

Avaliação do consumo máximo de oxigênio ($\dot{V}O_{2max}$) pelo desempenho máximo de 200 metros

Oliveira, J.G.S.V., Simionato, A.R., Siqueira, L.O.C., Pestana, D., Sancassani, A. Pessôa Filho D.M.,

Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências (FC), Bauru, São Paulo, Brasil

Resumo

O presente estudo comparou os valores avaliados do consumo máximo de oxigênio ($\dot{V}O_{2max}$) por teste incremental escalonado padronizado (TIE) com a estimativa do $\dot{V}O_{2max}$ ao final do desempenho em 200 metros ($\dot{V}O_{2picoEE}$) estimado por retro-extrapolação. Vinte nadadores: 16,7 anos ($\pm 2,4$), 173,5 cm ($\pm 10,2$) e 66,3 kg ($\pm 10,6$ kg) realizaram duas etapas experimentais: (1) teste de desempenho máximo em 200 metros; e (2) teste incremental escalonado (TIE). O TIE (6 x 250m e 1 x 200 por estágio à 50-55-60-70-80-90-100% v200m, respectivamente). A permuta gasosa pulmonar foi analisada respiração-a-respiração (CPET K4b², acoplada ao new-AquaTrainer®) durante e após os 200m e TIE. A retro-extrapolação consistiu em uma regressão linear sobre a curva $\dot{V}O_2$ -tempo, projetando para y0 (= $\dot{V}O_{2picoEE}$). O teste-T independente comparou $\dot{V}O_{2max}$ vs. $\dot{V}O_{2picoEE}$ após 200m; e coeficiente de dispersão (r^2) analisou a correlação entre estes valores. O nível de significância foi estabelecido em $p \leq 0,05$. Não foram observadas diferenças ($p = 0,99$) ao comparar o valor do $\dot{V}O_{2max}$ ($3674,8 \pm 611,2 \text{ ml} \times \text{min}^{-1}$) com $\dot{V}O_{2picoEE}$ após 200m ($3421,8 \pm 573,9 \text{ ml} \times \text{min}^{-1}$). Houve correlação moderada ($R^2 = 0,76$) entre $\dot{V}O_{2max}$ e $\dot{V}O_{2picoEE}$ em 200m. Assim, é possível estimar o $\dot{V}O_{2max}$ pelo $\dot{V}O_{2picoEE}$ em 200m, contudo há possibilidade da retro-extrapolação após 200m subestimar o $\dot{V}O_{2max}$, devido ao poder explicativo moderado.

Palavras chaves: cinética do $\dot{V}O_2$, recuperação pós-exercício, desempenho de nado, retro-extrapolação.

Abstract

The present study compared the maximal oxygen uptake ($\dot{V}O_{2max}$) values obtained through an incremental step-test with an estimative of $\dot{V}O_{2max}$ obtained after a maximal 200m trial ($\dot{V}O_{2peakEE}$), using the back-extrapolation procedures. Twenty swimmers: 16,7 years ($\pm 2,4$), 173,5 cm ($\pm 10,2$) and 66,3 kg ($\pm 10,6$) performed two experimental conditions: (1) maximal 200m trial; and (2) incremental step-test (TIE), which consisted of 6x250m intervals plus 1x200m. The swimming velocity for each step ranged from: 50-55-60-70-80-90-100% of v200m. The pulmonary gas exchange was analyzed breath by breath (CPET K4b², attached on new-AquaTrainer®) during and post 200m and TIE performance. The back-extrapolation consisted in a linear regression of the curve $\dot{V}O_2$ -Time, projected on y0 (= $\dot{V}O_{2peakEE}$). The independent T-test compared $\dot{V}O_{2max}$ vs $\dot{V}O_{2peakEE}$ after 200m, and the dispersion coefficient (r^2) measured the actual correlation between these two variables. The significance was set at $p \leq 0,05$. No significant difference was observed between $\dot{V}O_{2max}$ and $\dot{V}O_{2peakEE}$. The observed correlation was moderate ($r^2 = 0,76$). Therefore, our study suggest that back-extrapolation from 200m trial could estimate $\dot{V}O_{2max}$ through $\dot{V}O_{2peakEE}$. However, there is also a possible underestimation of $\dot{V}O_{2max}$ when back-extrapolation method is used, due to moderate correlation coefficient value.

Key-words: $\dot{V}O_2$, kinetics, post-exercise recovery, swimming performance, back-extrapolation.

Introdução

A retro-extrapolação na natação consiste na mensuração de valores de $\dot{V}O_2$ (consumo de oxigênio) imediatamente após o exercício, por meio da aplicação de procedimento de regressão linear simples entre o tempo e

os valores de $\dot{V}O_2$ da recuperação (Montpetiti et al. 1981). Este método é proposto em substituição à implementação de equipamentos que tendem a prejudicar a posição e movimentos corporais durante o nado (Jalab et al. 2011). Alguns estudos têm evidenciado que amostras de $\dot{V}O_2$ em diferentes instantes da recuperação pós-exercício (8, 20, ou 40 segundos) estimam o $\dot{V}O_2$ durante o nado sem prejuízos ao gesto natural dos nadadores (Leger et al. 1980, Souza et al. 2011). A validade deste procedimento tem sido verificada na avaliação da aptidão aeróbia máxima ($\dot{V}O_{2max}$) dos nadadores, com algumas informações evidenciando que a retro-extrapolação pode substituir a utilização de equipamentos durante o teste incremental (Montpetiti et al. 1981). Outros estudos também propõem a retro-extrapolação após o desempenho de 200m é capaz de substituir o teste incremental na avaliação do $\dot{V}O_{2max}$. Todavia, os estudos que estimaram o $\dot{V}O_{2max}$ por teste único, não os compararam com valores de $\dot{V}O_{2max}$ obtidos em teste incremental. Tampouco analisaram a semelhança do perfil de recuperação do $\dot{V}O_2$ entre os testes constantes e incremental. Desta forma, o presente estudo pretende comparar os valores estimados por retro-extrapolação após desempenho de 200m, com aqueles observados durante um teste incremental padrão, e também descrever as similaridades entre os perfis de recuperação.

Método

Participaram deste estudo 20 (vinte) nadadores: 16,7 anos ($\pm 2,4$), 173,5 cm ($\pm 10,2$) e 66,3 kg ($\pm 10,6$). Os atletas receberam informações sobre os protocolos, preencheram e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido. Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética local da Universidade, sob CAEE: 54372516.3.0000.5398.

Procedimentos Experimentais

Os sujeitos realizaram duas etapas experimentais: (1) teste de desempenho máximo em 200 metros; (2) teste incremental escalonado (TIE). O TIE (6 x 250m e 1 x 200 por estágio à 50, 55, 60, 70, 80, 90, 100% da v200m, respectivamente) foi realizado até a exaustão. A permuta gasosa pulmonar foi analisada respiração-a-respiração durante e após o desempenho em v200m e TIE, por uma unidade metabólica automatizada e portátil (CPET K4b², Cosmed), que foi acoplada a um snorkel específico (new-AquaTrainer®) e validado na natação. O $\dot{V}O_{2max}$ foi considerado o maior valor médio (30s) de $\dot{V}O_2$ atingido durante o TIE. Por sua vez, o $\dot{V}O_2$ ao final do desempenho de 200m foi considerado como amplitude média (15s) máxima ao final do esforço ($\dot{V}O_{2EE}$).

Análise da Cinética do $\dot{V}O_2$

Após o desempenho de 200m e o último estágio do TIE (7º estágio), o $\dot{V}O_2$ amostrado foi alinhado ao tempo, excluindo os ruídos de cada conjunto de dados e interpolados segundo-a-segundo, como sugerido por DiMenna & Jones (2009). A descrição matemática da

cinética do $\dot{V}O_2$ pós-exercício foi realizada empregando um ajuste mono-exponencial (Equação 1) com tempo de início da reposta (“time-delay”, TD) (DiMenna; Jones, 2009).

$$\dot{V}O_2(t) = \dot{V}O_{2b} + A_1 \left[1 - e^{-(t-TD)/\tau} \right] \quad (\text{Eq. 1})$$

Na qual $\dot{V}O_{2b}$ é a linha de base do $\dot{V}O_2$ (valor médio de 10 minutos prévio à atividade). O aumento fisiologicamente relevante do $\dot{V}O_2$ na fase I (A_1), ou componente “primário” da resposta foi determinado, assim como a constante temporal de ajuste (τ) e TD.

Retro-Extrapolação do $\dot{V}O_2$

Esse procedimento foi aplicado ao desempenho em 200m e 7º estágio do TIE, consistindo em uma regressão linear da curva $\dot{V}O_2$ -tempo, projetando para o intercepto (y_0) que correspondeu ao $\dot{V}O_2$ imediatamente após o fim do exercício ($\dot{V}O_{2\text{picoEE}}$). Para esta análise, considerou-se os 30 segundos iniciais da fase de recuperação, após suavização (média móvel de 3 pontos) e o conjunto com maior valor de r^2 para a extrapolação (Zamparo et al. 2005).

Análise Estatística

O teste-t de Student independente comparou as médias dos parâmetros da cinética do $\dot{V}O_2$ (τ , TD, A_1) após o desempenho de 200m e o último estágio do TIE (7º estágio). O coeficiente de dispersão (r^2) analisou a variância entre o valor de $\dot{V}O_{2\text{max}}$ e o valor de $\dot{V}O_{2\text{picoEE}}$ obtido por retro-extrapolação após os 200m. O nível de significância foi estabelecido em $p \leq 0,05$. As análises foram realizadas nos SPSS 18.0® e OriginPro 8®.

Resultados e Discussão

Os valores de $\dot{V}O_{2\text{max}}$ atingiram em média $3674,8 \pm 611,2 \text{ ml} \times \text{min}^{-1}$ durante o TIE. Não foram observadas diferenças significativas ao comparar o valor do $\dot{V}O_{2\text{max}}$ com os valores de $\dot{V}O_{2\text{EE}}$ durante os 200m ($p = 0,50$), bem como ao comparar o $\dot{V}O_{2\text{max}}$ com os valores do $\dot{V}O_{2\text{picoEE}}$ em 200m ($p = 0,50$) e 7º estágio do TIE ($p = 0,19$). Porém, ao comparar os parâmetros da cinética do $\dot{V}O_2$ pós-exercício em 200m e 7º estágio do TIE, apenas o TD não apresentou diferença. ($p = 0,23$) (Tabela 1).

Tabela 1: Cinética do $\dot{V}O_2$ pós-exercício e retro-extrapolação.

	200m	7º estágio TIE
TD ₁ (s)	43,0 (±14,3)	52,3 (±22,2)
τ_1 (s)	44,5 (±8,9)*	27,8 (±10,4)*
A_1 (ml×min ⁻¹)	2454,5 (±663,7)*	2833,9 (±547,3)*
r^2	0,97 (±0,02)	0,94 (±0,05)
$\dot{V}O_{2\text{picoEE}}$ (ml×min ⁻¹)	3578,7 (±550,9)	3421,9 (±573,9)
% $\dot{V}O_{2\text{max}}$	92,9 (±13,2)%	96,2 (±18,9)%

*Significativo à $p \leq 0,05$.

A Figura 1 apresenta a variância entre os valores de $\dot{V}O_{2\text{max}}$ obtidos no TIE e os valores de $\dot{V}O_{2\text{picoEE}}$, evidenciando nível de explicação moderado entre os valores. Ao estimar o $\dot{V}O_{2\text{max}}$ pelo $\dot{V}O_{2\text{pico}}$, Souza et al. (2011) observaram que o procedimento de retro-extrapolação é adequado para avaliação da aptidão aeróbia de nadadores. Anteriormente, outros estudos, haviam observado que a análise da curva de recuperação após diferentes desempenhos de nado revelam resultados conflitantes: subestimados vs. superestimados (Léger et al., 1980; Monstpetit et al., 1981). Nossos resultados

corroboram a adequabilidade do procedimento de retro-extrapolação, mas a análise da cinética da resposta do $\dot{V}O_2$ na curva de recuperação revela que há possibilidade de uma subestimativa

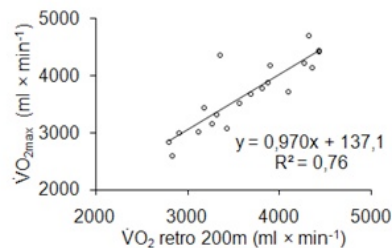


Figura 1: Dispersão entre $\dot{V}O_{2\text{max}}$ no TIE e $\dot{V}O_{2\text{picoEE}}$ obtido por-retro-extrapolation em 200m.

Conclusões

Face à semelhança no perfil de resposta do $\dot{V}O_2$ pós-exercício de 200m e estágio final do TIE, além da ausência de diferença entre $\dot{V}O_{2\text{max}}$ e $\dot{V}O_{2\text{picoEE}}$ nessas circunstâncias de exercício, sugere-se que há uma validade satisfatória de aplicação dos 200m na avaliação da aptidão aeróbia máxima de nadadores por técnica de retro-extrapolação.

Referências

- DiMenna, F.J. & Jones, A.M. (2009). Linear versus nonlinear $\dot{V}O_2$ responses to exercise: reshaping traditional beliefs. *Journal of Exercise Science and Fitness*, 7, 67-84. doi: 10.1016/S1728-869X(09)60009-5
- Jalab, C., Enea, C., Delpech, N. & Bern, O. (2011). Dynamique des réponses aérobies lors d'un 100 m nage libre, réalisé dans des conditions de compétition. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*, 6, 219-225. doi: 10.1139/h10-107
- Léger, L.A., Seliger, V. & Brassard, L. (1980). Backward extrapolation of $\dot{V}O_{2\text{max}}$ values from the O_2 recovery curve. *Medicine Science Sports and Exercise*, 12, 24- doi: 7.10.1249/00005768-198021000-00006
- Montpetit, R.R., Léger, L.A., Lavoie, J.M. & Cazorla, G. (1981). $\dot{V}O_2$ peak during free swimming using the backward extrapolation of the O_2 recovery curve. *European Journal Applied Physiology*, 47, 385-91. doi: 10.1007/BF02332966
- Sousa, A.C., Figueiredo, P., Oliveira, N.L., Oliveira, J., Silva, A.J., Keskinen, K.L., ... Fernandes, R.J. (2011). $\dot{V}O_2$ kinetics in 200-m race-pace front crawl swimming. *International Journal of Sports and Medicine*, 10, 765-70. doi: 10.1055/s-0031-1279772
- Zamparo, P., Pendergast, D.R., Mollendorf, J., Termin, A., & Minetti, A.E. (2005). An energy balance of front crawl. *European Journal of Applied Physiology*, 94, 134-144. doi: 10.1007/s00421-010-1696-z

Nota dos autores

João G.S.V. Oliveira é discente do curso de Educação Física, FC – UNESP, Bauru, São Paulo, Brasil.
Astor R. Simionato, Leandro O.C. Siqueira, Daniel Pestana, e Andrei Sancassani são discentes do PPG-Desenvolvimento Humano e Tecnologias, UNESP, Rio Claro, São Paulo, Brasil.
Dalton M. Pessoa Filho é docente na Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru, São Paulo, Brasil.

Contato

Dalton M. Pessoa Filho
E-mail: dmpf@fc.unesp.br

Agradecimentos

FAPESP processo no 2016/17735-1