

O desempenho à Velocidade Crítica demanda intensidade oxidativa máxima entre jovens corredores

Massini, D.A.; Caritá, R.A.C.; Denadai, B.S.; Pessoa Filho, D.M.

Universidade Estadual Paulista, São Paulo, Brasil.

Resumo

Analisou-se o consumo de oxigênio ($\dot{V}O_2$) durante a corrida na velocidade crítica (VC) para caracterização da intensidade de esforço. Foram avaliados 10 corredores com média de idade em 15,8 anos ($\pm 1,7$), estatura em 1,7 metros ($\pm 0,1$) e massa corpórea em 57,1 kg ($\pm 12,4$) em um teste progressivo (incrementos de $1,0 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$, partindo de $7,0 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$) para determinação do $\dot{V}O_{2\text{max}}$. A VC foi estimada a partir de três esforços constantes, com duração entre 2-15 minutos. Os participantes também realizaram dois esforços constantes de sete minutos cada na VC para determinação do pico do $\dot{V}O_2$. O teste-*t* de Student independente comparou o $\dot{V}O_{2\text{pico}}$ em VC e $\dot{V}O_{2\text{max}}$, com nível de significância em 0,05. Não observou-se diferenças na resposta do $\dot{V}O_{2\text{pico}}$ em VC vs. $\dot{V}O_{2\text{max}}$ ($p=0,891$). Constatou-se, portanto, a tendência do $\dot{V}O_2$ em reproduzir durante a corrida à VC um perfil fisiológico característico do exercício de alta intensidade e baixa tolerância.

Abstract

The oxygen uptake ($\dot{V}O_2$) was analyzed during exercise at critical velocity (CV) to verify de level of work-rate intensity. Were sampled 10 male runners with mean of age in 15.5 years (± 1.5), height in 1.7 meters (± 0.1) and body mass in 54.9 kg (± 11.5) to perform a ramp-test (increments of $1.0 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$, starting from $7.0 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$) and assess $\dot{V}O_{2\text{max}}$. The estimate of CV was modelled from three constant trials lasting 2-15 minutes. The participants even performed two constant trials at CV for seven minutes each to the analysis of peak $\dot{V}O_2$ response. Independent Student's *t*-test compared the peak of $\dot{V}O_2$ during CV with $\dot{V}O_{2\text{max}}$, setting significance level at 0.05. No difference was observed between $\dot{V}O_{2\text{peak}}$ at CV vs. $\dot{V}O_{2\text{max}}$ ($p=0.891$). Thus, running at CV trends to elicit $\dot{V}O_2$ response closed to that attained during high-intensity and poor tolerable exercises.

Introdução

A velocidade crítica (VC) é a assíntota da relação hiperbólica entre velocidade de corrida e tempo-limite (t_{Lim}) entre 2–15 minutos (Bull et al., 2008). A VC é aplicada para delimitar a taxa superior de ativação do metabolismo oxidativo capaz de ser sustentada (Jones et al., 2008). A função hiperbólica pode ser rearranjada para uma função linear (Bull et al., 2008; Jones et al., 2008; Housh et al., 2001), embora seu emprego tenha fornecido valores superestimados aos modelos não-lineares (Bull et al., 2008; Housh et al., 2001). Por exemplo, ao estimar Potência Crítica (PC) por modelo linear (potência pelo inverso do tempo, $P-1/t_{\text{lim}}$), Willians et al (2008) reportaram instabilidade do comportamento tardio do $\dot{V}O_2$, que alcançou 94,0% $\dot{V}O_{2\text{max}}$ ($\pm 12,0$) entre crianças. Mas, quando PC foi estimada por modelo hiperbólico, Caritá et al. (2013) verificaram estabilização da resposta tardia do $\dot{V}O_2$ à 89,8% $\dot{V}O_{2\text{max}}$ ($\pm 8,4$) entre ciclistas treinados, porém não entre indivíduos não-treinados, que atingiram 97,4% $\dot{V}O_{2\text{max}}$ ($\pm 2,8$). Esses resultados demonstram que há instabilidade metabólica durante o exercício em VC

(PC) capaz de afetar a homeostase muscular e sanguínea independente do modelo matemático ou faixa etária, mas sim do nível de aptidão física. No entanto, a verificação da estabilidade oxidativa à VC em uma população bem-treinada, mas ainda jovem, requer mais respaldo teórico.

Método

Avaliou-se dez atletas com média de idade em 15,8 anos ($\pm 1,7$), estatura em 1,7 metros ($\pm 0,1$) e massa corpórea em 57,1 kg ($\pm 12,4$), envolvidos em competições regionais e estaduais, com treinamento semanal de $25,0\pm 2,5 \text{ km}$. Este estudo teve aprovação do Comitê de Ética da Universidade (CAAE: 36936714.6.0000.5398).

Protocolo progressivo: Foi realizado um teste de rampa em esteira (H/P Cosmos Pulsar), com inclinação fixa em 1,0% para determinação do $\dot{V}O_{2\text{max}}$ e intensidade associada. Os incrementos foram de $1,0 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$, a partir de $7,0 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. O $\dot{V}O_2$ foi mensurado respiração-a-respiração (Quark PFTergo, Cosmed), suavizado (filtro de 3s) e obtida média de 6s. O $\dot{V}O_{2\text{max}}$ foi considerado o maior valor suavizado por filtro de média móvel de 30s, confirmado por critérios secundários se $\text{RER}>1,1$; $\text{FC} > 95\% \text{ FC}_{\text{max}}$ pela idade; e $[\text{La}^-] \geq 8 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ (Poole et al., 2008).

Determinação da velocidade crítica (VC): Cada uma das transições à 90%, 95% e 115% da velocidade correspondente ao $\dot{V}O_{2\text{max}}$ ($v\dot{V}O_{2\text{max}}$) foram realizadas aleatoriamente, com intervalos mínimos de 24h. O t_{Lim} foi registrado em segundos e ajustados pelos modelos $v-t_{\text{Lim}}^{-1}$ e $D-t_{\text{Lim}}^{-1}$ conforme Eq. 1 e 2, optando pelo ajuste com menor erro padrão da estimativa (EPE).

$$v = D' \times \frac{1}{t} + VC \quad [1]$$

$$d_{\text{Lim}} = D' + VC \times t_{\text{Lim}} \quad [2]$$

Transição repouso-exercício em VC: Os participantes realizaram randomicamente duas transições em VC com duração de sete minutos cada para determinação do $\dot{V}O_{2\text{pico}}$, que foi considerado como o maior valor suavizado por filtro de média móvel de 15s, entre as médias das duas transições.

Análise estatística: A normalidade foi verificada por Shapiro-Wilk. A comparação entre $\dot{V}O_{2\text{pico}}$ à VC e o $\dot{V}O_{2\text{max}}$ foi realizada pelo teste-*t* de Student independente. As análises de variância e concordância entre $\dot{V}O_{2\text{pico}}$ à VC e $\dot{V}O_{2\text{max}}$ foram verificadas pelo coeficiente de dispersão (R^2) e por Bland-Altman. As correlações entre $\dot{V}O_{2\text{pico}}$ em VC e $\dot{V}O_{2\text{max}}$ pelo coeficiente de correlação de Pearson. O nível de significância foi $p \leq 0,05$.

Resultados e Discussão

O $\dot{V}O_2\text{max}$ durante o teste progressivo atingiu $2,98 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1} (\pm 0,64)$ e $v\dot{V}O_2\text{max}$ equivaleu a $15,6 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1} (\pm 1,8)$. O esforço a VC ($88,9 \pm 4,3\% v\dot{V}O_2\text{max}$) projetou uma resposta final do $\dot{V}O_2$ atingindo $98,5\% \dot{V}O_2\text{max} (\pm 4,8)$, que não difere do valor máximo obtido no teste de rampa ($p = 0,891$). O $\dot{V}O_2\text{pico}$ em VC mostrou-se bem relacionado e com boa concordância com o $\dot{V}O_2\text{max}$ (Figura 1, Painéis A e B). Isso demonstra que o desempenho da corrida à VC entre jovens treinados tende à uma indexação superestimada pelo modelo linear, corroborando resultados de estudos anteriores (Bull et al., 2008; Housh et al., 2001). Além disto, confirmou-se que o exercício em VC caracteriza uma intensidade metabólica de baixa tolerância entre jovens (Williams et al., 2008), como observado pelas respostas de parâmetros fisiológicos correspondentes ao esforço máximo: $195,0 \text{ bpm} (\pm 10,9)$ (ou $95,5 \pm 5,1\% \text{ FCmax}$ predita pela idade) e $[\text{La}^-]$ de $8,7 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1} (\pm 2,0)$ (Bull et al., 2008; Poole et al., 2008). Essa resposta pode ser explicada por dois fatores que conduzem o metabolismo à um patamar pouco tolerável: (a) redução da economia de corrida em esforços com alta demanda aeróbia ($> 80\% \dot{V}O_2\text{max}$), que é sensível às mudanças metabólicas (aumento da demanda de O_2 , ventilação, FC e temperatura corporal) (Sproule, 1998); e (b) acúmulo de metabólitos (H^+ , Pi) percussores da fadiga (Jones et al., 2008), capaz de inibir a fosforilação oxidativa (Jubrias et al., 2003) e gerar compensação respiratória (Whipp, 2007). Ambos os fatores estão relacionados ao aumento do custo de trabalho, independente do nível de condicionamento aeróbio e habilidade, face às alterações no padrão de recrutamento e frequência de ativação das fibras (Morgan et al., 1990; Sproule, 1998).

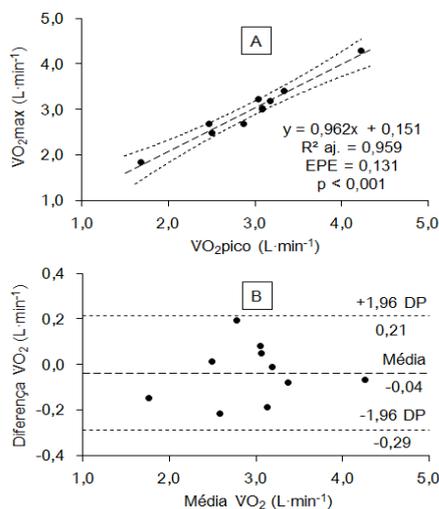


Figura 1. Variância (A) e concordância (B) entre $\dot{V}O_2\text{pico}$ à CV e $\dot{V}O_2\text{max}$.

Conclusão

O esforço na corrida à VC, obtida por ajuste linear, demandou uma resposta pouco tolerável do sistema oxidativo ($\dot{V}O_2$), com tendência a refletir exercícios de intensidade aeróbia máxima. Esse resultado sugere que o papel de VC é reproduzir um contexto fisiológico com demanda oxidativa elevada e contínua, bem como uso gradual das reservas anaeróbias, que podem conduzir à

exaustão dependendo da magnitude do $\dot{V}O_2\text{max}$ e da capacidade anaeróbia. Por isso, recomenda-se o uso deste índice para o treinamento de jovens corredores em eventos de média-duração (1500 a 3000 metros).

Referências

- Bull, A.J., Housh, T.J., Johnson, G.O., Rana, S.R. (2008). Physiological responses at five estimates of critical velocity. *Eur J Appl Physiol*, 102(6), 711-720.
- Caritá, R.A.C., Greco, C.C., Pessôa Filho, D.M. (2013). Cinética do $\dot{V}O_2$ durante o exercício realizado na potência crítica em ciclistas e indivíduos não-treinados no ciclismo. *Motriz*, 19(2), 412-422.
- Housh, T.J., Cramer, J.T., Bull, A.J., Johnson, G.O., Housh, D.J. (2001). The effect of mathematical modeling on critical velocity. *Eur J Appl Physiol*, 84(5), 469-475.
- Jones, A.M., Wilkerson, D.P., DiMenna, F., Fulford, J., Poole, D.C. (2008). Muscle metabolic responses to exercise above and below the "critical power" assessed using 31P-MRS. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*, 294(2), 585-593.
- Jubrias, S. A., Crowther, G. J., Shankland, E. G., Gronka, R. K., Conley, K. E. (2003). Acidosis inhibits oxidative phosphorylation in contracting human skeletal muscle in vivo. *J Physiol*, 553(2), 589-599.
- Morgan, D.W., Martin, P.E., Baldini, F.D., Krahenbuhl, G.S. (1990). Effects of a prolonged maximal run on running economy and running mechanics. *Med Sci Sports Exerc*, 22(6), 834-840.
- Poole, D.C., Wilkerson, D.P., Jones, A.M. (2008). Validity of criteria for establishing maximal O_2 uptake during ramp exercise tests. *Eur J Appl Physiol*, 102(4), 403-410.
- Sproule, J. (1998). Running economy deteriorates following 60 min of exercise at $80\% \dot{V}O_2\text{max}$. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 77(4), 366-371.
- Whipp, B.J. (2007). Physiological mechanisms dissociating pulmonary CO_2 and O_2 exchange dynamics during exercise in humans. *Experimental Physiology*, 92, 347-355.
- Williams, C. A., Deckerle, J., McGawley, K., Berthoin, S., Carter, H. (2008). Critical power in adolescent boys and girls--an exploratory study. *Appl Physiol Nutr Metab*, 33(6), 1105-1111.

Nota dos autores

- Daniilo A. Massini é doutorando do Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Humano e Tecnologias do IB – UNESP, Rio Claro, São Paulo, Brasil.
- Renato Ap. C. Caritá e Benedito S. Denadai pertencem ao Laboratório de Avaliação da Performance Humana, IB – UNESP, Rio Claro, São Paulo, Brasil.
- Dalton M. Pessôa Filho é docente na Faculdade de Ciências, UNESP, Departamento de Educação Física, Bauru, São Paulo, Brasil.

Contato:

Daniilo A. Massini

Email: dmassini@hotmail.com