

## Artigo Original

**Predição da potência aeróbia (VO<sub>2</sub>máx) de crianças e adolescentes em teste incremental na esteira rolante**Fabiana Andrade Machado <sup>1</sup>  
Benedito Sérgio Denadai <sup>2</sup><sup>1</sup> Departamento de Educação Física, Centro de Ciências da Saúde, Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá, PR, Brasil<sup>2</sup> Instituto de Biociências, UNESP - Univ Estadual Paulista, Campus de Rio Claro, Departamento de Educação Física, Rio Claro, SP, Brasil

**Resumo:** O consumo máximo de oxigênio (VO<sub>2</sub>máx) é a quantidade máxima de energia que pode ser produzida pelo metabolismo aeróbio em determinada unidade de tempo, podendo ser determinado direta ou indiretamente através de equações preditivas. O objetivo deste trabalho foi elaborar uma equação preditiva específica para determinar o VO<sub>2</sub>máx de meninos de 10 a 16 anos. Quarenta e dois meninos realizaram teste ergoespirométrico de corrida em esteira rolante com velocidade inicial de 9 km/h até exaustão voluntária. Através da regressão linear múltipla foi possível desenvolver a seguinte equação para a determinação indireta do VO<sub>2</sub>máx:  $VO_2máx (ml/min) = -1574,06 + (141,38 \times Vpico) + (48,34 \times Massa\ corporal)$ , com erro padrão de estimativa = 191,5 ml/min (4,10 ml/kg/min) e o coeficiente de determinação = 0,934. Sugerimos que esta é uma fórmula adequada para prever o VO<sub>2</sub>máx para esta população.

**Palavras-chave:** Equação preditiva. Método indireto. Aptidão aeróbia.

*Prediction of aerobic power (VO<sub>2</sub>max) of children and adolescents during an incremental treadmill test*

**Abstract:** The maximal oxygen uptake (VO<sub>2</sub>max) is the maximal quantity of energy that can be produced by the aerobic metabolism in certain time unity. It can be determined direct or indirectly by predictive equations. The objective of this study was to make a specific predictive equation to determine the VO<sub>2</sub>max from boys aged 10-16 years-old. Forty-two boys underwent a treadmill running ergospirometric test, with the initial velocity set at 9 km/h, until voluntary exhaustion. By the multiple linear regression was possible to develop the following equation for the indirect determination of the VO<sub>2</sub>max:  $VO_2max (ml/min) = -1574.06 + (141.38 \times Vpeak) + (48.34 \times Body\ mass)$ , with standard error of estimate = 191.5 ml/min (4.10 ml/kg/min) and coefficient of determination = 0.934. We suggest that this formula is appropriate to predict VO<sub>2</sub>max for this population.

**Keywords:** Predictive equation. Indirect method. Aerobic fitness.

### Introdução

O consumo máximo de oxigênio (VO<sub>2</sub>máx) juntamente com o limiar de lactato (LL) são considerados os melhores indicadores da aptidão aeróbia, sendo ambos amplamente utilizados para a predição da *performance*, para a avaliação dos efeitos do treinamento e identificação da adequada intensidade de esforço (BILLAT, 1996; BILLAT et al., 1999; NICHOLSON; SLEIVERT, 2001; BASSET; HOWLEY, 2000; PAPAPOULOS et al., 2006). O VO<sub>2</sub>máx é uma medida que reflete a quantidade máxima de energia que pode ser produzida pelo metabolismo aeróbio por uma determinada unidade de tempo, ou seja, a potência aeróbia (DENADAI, 2000).

A determinação do VO<sub>2</sub>máx pode ser feita de maneira direta ou indireta utilizando-se para isso equações preditivas. A determinação direta do VO<sub>2</sub>máx envolve equipamento de alto custo

(analisador metabólico de gases), pessoal especializado e um tempo adicional para os procedimentos de calibração deste equipamento. Por sua vez, os protocolos indiretos apresentam baixo custo e tempo reduzido para a sua realização, podendo ser realizados em laboratórios ou em campo, mas apresentam a desvantagem de uma menor fidedignidade dos valores de VO<sub>2</sub>máx encontrados.

Entre os protocolos indiretos comumente utilizados em laboratórios para a determinação da potência aeróbia em esteira rolante temos os protocolos de Bruce, Balke, Ellestad, Naughton e o de Rampa. Esses protocolos foram desenvolvidos para realização contínua, sem intervalo entre os estágios, e desta forma caso se pretenda determinar outras variáveis como o LL ou o limiar glicêmico, estes protocolos deverão ser adaptados, incorrendo em uma diminuição da

sua fidedignidade. Além disso, todos esses protocolos foram desenvolvidos considerando principalmente adultos em sua amostragem, apesar de também serem aplicados em crianças e adolescentes.

A aplicação de protocolos indiretos para crianças e adolescentes deve ser feita com muita cautela, devido tanto a carência de protocolos específicos para esta população, bem como devido aos processos que acompanham a puberdade. A adolescência é acompanhada pela maturação sexual e pelo estirão de crescimento, aumentando a estatura e a massa corporal do adolescente (MALINA et al., 2004). Esta fase é acompanhada também pelo desenvolvimento dos sistemas muscular e esquelético e do aumento na concentração de hemoglobina, que por sua vez promove um aumento da capacidade de oferta de oxigênio aos tecidos. Este aumento nas dimensões corporais, ocorrido na puberdade, implica em um aumento do tamanho pulmonar e do tamanho do coração alterando, portanto, os componentes ventilatórios e cardiovasculares das crianças (ROWLAND, 2008). Assim, não parece ser adequada a utilização, para esta clientela, de um protocolo elaborado para adultos.

Deste modo, os protocolos comumente utilizados em laboratório se mostram tanto inapropriados para a determinação indireta do  $VO_2$  máx para crianças e adolescentes como também inespecíficos para a determinação de outras variáveis relacionadas à aptidão aeróbia sem uma diminuição da fidedignidade dos valores referentes ao  $VO_2$  máx encontrados. Considerando ainda a carência na literatura de protocolos específicos para esta população, o objetivo deste estudo foi elaborar uma equação preditiva específica para a determinação indireta do  $VO_2$  máx de meninos de 10 a 16 anos de idade em teste progressivo descontínuo em esteira rolante.

## Métodos

### Participantes

Participaram deste estudo 42 meninos entre 10 e 16 anos de idade, aparentemente saudáveis e ativos. As características antropométricas da amostra foram: idade,  $13,2 \pm 1,5$  anos; massa corporal,  $49,2 \pm 13,8$  kg, estatura  $155,7 \pm 13,2$  cm e índice de massa corporal (IMC),  $19,9 \pm 3,1$  kg/m<sup>2</sup>. Nenhum dos participantes estava inserido em programas sistemáticos de treinamento. Todos os

procedimentos adotados foram previamente aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa local. A participação foi voluntária e isenta de qualquer bônus ou ônus aos sujeitos. Antes do início dos testes os responsáveis tomaram conhecimento de todos os procedimentos a que as crianças seriam submetidas assinando o termo de consentimento livre e esclarecido referente à sua participação nos testes.

### Teste incremental e variáveis cardiorrespiratórias

Previamente à realização do teste incremental em esteira rolante, os participantes realizaram uma visita ao laboratório para uma sessão de adaptação ao ergômetro e também para as mensurações das medidas antropométricas e avaliação da maturação sexual. Após a sessão de adaptação foi definida a velocidade inicial em 9 km/h com o intuito de não prolongar demasiadamente a duração do teste.

O teste incremental foi realizado em esteira rolante multiprogramável (Inbrasport Super ATL, Porto Alegre - Brasil). Após aquecimento de três minutos a 5 km/h, o teste iniciou-se com velocidade de 9 km/h, a qual foi incrementada de 1 km/h a cada 3 minutos e pausas de 20 segundos entre os estágios. A inclinação da esteira permaneceu constante em 1% e o teste foi mantido até a exaustão voluntária, sendo os participantes encorajados verbalmente a se manterem em exercício pelo maior tempo possível.

A determinação do consumo de oxigênio ( $VO_2$ ) foi realizada utilizando-se um sistema de ergoespirometria de circuito aberto (Aerosport Teem 100), que forneceu informações sobre o comportamento respiratório dos participantes a cada 20 segundos. O valor aceito para  $VO_2$  máx foi o maior valor registrado pelo sistema de captação de gases durante o teste. A frequência cardíaca (FC) foi constantemente monitorada através de frequencímetro (Polar Vantage XL). Cada teste foi considerado aceitável se um dos seguintes critérios fosse atingido: frequência cardíaca máxima ( $FC_{\max}$ ) > 200 bpm, RER > 1.0 ou sinais de esforço intenso (hiperventilação, rubor facial, descompasso de passadas, transpiração excessiva) (ARMSTRONG et al., 1996; RIVERA-BROWN et al., 1992; MAHON; MARSH, 1993). Todos os sujeitos apresentaram pelo menos um dos critérios estabelecidos.

### Elaboração da equação preditiva

A equação preditiva do VO<sub>2</sub>máx (variável dependente) foi elaborada através da regressão linear múltipla com o auxílio do programa estatístico SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) versão 17.0. Foram consideradas como variáveis independentes: pilosidade pubiana, idade cronológica, massa corporal, estatura, e velocidade final do teste incremental (Vpico). A maturação sexual foi avaliada visualmente por um experiente professor de educação física classificando os sujeitos nos níveis entre 1 a 5 de desenvolvimento da pilosidade pubiana de acordo com o modelo proposto por [Tanner](#) (1962). A idade cronológica foi computada na data de realização do teste incremental a partir da data de nascimento dos

sujeitos. Foi considerado como Vpico a velocidade referente ao último estágio completado.

### Análise estatística

Os dados são apresentados como média ± desvio padrão (DP) para todas as variáveis mensuradas. Os pressupostos para a aplicação da regressão linear múltipla de normalidade, independência e homocedasticidade dos erros foram confirmados através do teste de Shapiro-Wilk e do QQ-plot dos resíduos. O coeficiente de correlação de Pearson foi utilizado para relacionar o VO<sub>2</sub>máx direto e o predito. Análise de Bland-Altman ([BLAND; ALTMAN, 1986](#)) foi utilizada para calcular os limites de concordância entre a determinação direta e a predita do VO<sub>2</sub>máx. Adotou-se um nível de significância de  $P < 0,05$ .

## Resultados

Aplicando-se o método stepwise na regressão linear múltipla obteve-se a seguinte equação para a predição da potência aeróbia de meninos ativos entre 10 e 16 anos de idade:

$$VO_2\text{máx (ml/min)} = -1574,06 + (141,38 \times Vpico) + (48,34 \times \text{Massa corporal})$$

em que a Vpico e a massa corporal são expressas em km/h e kg, respectivamente.

O erro padrão da estimativa (EPE) foi de 191,5 ml/min (4,10 ml/kg/min) e o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) ajustado foi de 0,932. Os coeficientes de regressão relativos às variáveis independentes pilosidade pubiana, idade cronológica e estatura não foram significativamente diferentes de zero ( $P > 0,05$ ). A variável massa corporal determinou 88,2% do VO<sub>2</sub>máx absoluto enquanto a Vpico acrescentou 5,0% na explicação do VO<sub>2</sub>máx absoluto.

As correlações entre o VO<sub>2</sub>máx absoluto e as seguintes variáveis foram: 0,94 (massa corporal); 0,90 (estatura); 0,78 (pilosidade pubiana); 0,74 (idade cronológica) e 0,35 (Vpico). A massa corporal se correlacionou positivamente com a variável estatura ( $r=0,88$ ), pilosidade pubiana ( $r=0,78$ ) e idade cronológica ( $r=0,68$ ). As correlações entre o VO<sub>2</sub>máx relativo à massa corporal (ml/kg/min) e a pilosidade pubiana ( $r=-0,04$ ) e a idade cronológica ( $r=0,08$ ) não foram estatisticamente significantes ( $P > 0,05$ ).

**Quadro 1.** Valores preditos do VO<sub>2</sub>máx (ml/kg/min) em função da massa corporal (kg) e da velocidade final atingida no teste incremental (km/h).

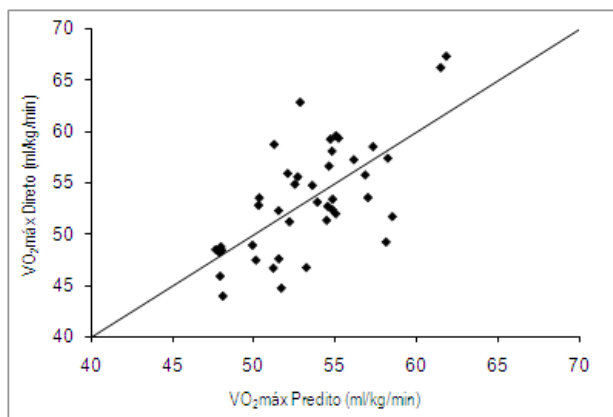
VALORES PREDITOS DO VO <sub>2</sub> máx (ml/kg/min)*						
Massa Corporal (kg)	Velocidade (km/h)					
	11	12	13	14	15	16
30	47,71	52,42	57,14	61,85	66,56	71,27
40	47,87	51,40	54,94	58,47	62,01	65,54
50	47,96	50,79	53,62	56,45	59,27	62,10
60	48,03	50,38	52,74	55,09	57,45	59,81
70	48,07	50,09	52,11	54,13	56,15	58,17

\* Erro padrão da estimativa: ±4,10 ml/kg/min.

No quadro 1 são apresentados os valores preditos do VO<sub>2</sub>máx (ml/kg/min) em função da

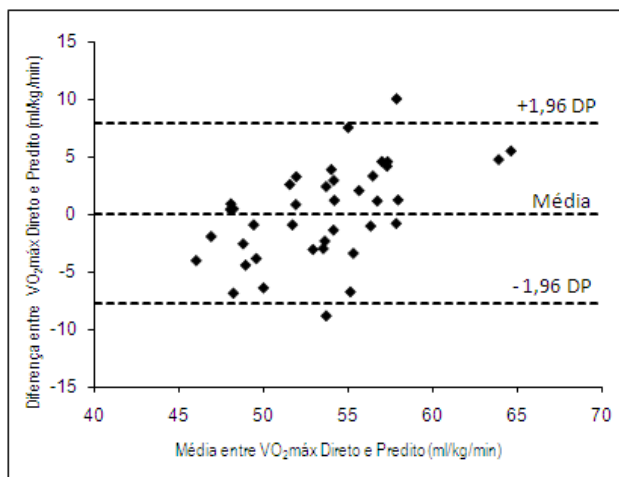
massa corporal (kg) e da Vpico (km/h) aplicando-se a equação preditiva acima apresentada.

Na figura 1 é apresentada a correlação entre o  $VO_2$ máx direto e o predito. O  $VO_2$ máx direto e o predito (média±DP) foram respectivamente de  $53,45\pm 5,45$  e  $53,38\pm 3,75$  ml/kg/min. Essa diferença entre as médias do  $VO_2$ máx direto e predito ocorreu pois o  $VO_2$ máx predito foi determinado inicialmente em ml/min e posteriormente dividido pela massa corporal para a sua obtenção em ml/kg/min para cada sujeito.



**Figura 1.** Correlação entre o  $VO_2$ máx Direto e o Predito ( $r = 0,68$ ).

Na figura 2 é apresentado a plotagem de Bland-Altman mostrando os limites de concordância entre o  $VO_2$ máx direto e o predito. O viés±DP foi de  $0,07\pm 4,00$  ml/kg/min.



**Figura 2.** Plotagem de Bland-Altman.

## Discussão

O objetivo deste estudo foi elaborar uma equação preditiva específica para a determinação indireta do  $VO_2$ máx de meninos de 10 a 16 anos de idade em teste progressivo descontínuo em esteira rolante. A principal contribuição deste trabalho foi a elaboração desta equação e de sua tabela correlata que podem ser utilizadas de

forma clínica e laboratorial para a determinação indireta da potência aeróbia de meninos ativos entre 10 e 16 anos de idade por meio de um protocolo de fácil aplicação que possibilita a verificação de outros indicadores da aptidão aeróbia sem a diminuição da fidedignidade do valor predito do  $VO_2$ máx.

O principal motivo para se determinar esta equação preditiva é que protocolos amplamente utilizados em laboratório como o protocolo de Bruce (BRUCE et al., 1973) ou o de Balke e Ware (BALKE; WARE, 1959) não foram desenvolvidos para crianças e adolescentes. Bruce et al. (1973), por exemplo, desenvolveram seu protocolo considerando grupos de sujeitos com idades superiores e inferiores a 45 anos, divididos em grupos sedentário e ativo. Os grupos de idade inferiores a 45 anos apresentaram média de idade de  $35,1\pm 7,4$  (ativos) e  $36,3\pm 7,1$  anos (sedentários). Já Balke e Ware (1959) desenvolveram uma equação preditiva do  $VO_2$ máx tendo como participantes 500 homens, entre civis e militares da força aérea dos Estados Unidos da América. Assim, Balke e Ware (1959) também não utilizaram crianças ou adolescentes no desenvolvimento da fórmula que desenvolveram para prever o  $VO_2$ máx em teste incremental em esteira rolante. Outros dois protocolos comumente utilizados em campo para prever o  $VO_2$ máx são os protocolos de 12 minutos de corrida de Cooper (COOPER, 1968) e o Shuttle run test desenvolvido por Léger e Lambert (LÉGER; LAMBERT, 1982). Da mesma forma, como nos protocolos anteriores, estes dois protocolos não foram desenvolvidos para crianças ou adolescentes, apesar de sua ampla utilização com essa clientela. Além disso, são influenciados pela motivação para se atingir a máxima performance, dificuldade adicional em se tratando, principalmente, de crianças.

Desta forma, visando obter valores representativos para meninos de 10 a 16 anos de idade desenvolvemos uma equação para a determinação indireta do  $VO_2$ máx. Esta fórmula se apresenta como uma alternativa para a predição do  $VO_2$ máx para uma clientela específica em um teste que se inicie a 9 km/h com incrementos de 1 km/h a cada 3 minutos e pausa de 20 segundos entre os estágios. Este protocolo, além de ser simples, possui a vantagem de não possuir a necessidade de incrementos na inclinação que só é viável em esteiras automáticas específicas. A pausa de 20



segundos entre os estágios é de fundamental importância caso se pretenda determinar outras variáveis relacionadas à aptidão aeróbia, como a velocidade de corrida referente à ocorrência do LL. Nesta, os incrementos devem ser apenas na velocidade e não na inclinação da esteira rolante, e os estágios deverão ser de pelo menos três minutos, pois estes provêm as medidas mais confiáveis e válidas para a predição da *performance* (BENTLEY et al., 2007).

De acordo com a fórmula apresentada o  $VO_2$  máximo absoluto aumenta tanto com o aumento da  $V_{pico}$  como com o aumento da massa corporal. Esse aumento do  $VO_2$  máximo absoluto com o aumento da massa corporal se deve a maior necessidade de energia requerida para sustentar e movimentar uma maior massa corporal (ROWLAND, 2008). Entretanto, quando observamos o quadro 1, verificamos que para as velocidades superiores a 11 km/h o  $VO_2$  máximo relativo à massa corporal (ml/kg/min) diminui com o aumento da massa corporal. Desta forma, conforme se verifica no quadro 1, uma criança de 40 kg que com  $V_{pico}$  de 13 km/h possuirá uma melhor potência aeróbia que um adolescente de 70 kg e  $V_{pico}$  de 14 km/h. Isto se deve provavelmente a uma melhor economia de corrida que acompanha os processos de crescimento e desenvolvimento que ocorrem na adolescência, resultando em um aumento da estatura, a qual influencia a relação entre o comprimento e a frequência de passadas para uma mesma velocidade (ROWLAND, 2008). Este é o principal erro que ocorre na aplicação de equações que não foram desenvolvidas para crianças e adolescentes. As equações de Bruce et al. (1973) para a potência aeróbia consideram apenas o tempo (ou a  $V_{pico}$ ) como variável independente, desconsiderando portanto, essa melhora na economia de corrida ao longo da puberdade.

Poderia-se esperar que para a predição do  $VO_2$  máximo para esta clientela seria necessário uma classificação através da idade cronológica ou maturação sexual (aqui representada pelos níveis de desenvolvimento da pilosidade pubiana). No entanto, é sabido que o  $VO_2$  máximo relativo à massa corporal (ml/kg/min) permanece inalterado para meninos entre 10 e 16 anos de idade (ROWLAND, 2008). Em relação ao  $VO_2$  máximo absoluto, apesar desta variável se correlacionar positivamente com a idade cronológica e pilosidade pubiana, sua maior correlação foi com a massa corporal, resultando que os coeficientes

de regressão para as variáveis idade cronológica e pilosidade pubiana não foram significativamente diferentes de zero. Desta forma, a variável responsável por explicar o  $VO_2$  máximo absoluto em termos de crescimento e desenvolvimento foi a massa corporal.

Embora a correlação entre o  $VO_2$  máximo direto e o  $VO_2$  máximo predito tenha sido apenas moderada e a plotagem de Bland-Altman tenha apresentando um amplo limite de concordância, esses valores precisam ser analisados com cuidado considerando-se o significado de se predizer a potência aeróbia. O  $VO_2$  máximo caracteriza-se pela perfeita integração do organismo em captar, transportar e utilizar oxigênio para os processos aeróbios de produção de energia durante esforço físico (DENADAI, 1999). É influenciado por diversos elementos, tanto centrais como periféricos, que influenciam tanto o débito cardíaco como a diferença arteriovenosa de oxigênio. Entre esses elementos podemos citar a ventilação, difusão de oxigênio na respiração, concentração de hemoglobina, tamanho do coração, mioglobina, tipo de fibra muscular, capilaridade muscular, tamanho e número de mitocôndrias musculares. Assim, diversos fatores influenciam no valor do  $VO_2$  e também do  $VO_2$  máximo.

Desta forma, considerando as diversas alterações que ocorrem entre os 10 e os 16 anos de idade, como alterações hormonais, aumento da massa corporal, aumento da concentração de hemoglobina, aumento do volume sistólico e do tamanho pulmonar (ROWLAND, 2008), percebe-se que a predição do  $VO_2$  máximo para os meninos certamente conterá um erro maior do que o apresentado por sujeitos adultos normais.

Conforme Powers e Howley (2009), a determinação do  $VO_2$  máximo por qualquer método indireto está associado a um erro inerente em comparação ao valor do  $VO_2$  máximo determinado diretamente. O erro padrão do  $VO_2$  máximo estimado a partir do último estágio de um teste máximo é tipicamente 3 ml/kg/min. Se o  $VO_2$  máximo for estimado a partir do teste de corrida de 12 minutos o erro padrão será de 5 ml/kg/min. Conforme apresentado por Leger e Lambert (1982) o erro padrão da estimativa dos protocolos individualizados para esteira rolante de Balke, Bruce e para a corrida de 12 minutos de Cooper é maior que 3 ml/kg/min. Powers e Howley (2009) ainda citam que, apesar de valores de erro padrão

relativamente grandes poderem sugerir que esses testes têm pouco valor, isto não é verdade, visto que os testes indiretos são confiáveis e podem ser utilizados para verificar a melhora do condicionamento cardiorrespiratório de indivíduos que realizam o mesmo teste ao longo do tempo.

A principal limitação da equação desenvolvida neste estudo é o número de sujeitos. Apesar desta limitação, a amostra de 42 sujeitos foi suficiente para se obter uma equação com um EPE razoável, visto as dificuldades e os erros inerentes para predição do  $\text{VO}_2\text{máx}$  e a redução do EPE. Desta forma, entendemos que a equação apresentada se mostra mais adequada para a clientela pediátrica e esta equação poderá ser validada em outros estudos, corroborando em sua aplicação.

Assim, podemos concluir que a equação preditiva para o  $\text{VO}_2\text{máx}$  desenvolvida e aqui apresentada se mostra adequada para meninos de 10 a 16 anos de idade sendo que o erro padrão da estimativa ficou dentro do esperado para esta população. Desaconselhamos a utilização de protocolos convencionais desenvolvidos para adultos para esta população específica, visto que os erros inerentes a estes protocolos serão intensificados pelas diversas mudanças que ocorrem na adolescência, sendo muito mais apropriada a utilização deste protocolo ou de outros que sejam desenvolvidos especificamente para esta população.

## Referências

- ARMSTRONG, N.; WELSMAN, J.; WINSLEY, R. Is peak  $\text{VO}_2$  a maximal index of children's aerobic fitness? **International Journal of Sports Medicine**, v.17, n.5, p.356-359, 1996. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8858407>>. Acesso em: 27 fev. 2013.
- BALKE, B.; WARE, R.W. An experimental study of physical fitness of Air Force personnel. **United States Armed Forces Medical Journal**, v.10, n.6, p.675-688, 1959.
- BASSET, D.R., HOWLEY, E.T. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.32, n.1, p.70-84, 2000. Disponível em: <[http://journals.lww.com/acsm-msse/Abstract/2000/01000/Limiting\\_factors\\_for\\_maximum\\_oxygen\\_uptake\\_and.12.aspx](http://journals.lww.com/acsm-msse/Abstract/2000/01000/Limiting_factors_for_maximum_oxygen_uptake_and.12.aspx)>. Acesso em: 29 mai. 2010.
- BENTLEY, D.J.; NEWELL, J.; BISHOP, D. Incremental exercise test design and analysis: implications for performance diagnostics in endurance athletes. **Sports medicine**, v.37, n.7, p.575-586, 2007. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17595153>>. Acesso em: 28 fev. 2013.
- BILLAT, V.L. Use of blood lactate measurements for prediction of exercise performance and for control of training. **Sports Medicine**, v.22, n.3, p.157-175, 1996. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8883213>>. Acesso em: 28 fev. 2013.
- BILLAT, V.L.; FLECHET, B.; PETIT, B.; MURIAUX, G.; KORALSZTEIN, J.P. Interval training at  $\text{VO}_2\text{max}$ : effects on aerobic performance and overtraining markers. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.31. (1) p.156-163, 1999. Disponível em: <[http://journals.lww.com/acsm-msse/Abstract/1999/01000/Interval\\_training\\_at\\_VO2max\\_spacing\\_dot\\_above\\_O2max\\_24.aspx](http://journals.lww.com/acsm-msse/Abstract/1999/01000/Interval_training_at_VO2max_spacing_dot_above_O2max_24.aspx)>. Acesso em: 29 mai. 2010.
- BLAND, J.M.; ALTMAN, D.G. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. **Lancet**, v.1, n.8476, p.307-310, 1986. [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(86\)90837-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(86)90837-8).
- BRUCE, R.A.; KUSUMI, F.; HOSMER, D. Maximal oxygen intake and nomographic assessment of functional aerobic impairment in cardiovascular disease. **American Heart Journal**, v.85, n.4, p.546-551, 1973. [http://dx.doi.org/10.1016/0002-8703\(73\)90502-4](http://dx.doi.org/10.1016/0002-8703(73)90502-4).
- COOPER, K.H. A means of assessing maximal oxygen intake. Correlation between field and treadmill testing. **Journal of the American Medical Association**, v.203, n.3, p.201-204, 1968. Disponível em: <<http://jama.ama-assn.org/cgi/reprint/203/3/201>>. Acesso em: 29 mai. 2010.
- DENADAI, B.S. **Índices fisiológicos de avaliação aeróbia: conceitos e aplicações**. Ribeirão Preto: BSD, 1999.
- DENADAI, B.S. **Avaliação aeróbia: determinação indireta da resposta do lactato sanguíneo**. Rio Claro: Motrix, 2000.
- LÉGER, L.A.; LAMBERT, J. A maximal multistage 20-m shuttle run test to predict  $\text{VO}_2\text{max}$ . **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v.49, n.1, p.1-12, 1982. <http://dx.doi.org/10.1007/BF00428958>.
- MAHON, A.D.; MARSH, M.L. Ventilatory threshold and  $\text{VO}_2$  plateau at maximal in 8- to 11-year old

children. **Pediatric Exercise Science**, v.5, n.4, p.332-338, 1993. Disponível em: <<http://journals.humankinetics.com/pes-back-issues/pesvolume5issue4november/ventilatorythresholdandvo2plateauatmaximalexercisein8to11yearoldchildren>>. Acesso em: 28 fev. 2013.

MALINA, R.M.; BOUCHARD, C.; BAR-OR, O. **Growth, maturation and physical activity**. Champaign: Human Kinetics, 2004.

NICHOLSON, R.M.; SLEIVERT, G.G. Indices of lactate threshold and their relationship with 10-km running velocity. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.33; n.2, p.339-342, 2001. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11224827>>. Acesso em: 28 fev. 2013.

PAPADOPOULOS, C.; DOYLE, J.A.; LABUDDE, B.D. Relationship between running velocity of 2 distances and various lactate parameters. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v.1, n.3, p.270-283, 2006. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19116440>>. Acesso em: 29 mai. 2010.

POWERS, S.K.; HOWLEY, E.T. **Fisiologia do Exercício - Teoria e Aplicação ao Condicionamento Físico e ao Desempenho**. 6ª. ed. São Paulo: Manole, 2009.

RIVERA-BROWN, A.M.; RIVERA, A.M.; FRONTERA, W.R. Applicability of criteria for VO<sub>2</sub>max in active adolescents. **Pediatric Exercise Science**, v.4, n.4, p.331-339, 1992. Disponível em: <<http://journals.humankinetics.com/pes-back-issues/pesvolume4issue4november/applicabilityofcriteriaforvo2maxinactiveadolescents>>. Acesso em: 28 fev. 2013.

ROWLAND, T.W. **Fisiologia do exercício na criança**. 2ª. ed. Barueri: Manole, 2008.

Tanner JM. **Growth and adolescent**. 2nd ed. Oxford: Blackwell Scientific Publication, 1962.

Endereço:

Fabiana Andrade Machado  
Avenida Colombo, 5.790 Jd. Universitário  
Maringá PR Brasil  
87020-900  
Telefone: (44) 3011-4315  
e-mail: famachado\_uem@hotmail.com

*Recebido em: 6 de julho de 2010.*

*Aceito em: 8 de fevereiro de 2013.*



Motriz. Revista de Educação Física. UNESP, Rio Claro, SP, Brasil - eISSN: 1980-6574 - está licenciada sob [Creative Commons - Atribuição 3.0](https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/)