de brasileiros jovens e fisicamente ativos. Por outro lado, a equação proposta no presente estudo se mostrou válida para estimar o  $VO_{2max}$  através do teste de desempenho de 1.600 metros para a população estudada.

**Palavras-chave:** teste de campo, consumo de oxigênio, avaliação indireta.

### ABSTRACT

The aim of the present study was to analyze the validity of predictive equation proposed by Cureton *et al.* (1995) for  $VO_{2peak} = -8.41 (MRW) + 0.34 (MRW)^2 + 0.21 (Age \times Gender) - 0.84 (BMI) + 108.94$  on estimating the  $VO_{2max}$  of young Brazilians from a 1600-m running performance, and to suggest a predictive equation specific for this population. 30 physically active young men ( $23 \pm 3.1$  age;  $74.8 \pm 5.8$  kg;  $1.78 \pm 0.05$  m;  $49.8 \pm 6.5$  mL.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>) who were submitted to an incremental exercise test (IT) on treadmill until exhaustion with gas analysis participated in this study. Subjects also performed a 1600-m running track test as fast as possible. The volunteers were randomly sorted in two groups: G1 – to generate a specific predictive equation for  $VO_{2max}$ , and G2 – to apply both predictive equations (actual and from Cureton *et al.*) to evaluate their validity on estimating  $VO_{2max}$  in a Brazilian population sample. Significant differences were observed between  $VO_{2max}$  directly identified on IT through gas analysis ( $50.1 \pm 7.1$  mL.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>) in relation to the results obtained by the predictive equation proposed by Cureton *et al.* (1995) ( $44.2 \pm 6.5$  mL.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>) with a weak relationship between them ( $r = 0.21$ ). The relationship between the  $VO_{2max}$  on IT and the running velocity on 1600-m as obtained for G1 resulted in the following predictive equation: ( $VO_{2max} = 0.177 * 1600V(m.min^{-1}) + 8,101$ ). When this new equation was applied on the participants of G2, the predicted  $VO_{2max}$  ( $50.1 \pm 7.2$  mL.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>) did not differ from  $VO_{2max}$  determined directly on IT ( $50.1 \pm 7.1$  mL.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>) with a high correlation between them ( $r = 0.81$ ). Thus, it was concluded that the Cureton *et al.* predictive equation developed with a North American population sample as grounding, underestimated the  $VO_{2max}$  of physically active young Brazilians. On the other hand, the predictive equation proposed on the present study was considered valid for this purpose through the 1600-m running performance for our participants.

**Keywords:** field test; oxygen consumption; indirect evaluation.

## INTRODUÇÃO

O consumo de oxigênio ( $VO_2$ ) é o volume de  $O_2$  captado em nível alveolar, transportado pela circulação sanguínea e consumido pelos tecidos, sendo que em intensidades de exercício no domínio severo o  $VO_2$  atinge seus valores máximos ( $VO_{2max}$ )<sup>(1,2,3)</sup>. O  $VO_{2max}$  é considerado um parâmetro fisiológico que permite avaliar o nível da capacidade funcional do sistema cardiorrespiratório e, portanto, tradicionalmente utilizado como referência de potência aeróbia<sup>(1,4)</sup> em avaliações diagnósticas da função cardiovascular<sup>(5,6)</sup>, bem como para prescrição de treinamento físico<sup>(7)</sup>.

Para mensurar diretamente o  $VO_{2max}$  geralmente se aplica um teste ergoespirométrico com cargas crescentes, seja em protocolo escalonado<sup>(8)</sup> ou em rampa<sup>(9)</sup>, a fim de obter as frações expiradas de oxigênio no momento de exaustão<sup>(3,10,11)</sup>. No entanto, equações de predição têm sido propostas e frequentemente utilizadas para estimar o  $VO_{2max}$  em diferentes populações<sup>(12,13,14,15)</sup>.

A estimativa do  $VO_{2max}$  por equações de predição em teste de campo proporciona a sua determinação de maneira menos onerosa por não necessitar de equipamentos específicos, profissionais especializados e nem de laboratórios equipados para realização de testes ergoespirométricos<sup>(16)</sup>, evidenciando ampla possibilidade de aplicação prática<sup>(2)</sup>.

Dentre os inúmeros protocolos utilizados para estimar indiretamente o  $VO_{2max}$  destaca-se o teste de corrida/caminhada de uma milha (1.600m) proposta pelo *Rockport Shoes Walking Institute*<sup>(17)</sup>, que é um teste de campo bastante utilizado, aplicável em diferentes indivíduos. Contudo, a relação entre o teste de corrida/caminhada de uma milha com o  $VO_{2max}$  de acordo com as faixas etárias em amostras pequenas é limitada<sup>(18,19)</sup>. Em 1995, Cureton *et al.*<sup>(15)</sup> elaboraram uma equação de predição do  $VO_{2max}$  para homens e mulheres de oito a 25 anos, em uma população norte-americana que incluía jovens universitários, utilizando uma regressão múltipla com variáveis obtidas em uma amostra de 495 indivíduos [ $VO_{2peak} = -8.41 (MRW) + 0.34 (MRW)^2 + 0.21 (Age \times Gender) - 0.84 (BMI) + 108.94$ ]. Porém, a validade dessa equação em estimar o  $VO_{2max}$  de indivíduos brasileiros ainda não foi investigada.

Assim, os objetivos do presente estudo foram: 1) Analisar a validade da equação proposta por Cureton *et al.*<sup>(15)</sup> em estimar o  $VO_{2max}$  de brasileiros jovens a partir do teste de corrida de 1.600m; e 2) elaborar e validar uma equação de predição do  $VO_{2max}$  que seja específica para brasileiros jovens, saudáveis e fisicamente ativos a partir do desempenho nesse mesmo teste.

## MÉTODOS

Trinta homens jovens, fisicamente ativos (praticantes de atividades físicas no mínimo três vezes na semana com duração de pelo menos 30 minutos) foram voluntários desta investigação, após ter assinado um termo de consentimento livre e esclarecido sobre os riscos e benefícios de sua participação. O comitê local de ética e pesquisa em seres humanos aprovou os envolvidos neste estudo (Parecer 45/2008). Foi recomendado aos participantes absterem-se de exercícios extenuantes, bem como do uso de qualquer recurso ergogênico, álcool ou cafeína durante as 24h que antecediam a realização dos seguintes testes de corrida:

### 1.600m

Nesse teste os voluntários correram a distância de 1.600 metros no menor tempo possível em pista de atletismo (400m) para cálculo da velocidade média (1.600Vm).

## Teste incremental ergoespirométrico em esteira (TI)

Foi aplicado um teste ergoespirométrico incremental em esteira *Imbramed Millenium Super ATL* (Porto Alegre, Brasil), sendo utilizado um protocolo de rampa com inclinação fixa de 1% e velocidade inicial de  $6\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ , com incrementos de  $0,75\text{km}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ <sup>(9)</sup> até a exaustão voluntária do participante. Análise de gases expirada era realizada respiração a respiração em analisador de gases *Cortex Metalyzer 3B* (Leipzig, Alemanha). Antes de cada teste o equipamento era calibrado utilizando-se de amostras com concentrações conhecidas de  $O_2$  e  $CO_2$ , e para calibração de fluxo era utilizada seringa de 3L. Os maiores valores de  $VO_2$  mensurados durante os últimos 20 segundos do teste (imediatamente antes da exaustão) eram consideradas como  $VO_{2max}$  (figura 1). Como critérios de exaustão foram considerados a razão de trocas respiratórias ( $R$ ) > 1,1, valores de frequência cardíaca acima de 95% da máxima teórica<sup>(20)</sup> e percepção subjetiva de esforço (PSE) acima de 17 na escala de Borg<sup>(21)</sup>.

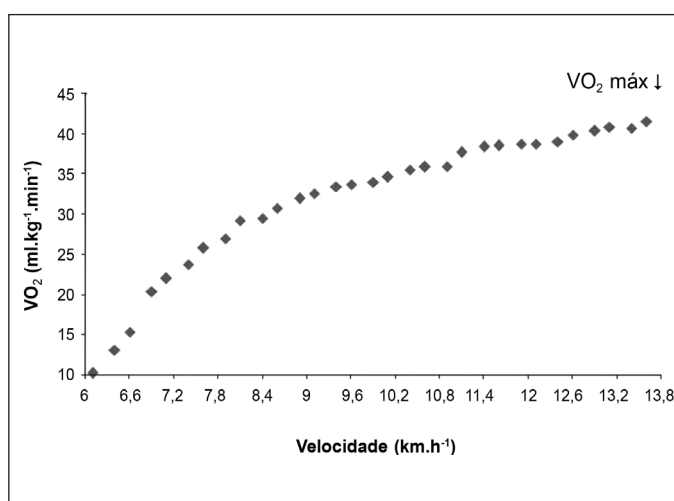


Figura 1. Exemplo de resposta do  $VO_2$  durante teste incremental no qual o  $VO_{2max}$  foi obtido.

Após a realização dos testes de 1.600m e TI, a amostra do estudo foi aleatoriamente dividida em dois grupos (G1,  $n = 15$ ) e (G2,  $n = 15$ ). As características dos participantes estão apresentadas na tabela 1 e os resultados demonstram que os grupos foram homogêneos (tabela 1).

Tabela 1. Características biométricas dos participantes do G1 e G2.

	Idade (anos)	Peso (kg)	Estatura (m)	IMC ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ )	GC (%)	1.600Vm ( $\text{m}\cdot\text{min}^{-1}$ )	$VO_{2max}$ TI ( $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ )
G1 ( $n = 15$ )	22,4 (3,5)	77,0 (8,5)	1,78 (0,04)	24,4 (2,5)	10,7 (4,9)	235,9 (34,6)	49,9 (6,6)
G2 ( $n = 15$ )	24,3 (3,7)	72,2 (4,6)	1,77 (0,04)	23,0 (1,9)	9,5 (4,1)	237,0 (40,6)	50,1 (7,1)

## Elaboração da equação de predição de $VO_{2max}$

A partir dos dados de  $VO_{2max}$  e a velocidade em teste de 1.600m do G1, foi aplicada regressão linear entre essas duas variáveis a fim de elaborar uma equação de predição a partir do desempenho de 1.600m (1.600Vm) e a seguinte equação de predição foi gerada:  $VO_{2max}(\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}) = 0,177 * 1.600Vm(\text{m}\cdot\text{min}^{-1}) + 8,101$  (figura 2).

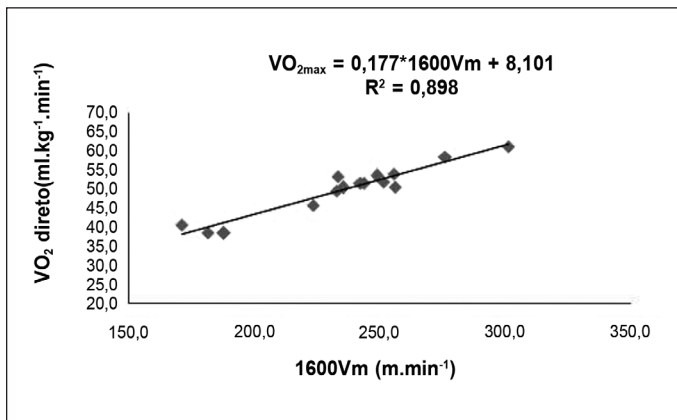


Figura 2. Regressão linear entre  $VO_{2max}$  direto ( $mL.kg^{-1}.min^{-1}$ ) e a  $1.600Vm$  ( $m.min^{-1}$ ) dos participantes do G1.

A partir do desempenho do teste de 1.600m, o  $VO_{2max}$  foi estimado para os participantes do G2 utilizando-se a equação gerada a partir dos dados do G1. O  $VO_{2max}$  também foi estimado nesse grupo a partir da equação proposta por Cureton *et al.*<sup>(15)</sup>, que também utiliza o desempenho no teste de 1.600m assim como idade, IMC, gênero para estimar o  $VO_{2pico}$ . Os valores de  $VO_{2max}$  preditos pelas diferentes equações foram comparados com o  $VO_{2max}$  determinado diretamente no TI com análise de gases expirados.

### Análise estatística

Os dados foram analisados e expressos em média e  $\pm$  desvio padrão (DP). ANOVA *one-way* foi aplicada utilizando o *software SPSS 15.0* para Windows e confrontados com um *post hoc* de Bonferroni para comparação entre os valores de  $VO_{2max}$  determinados pelos diferentes protocolos. Correlação de Pearson foi aplicada entre as variáveis estudadas e o nível de significância adotado foi de  $p < 0,05$ . O nível de concordância entre as variáveis foi analisado pelo método de Bland e Altman<sup>(22)</sup>.

## RESULTADOS

Os resultados da velocidade de corrida em 1.600m ( $m.min^{-1}$ ) e os valores de  $VO_{2max}$  obtidos no TI estão apresentados na tabela 1. Alta correlação foi observada entre o  $VO_{2max}$  direto e o desempenho em teste de corrida de 1.600m ( $r = 0,96$ ) para G1 (figura 2). A partir dessa análise foi gerada uma equação preditiva para  $VO_{2max}$  ( $VO_{2ind}Almeida = (0,177 * 1.600Vm (m.min^{-1}) + 8,101)$ ). Os valores de  $VO_{2max}$  determinados diretamente no TI ( $VO_{2max}TI$ ) e aqueles pela equação de predição do presente estudo, bem como o  $VO_{2max}$  estimado utilizando a fórmula de Cureton *et al.*<sup>(15)</sup> ( $VO_{2ind}Cureton$ ) estão expressos na tabela 2.

ANOVA *one way* não demonstrou diferença significativa entre o  $VO_{2max}TI$  com o  $VO_{2ind}Almeida$ , sendo observada alta correlação ( $r = 0,81$ ) entre os mesmos. Porém quando o  $VO_{2max}TI$  foi comparado ao  $VO_{2ind}Cureton$ , diferenças significativas ( $p = 0,02$ ) foram observadas com uma fraca correlação entre essas variáveis ( $VO_{2max}TI$  e  $VO_{2ind}Cureton$ ;  $r = 0,21$ ) e ( $VO_{2ind}Almeida$  e  $VO_{2ind}Cureton$ ;  $r = 0,22$ ).

Tabela 2. Valores de  $VO_{2max}$  obtidos no TI e nas equações propostas por Cureton *et al.* (1995) e pela equação proposta no presente estudo.

	$VO_{2max}TI$ ( $mL.kg^{-1}.min^{-1}$ )	$VO_{2ind}Almeida$ ( $mL.kg^{-1}.min^{-1}$ )	$VO_{2ind}Cureton$ ( $mL.kg^{-1}.min^{-1}$ )
G2	50,1 (7,1)	50,1 (7,2)	44,2* (6,5)

\*Diferença estatística significativa em relação ao  $VO_{2max}TI$  e  $VO_{2ind}Almeida$   $p \leq 0,05$

A técnica de Bland e Altman<sup>(22)</sup> mostrou concordância entre o  $VO_{2max}TI$  e o  $VO_{2ind}Almeida$ , o que não aconteceu entre o  $VO_{2max}TI$  e  $VO_{2ind}Cureton$ . A média das diferenças e limites de concordância entre  $VO_{2max}TI$  e  $VO_{2ind}Almeida$   $[-0,1 (7,3) m.min^{-1}]$  e  $VO_{2max}TI$  e  $VO_{2ind}Cureton$   $[-5,9 (14,7) m.min^{-1}]$  estão demonstrados nas figuras 3 e 4, respectivamente.

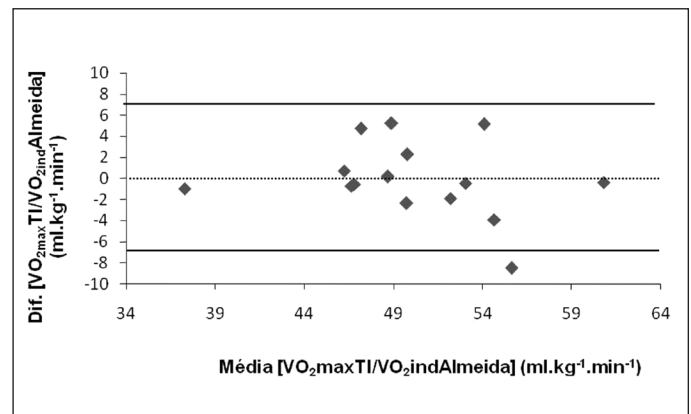


Figura 3. Limites de concordância entre  $VO_{2max}TI$  e  $VO_{2ind}Almeida$  (G2)

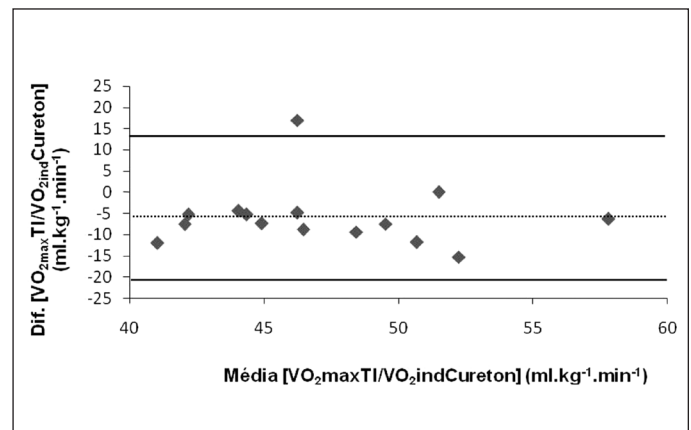


Figura 4. Limites de concordância entre  $VO_{2max}TI$  pela equação de Cureton *et al.* (G2)

## DISCUSSÃO

Os principais objetivos deste estudo foram analisar a validade da equação proposta por Cureton *et al.*<sup>(15)</sup> em estimar o  $VO_{2max}$  de indivíduos brasileiros, jovens e fisicamente ativos e propor uma equação que fosse específica para essa população. Um achado importante foi que a equação de predição de Cureton *et al.*<sup>(15)</sup> quando aplicada em nossos participantes subestimou valores de  $VO_{2max}$  mensurados diretamente no TI, apresentando fraca correlação entre eles ( $r = 0,21$ ). Uma possível explicação é que essa equação proposta foi gerada para uma população norte-americana, heterogênea e envolvendo indivíduos de oito a 25 anos de idade.

Equações de predição têm sua validade quando aplicadas em populações com características semelhantes às da amostra a partir da qual a equação foi gerada. Partindo dessa premissa, utilizando o teste de desempenho de 1.600 metros, elaboramos uma equação específica para indivíduos brasileiros, jovens e fisicamente ativos, utilizando uma amostra pequena, porém bastante homogênea. Tal equação, quando aplicada em amostra semelhante e comparada com os valores obtidos no  $VO_{2max}TI$ , produziu resultados fortemente correlacionados entre si ( $r = 0,81$ ).

Outras equações de predição com amostras pequenas utilizando o teste de desempenho de 1.600m são relatadas; por exemplo, temos estudos de Bono *et al.*<sup>(18)</sup> com crianças e adolescentes, Cureton *et al.*<sup>(23)</sup> em outro estudo com crianças, Rihisil e Kachadorian<sup>(24)</sup> com homens de meia-idade e Wiley e Shaver<sup>(25)</sup> em indivíduos jovens sedentários.

Estudos utilizando valores de  $VO_{2max}$  obtidos pela equação do teste de desempenho de 1.600 metros, proposto pelo *Rockport Shoes Walking Institute*<sup>(17)</sup>, com valores obtidos através de ergoespirometria, apresentaram fortes correlações, como encontrado no estudo de Kline *et al.*<sup>(26)</sup> ( $r = 0,92$ ). Similarmente, em nosso estudo tivemos alta correlação ( $r = 0,81$ ), ao comparar a equação proposta e resultados ergoespirométricos.

A importância de equações de predição de  $VO_{2max}$  como a proposta no presente estudo, está principalmente na possibilidade de avaliar grandes grupos, de forma prática, rápida, não invasiva e de baixo custo. A determinação do  $VO_{2max}$  ainda que de forma indireta, permite avaliar a aptidão cardiorrespiratória e inferir os riscos de desenvolver algumas doenças crônicas não transmissíveis, já que indivíduos com hipertensão, coronariopatias, síndrome metabólica,

diabetes tipo 2, entre outras, apresentam valores de  $VO_{2max}$  geralmente abaixo de  $25-30(mL.kg^{-1}.min^{-1})$ <sup>(27)</sup>. Por outro lado, elevados valores de  $VO_{2max}$  estão relacionados com melhor aptidão física e melhor função cardiovascular, podendo amenizar o declínio da funcionalidade contribuindo para um estilo de vida mais independente e saudável<sup>(4)</sup>.

## CONCLUSÃO

Concluimos que a equação de Cureton *et al.*<sup>(15)</sup>, elaborada para população norte-americana, subestimou o  $VO_{2max}$  de brasileiros jovens e fisicamente ativos. Contudo, a equação proposta no presente estudo se mostrou válida para estimar o  $VO_{2max}$  através do teste de desempenho de 1.600 metros para brasileiros jovens e saudáveis.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à MICROMED pelo apoio técnico ao presente estudo.

---

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

---

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Basset DR, Howley ET. Maximal oxygen uptake: "classical" versus "contemporary" viewpoints. *Med Sci Sports Exerc* 1997;29:591-603.
2. Basset DR, Howley ET. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Med Sci Sports Exerc* 2000;32:70-84.
3. Hill DW, Poole DC, Smith JC. The relationship between power and the time to achieve  $VO_{2max}$ . *Med Sci Sports Exerc* 2002;34:709-14.
4. American College of Sports Medicine. Guidelines for Exercise Testing and Prescription. 6th ed. Philadelphia: Lippincott, Williams & Wilkins, 2000.
5. Guazzi M, Myers J, Arena R. Cardiopulmonary exercise testing in the clinical and prognostic assessment of diastolic heart failure. *J Am Coll Cardiol* 2005;46:1883-90.
6. Blair SN, Kohl HW, Paffenbarger RS, Clark DG, Cooper KH, Gibbons IW. Physical fitness and all-cause mortality: a prospective study of healthy men and women. *JAMA* 1989;262:2395-401.
7. Billat VL, Flechet B, Petit B, Muriaux G, Koralsztein JP. Interval training at  $VO_{2max}$ : effects on aerobic performance and overtraining markers. *Med Sci Sports Exerc* 1999;31:156-63.
8. Behm DG, Sale DG. Velocity specificity of resistance training. *Sports Med* 1993;15:374-88.
9. Myers J, Buchanan N, Walsh D, Kraemer M, McAuley P, Hamilton WM, et al. Comparison of the ramp versus standard exercise protocols. *J Am Coll Cardiol* 1991;17:1334-42.
10. Nevill AM, Brown D, Godfrey R, Johnson PJ, Romer L, Stewart AD, et al. Modeling maximum oxygen uptake of elite endurance athletes. *Med Sci Sports Exerc* 2003;35:488-94.
11. Harling SA, Tong RJ, Mickleborough TD. The oxygen uptake response running to exhaustion at peak treadmill speed. *Med Sci Sports Exerc* 2003;35:663-8.
12. Fairbairn MS, Blackie SP, McElvaney NG, Wiggins BR, Pardy PD, Pardy RL. Prediction of heart rate and oxygen uptake during incremental and maximal exercise in healthy adults. *Chest* 1994;105:1365-9.
13. Wasserman K, Hansen JE, Sue DY, Whipp BJ. Principles of exercise testing and interpretation. 2nd ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 1994.
14. Jones NL, Makrides L, Hitchcock C, Chypchar T, McCartney N. Normal standards for an incremental progressive cycle ergometer test. *Am Rev Respir Dis* 1985;131:700-8.
15. Cureton KJ, Sloniger MA, O'Bannon JP, Black DM, McCormack WP. A generalized equation for prediction of  $VO_{2peak}$  from 1-mile run/walk performance. *Med Sci Sports Exerc* 1995;27:445-51.
16. Diaz FJ, Montano JG, Melchor MT, Guerrero JH, Tovar JA. Validation and reliability of the 1000 meter aerobic test. *Rev Invest Clin* 2000;52:44-51.
17. Rockport Walking Institute. Rockport fitness walking test. Malboro, MA: Rockport Walking Institute, 1986.
18. Bono MJ, Roby JJ, Micale FG, Sallis JF, Shepard WE. Validity and reliability of predicting maximum oxygen uptake via field tests in children and adolescents. *Pediatric Exer Sci* 1991;3:250-5.
19. McCormack WP, Cureton KJ, Bullock TA, Weyand PG. Metabolic determinants of 1-mile run/walk performance in children. *Med Sci Sports Exerc* 1991;23:611-7.
20. Issekutz B, Birkhead NC, Rodahl K. Use of respiratory quotients in assessment of aerobic capacity. *J Appl Physiol* 1962;17:47-50.
21. Borg G. Perceived exertion and pain scales. Champaign: Human Kinetics, 1998.
22. Bland JM, Altman DG. Measuring agreement in method comparison studies. *Stat Methods Med Res* 1999;8:135-60.
23. Cureton KJ, Boileau RA, Lohman TG, Misner JE. Determinants of distance running performance in children: analysis of a path model. *Res Q* 1977;48:270-9.
24. Rihisil PM, Kachadorian WA. Maximal oxygen intake prediction in young and middle-aged males. *J Sports Med Phys Fitness* 1969;9:17-22.
25. Wiley JF, Shaver LG. Prediction of maximum oxygen intake from running performances of untrained young men. *Res Q* 1972;43:89-93.
26. Kline GM, Porcari JD, Hintermeister, J. Estimation of  $VO_{2max}$  from a one-mile track walk, gender, age, and body weight. *Med Sci Sports Exerc* 1987;19:253-9.
27. Moreira SR, Simões GC, Hiyane WC, Campbell CSG, Simões HG. Identification of the anaerobic threshold in sedentary and physically active individuals with type 2 diabetes. *Rev Bras Fisioter* 2007;11:253-9.