

O teste incremental escalonado e descontínuo de nado avalia apenas o limiar de permuta gasosa que se assemelha ao limiar de lactato

Simionato, A.R.; Oliveira, J.G.S.V.; Siqueira, L.O.C.; Carneiro, D.S.;
dos Santos, L.G.A.; Pessôa Filho D.M.

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

Resumo

O presente estudo analisou a validade contextual do teste incremental escalonado (TIE) para investigar a propensão do perfil respiratório em reproduzir uma resposta fisiológica similar ao perfil lactacidêmico. 20 nadadores (16,57 anos ($\pm 2,42$), 172,76 cm ($\pm 10,49$) e 65,55 kg ($\pm 10,86$)) desempenharam o TIE (6x250m e 1x200m, 50-100% da v200m) para avaliar o $\dot{V}O_{2max}$ e sua velocidade ($v\dot{V}O_{2max}$), além dos limiares submáximo: limiar de permuta gasosa (LPG), ponto de compensação respiratória (PCR), limiar de lactato (vLL) e o ponto de inflexão da curva lactacidêmica (vPI). O teste de ANOVA ("Scheffé" como post-hoc) comparou as médias de $\dot{V}O_2$ e velocidade de nado correspondente aos limiares fisiológicos. Os valores de $\dot{V}O_{2max}$ atingiram 3674,82 ml \times min⁻¹ ($\pm 611,25$), e a $v\dot{V}O_{2max}$ correspondeu à 1,26 m \times s⁻¹ ($\pm 0,08$). Os valores de vLL e vPI corresponderam à 68,28% ($\pm 6,09$) e 82,09% ($\pm 6,88$) da $v\dot{V}O_{2max}$. Ao analisar os critérios respiratórios, apenas LPG pode ser determinado, correspondendo à 70,17% ($\pm 6,28$) da $v\dot{V}O_{2max}$. Esses valores não diferem do % $v\dot{V}O_{2max}$ em LL ($p=0,65$), porém diferem de PI ($p<0,01$). Ao aplicar o TIE, o LL e PI são discerníveis, mas as respostas respiratórias definem apenas LPG que não difere de LL, consolidando o TIE apenas para análise lactacidêmica.

Abstract

The present study analyzed the contextual validity of the incremental step-test (IST), as a suitable procedure to reproduce from respiratory profile the physiological response underlying lactate profile. 20 swimmers (16.57 years (± 2.42), 172.76 cm (± 10.49) and 65.55 kg (± 10.86)) performed the IST (6x250m and 1x200m, 50-100% of v200m) to the assessment of $\dot{V}O_{2max}$ and corresponding velocity ($v\dot{V}O_{2max}$), in addition to the submaximal thresholds: gas exchange threshold (GET), point compensation respiratory (PCR), lactate threshold (vLT) and curve inflection point lactate (vPI). The ANOVA (Scheffé-as post-hoc) test compared $\dot{V}O_2$ means and swim velocity corresponding to physiological thresholds. Values of $\dot{V}O_{2max}$ reached 3674.82 ml \times min⁻¹ (± 611.25), and $v\dot{V}O_{2max}$ corresponded to 1.26 m \times s⁻¹ (± 0.08). The vLT and vPI values corresponded to 68.28% (± 6.09) and 82.09% (± 6.88) of $v\dot{V}O_{2max}$. When analyzing the respiratory criteria, only LPG can be determined, corresponding to 70.17% (± 6.28) of $v\dot{V}O_{2max}$. These values did not differ from % $v\dot{V}O_{2max}$ in LT ($p=0.65$), but differ from PI ($p<0.01$). When applying SIT, the LT and PI are discernible, but when analyzing the respiratory responses only GET is observable and did not differ from LT, thus IST is suitable just for lactacidemia analysis.

Keywords: incremental test, lactate thresholds, inflection point.

Introdução

Estudos pioneiros sugerem que, quando determinados pela permuta gasosa pulmonar (limiar de permuta gasosa, LPG; e ponto de compensação respiratória, PCR) situam-se em torno de 55 a 75% do consumo máximo de oxigênio ($\dot{V}O_{2max}$) para uma variedade de exercícios (Caiozo *et al.*, 1982). Na natação, não tem sido diferente, porém frequentemente determinados por critérios correspondentes à concentração de lactato ($[La^-]$), situam-se à 65 a 90% da velocidade no $\dot{V}O_{2max}$ ($v\dot{V}O_{2max}$) (Wakayoshi *et al.*, 1995). Enquanto a determinação dos limiares pela $[La^-]$, tende a ser efetiva durante testes incrementais escalonados e descontínuos (TIE) (Weltman *et al.*, 1990); por outro lado, o teste incremental em rampa favorecem respostas respiratórias lineares (Whipp, 2007). Assim, testes com estímulos amplos da relação $\Delta\dot{V}O_2/\Delta WL$ nos estágios do protocolo, como o TIE, tendem a projetar prematuramente o $\dot{V}O_{2max}$ e prejudicar a identificação dos limiares por resposta gasosa (Amann *et al.*, 2006; Whipp., 2007). Especula-se que o TIE induza o atleta a um estresse metabólico contínuo (acidose metabólica), que tende a precipitar o $\dot{V}O_{2max}$, sem que o excesso de gás carbônico (CO_2) induza à compensação respiratória, devido ao caráter descontínuo do exercício. Neste estudo, analisou-se a adequação da resposta respiratória para o diagnóstico de LPG e PCR, comparando-os com índices lactacidêmicos correspondentes: LL (limiar de lactato) e PI (ponto de inflexão), durante um teste incremental escalonado.

Método

Participaram deste estudo 20 (vinte) nadadores (16,57 \pm 2,42 anos de idade, 172,76 \pm 10,49 cm de estatura e 65,55 \pm 10,86 kg de peso corporal). Todos foram submetidos ao TIE. Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética local (CAEE: 54372516.3.0000.5398).

Os nadadores realizaram um teste máximo em desempenho de 200m livre para obter a velocidade correspondente (v200). Após 24h, os nadadores realizaram o TIE até a exaustão voluntária. Os sujeitos desempenharam um teste progressivo descontínuo (6 x 250m e 1 x 200 por estágio à 50, 55, 60, 70, 80, 90, 100% da v200m, respectivamente) até a exaustão. O controle da velocidade de nado, em cada estágio, foi realizado por informação visual fornecida por um circuito de LED subaquático (Pacer 2 Swim, KulzerTEC). A permuta gasosa pulmonar foi analisada respiração-a-respiração durante o TIE por uma unidade metabólica automatizada e portátil (CPET K4b²), que esteve acoplada a um snorkel específico e validado na

nataçao (new-AquaTrainer®). Os dados respiraçao-a-respiraçao foram suavizados (filtro de 3s) e obtido a média a cada 9s. O $\dot{V}O_{2max}$ foi considerado o maior valor de $\dot{V}O_2$ atingido no limite da tolerancia.

O LPG e PCR foram determinados como sugerido por Whipp (2007), analisando os parâmetros de $\dot{V}_E/\dot{V}CO_2$, $\dot{V}_E/\dot{V}O_2$, $P_{ET}CO_2$ e $P_{ET}O_2$ vs. tempo. Os critérios para a determinaçao de LPG foram aumento em $\dot{V}_E/\dot{V}O_2$ sem alteraçoes da resposta de $\dot{V}_E/\dot{V}CO_2$. Por sua vez, o critério de PCR foi o aumento sustentado em $\dot{V}_E/\dot{V}O_2$ e $\dot{V}_E/\dot{V}CO_2$. A velocidade relacionada ao $\dot{V}O_{2max}$ foi descrita como $v\dot{V}O_{2max}$. A vLPG e vPCR corresponderam ao estágio do $\dot{V}O_2$ em LPG e PCR. O Limiar de Lactato (vLL) e ponto de inflexão da curva lactacidêmica (vPI) foram determinados pelo intercepto da curva bi-segmentar entre lactato sanguíneo vs velocidade, conforme recomendaçoes de Pyne *et al.* (2001). A identificaçao do $\dot{V}O_2$ referente à vLL ($\dot{V}O_{2LL}$) e à vPI ($\dot{V}O_{2PI}$) foi determinado por interpolaçao gráfica sobre as curvas individuais $\dot{V}O_2-v$ do TIE (Fernandes *et al.*, 2006). Os valores obtidos foram analisados quanto à normalidade, pelo teste de Shapiro-Wilk. O teste de ANOVA (conjugado à "Scheffé" como post-hoc) comparou as médias dos valores de $\dot{V}O_2$ e velocidade de nado correspondente aos limiares fisiológicos (por índices respiratórios ou lactacidêmicos). O nível de significância foi estabelecido em $p \leq 0,05$.

Resultados e Discussão

Os valores de $\dot{V}O_{2max}$ atingiram em média $3674,82 \text{ ml} \times \text{min}^{-1}$ ($\pm 611,25$), e a $v\dot{V}O_{2max}$ correspondeu à $1,26 \text{ m} \times \text{s}^{-1}$ ($\pm 0,08$). A Figura 1 apresenta o perfil médio de resposta do $\dot{V}O_2$ e do $[la^-]$ por estágio e normalizado pela intensidade correspondente a $v200m$ ($1,27 \pm 0,07 \text{ m} \times \text{s}^{-1}$).

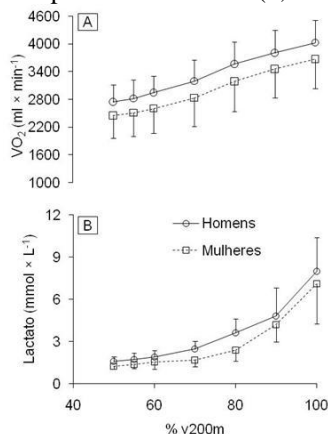


Figura 1. Resposta pontual do $\dot{V}O_2$ (A) e do $[la^-]$ (B) nos patamares de intensidade (50 a 100% $v200m$) no TIE.

Os valores de vLL e vPI corresponderam à 68,28% ($\pm 6,09$) e 82,09% ($\pm 6,88$) da $v\dot{V}O_{2max}$, respectivamente; e quando normalizados pelo $\dot{V}O_{2max}$, $\dot{V}O_{2LL}$ e $\dot{V}O_{2PI}$ situaram-se em 76,08% ($\pm 8,78$) e 86,33 ($\pm 9,22$) do $\dot{V}O_{2max}$, respectivamente. Ao analisar os limiares fisiológicos por critérios respiratórios, apenas LPG pode ser determinado que correspondeu a 72,01% ($\pm 6,05$) do $\dot{V}O_{2max}$ e à 70,17% ($\pm 6,28$) da $v\dot{V}O_{2max}$. Esses valores não se apresentam diferentes do $\% \dot{V}O_{2max}$ ou do $\% v\dot{V}O_{2max}$ em LL ($p = 0,30$ e $p = 0,65$, respectivamente), porém ao

comparar com PI observou-se diferenças significativas ($p = 0,03$ e $p < 0,01$), como apresentado na Figura 2.

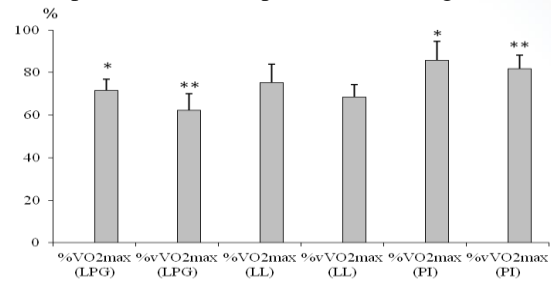


Figura 2. Valores de LPG, LL e PI em $\% \dot{V}O_{2max}$ e $\% v\dot{V}O_{2max}$. Diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre pares * vs *; e ** vs **.

Conclusões

Ao aplicar o TIE, os limiares do exercício submáximo são discerníveis por métodos lactacidêmicos (LL e PI), mas apenas LPG é observável por respostas respiratórias que não difere de LL, consolidando a adequação do TIE para análise do perfil de resposta do lactato sanguíneo.

Referências

- Amann, M., Subudhi, A.W. & Foster, C. (2006). Predictive validity of ventilatory and lactate thresholds for cycling time trial performance. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 16, 27-34. doi:10.1111/j.1600-0838.2004.00424.x
- Caiozzo, V.J., Davis, J.A., Ellis, J.F., Azus, J.L., Vandagriff, R., Prietto, C.A. & McMaster, W.C. (1982). A comparison of gas exchange indices used to detect the anaerobic threshold. *Journal of Applied Physiology*, 53, 1184-1189.
- Fernandes, R.J., Billat, V.L., Cruz, A.C., Colaço, P.J., Cardoso, C.S., & Vilas-Boas, J.P. (2006). Does net energy cost of swimming affect time to exhaustion at the individual's maximal oxygen consumption velocity? *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 46, 373-380.
- Pyne, D., Hamilton, L. & Swanwick, K.M. (2001). Monitoring the lactate threshold in world-ranked swimmers. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33, 291-297.
- Whipp, B.J. (2007). Physiological mechanisms dissociating pulmonary CO_2 and O_2 exchange dynamics during exercise in humans. *Experimental Physiology*, 92, 347-355. doi: 10.1113/expphysiol.2006.034363.
- Weltman, A., Snead, D., Steim, P., Seip, R., Schurrer, R., Rutt, R. & Weltman, J. (1990). Reliability and validity of a continuous incremental treadmill protocol for the determination of lactate threshold, fixed blood lactate concentrations and $\dot{V}O_{2max}$. *International Journal of Sports Medicine*, 11, 26-32. doi: 10.1055/s-2007-1024757.

Nota dos autores

- Astor R. Simionato e Leandro O.C. Siqueira são discentes do PPG - DEHUTE, UNESP, Rio Claro, Brasil.
João G.S.V. Oliveira, Daniel S. Carneiro e Luiz Gustavo A. dos Santos são discentes do curso de Educaçao Fisica, UNESP, Bauru, Brasil.
Dalton M. Pessoa Filho é docente da - UNESP, Bauru, Brasil.

Contato

Astor R. Simionato
E-mail: astor_ars@hotmail.com

Agradecimentos

FAPESP (2016/17735-1) e CNPq/PIBIC (16/17:39249 e 37964)