

Artigo Original

Cinética do VO₂ durante o exercício realizado na potência crítica em ciclistas e indivíduos não-treinados no ciclismoRenato Aparecido Corrêa Carità¹Camila Coelho Greco¹Dalton Müller Pessôa Filho^{1,2}

¹ Instituto de Biociências, UNESP - Univ Estadual Paulista, Campus de Rio Claro, Departamento de Educação Física, Laboratório de Avaliação da Performance Humana, Rio Claro, SP, Brasil

² Faculdade de Ciências, UNESP - Univ Estadual Paulista, Campus de Bauru, Departamento de Educação Física, Bauru, SP, Brasil

Resumo: O objetivo foi analisar a cinética do consumo de oxigênio (VO₂) na potência crítica (PC), em indivíduos com diferentes níveis de aptidão aeróbia no ciclismo. Seis ciclistas treinados (GT) e sete indivíduos não-treinados (GNT) realizaram os seguintes protocolos em cicloergômetro: (a) progressivo até a exaustão para determinação do VO₂max e sua respectiva intensidade (IVO₂max); (b) três testes em cargas constantes até a exaustão a 95-110%IVO₂max para determinação da PC; e (c) um teste em carga constante até a exaustão a 100%PC. No exercício a 100%PC, o componente lento expresso em valor absoluto (GT: 342,4±165,8 ml.min⁻¹ vs. GNT: 571,3±170,1 ml.min⁻¹) e relativo ao aumento do VO₂ em exercício (GT: 10,0±4,6% vs. GNT: 26,6±7,3%) foram menores para GT. O VO₂ ao final do exercício (GT: 89,8±8,4%VO₂max vs. GNT: 97,4±2,8%VO₂max) foi significativamente menor no grupo GT (ρ = 0,045), sendo similar ao VO₂max no grupo GNT. Portanto, o nível de aptidão aeróbia pode influenciar as respostas do VO₂ ao exercício em PC.

Palavras-chave: Ciclistas. Aptidão aeróbia. Exercício pesado.

VO₂ Kinetics during exercise performed at critical power in cyclists and untrained individuals

Abstract: The objective was to analyze the oxygen uptake (VO₂) kinetics during exercise performed at critical power (CP) in subjects with different aerobic status in cycling. Six trained cyclists (GT) and seven non-trained subjects (GNT) underwent to the following protocols in cyclergometer: (a) incremental to exhaustion to determine VO₂max and its respective workload (IVO₂max); b) three square-wave tests to exhaustion at 95-110% IVO₂max to determine CP, and; (c) one square-wave test to exhaustion at 100%CP. During the exercise at CP the slow component expressed as absolute value (GT: 342.4±165.8 ml.min⁻¹ vs. GNT: 571.3±170.1 ml.min⁻¹) and as the relative contribution to the increase of VO₂ during exercise (GT: 10.0±4.6% vs. GNT: 26.6±7.3%) were lower for trained subjects. The VO₂ at the end of the exercise at PC (GT: 89.8±8.4%VO₂max vs. GNT: 97.4±2.8%VO₂max) was significantly lower in GT (ρ = 0.045), and similar to VO₂max in GNT. Therefore, the aerobic level might influence the VO₂ responses to exercise at PC

Keywords: Cyclists. Aerobic fitness. Heavy exercise.

Introdução

O exercício aeróbio pode ser realizado em diferentes domínios de intensidade, nos quais as respostas da concentração de lactato sanguíneo ([La]) e do consumo de oxigênio (VO₂) apresentam comportamentos bem característicos (GAESSER; POOLE, 1996; CARTER et al., 2002; WHIPP et al., 2005; JONES; BURNLEY, 2009). No domínio moderado [i.e., abaixo do limiar de lactato (LL), ou de seu equivalente respiratório, o limiar ventilatório (LV)], há uma estabilidade na [La] próximo dos valores de repouso e o VO₂ apresenta também uma estabilização após 2-3 min de exercício. Já no domínio pesado, que inclui as intensidades acima do LL, mas abaixo da

potência crítica (PC), a [La] apresenta estabilidade em valores mais elevados do que no domínio moderado e o VO₂ também se estabiliza, porém mais tardiamente (10-15 min) (POOLE et al., 1990; WHIPP et al., 2005), e em valores acima do predito pela relação VO₂ x carga ((POOLE et al., 1988). No domínio severo, a [La] e o VO₂ não apresentam estabilização e, se a duração do exercício for suficiente, o indivíduo atinge o VO₂max ao final do exercício (CAPUTO; DENADAI, 2008).

Nos domínios pesado e severo, a estabilização do VO₂ em valores acima do predito pela relação VO₂ vs. carga ocorre em função do componente lento do VO₂ (VO₂CL). Assim, o ganho nestas

condições é maior do que o obtido no domínio moderado (i.e., 9-11 ml.O₂.W⁻¹) (HENSON et al., 1989; ROSTON et al., 1987). O CL é explicado principalmente por mecanismos intramusculares associados à aumentada demanda energética de fibras que já estão fadigadas, como também o recrutamento de fibras menos eficientes (Tipo IIb/IIx). O custo energético da participação de outros músculos, ventilação pulmonar e trabalho cardíaco também podem modificar o CL (JONES et al., 2011).

Entre os fatores que podem modificar o CL estão o exercício prévio (i.e., realizado nos domínios pesado ou severo) (BURNLEY et al., 2000; GERBINO et al., 1996; MACDONALD et al., 1997) e o treinamento aeróbio (CARTER et al., 2000; KRUSTRUP, 2004). Basicamente, fatores associados ao aumento da oferta (fluxo sanguíneo muscular) e utilização do O₂ atividade de enzimas oxidativas podem contribuir para a atenuação do CL em indivíduos treinados aerobiamente (GRASSI et al., 2003). Para Jones et al. (2011), o aumento da densidade mitocondrial e a redução do déficit de O₂ são fatores positivos para a aceleração da resposta primária do VO₂ e redução do CL.

A tolerância ao exercício de alta intensidade e longa duração tem sido analisada empregando-se a PC, ou a velocidade crítica (VC) (corrida e a natação), como parâmetro de referência (BULL et al., 2000; DEKERLE et al., 2010; WAKAYOSHI et al., 1993). Este índice tem caracterizado, em diferentes estudos, a máxima taxa de utilização energética no músculo, que pode ser sustentada sem uma progressiva ativação das reservas anaeróbias (POOLE, 2009). A classificação da intensidade do exercício na PC (ou VC), enquanto esforço que pode ser mantido por tempo prolongado, ou indeterminado, sem provocar exaustão (VAUTIER et al., 1995), ou enquanto limítrofe entre os domínios pesado e severo (WHIPP et al., 2005) tem sido contestada, respectivamente, pela instabilidade de parâmetros fisiológicos (BRICKLEY et al., 2002) e pela variabilidade de até 18% dos valores de PC (ou VC) entre métodos de estimativa (BULL et al., 2000), com variações de respostas de 84 a 94%VO₂max (LECLAIR et al., 2008; DE LUCAS et al., 2013) e tempos de exaustão igualmente variados (22 a 40 minutos) (SCARBOROUGH et al., 1991; DE LUCAS et al., 2013), em indivíduos treinados.

Assim, se a intensidade respectiva a PC (VC) em indivíduos não treinados tem sido situada em média (79%VO₂max) abaixo daquela observada em indivíduos treinados (LECLAIR et al., 2008) e as informações sobre a cinética do VO₂ nesta população ainda são inconclusivas, o objetivo do presente estudo foi analisar e comparar a cinética do VO₂ e a tolerância ao exercício em indivíduos com diferentes níveis de condicionamento aeróbio, durante o exercício realizado na PC até a exaustão. O pressuposto que atletas de endurance apresentam uma maior capacidade de oferta (débito cardíaco) e utilização de O₂ (capacidade oxidativa muscular), sustentam a hipótese que a cinética do VO₂ poderá ser diferente (i.e., menor τ e amplitude do CL nos ciclistas) entre os ciclistas treinados e indivíduos não-treinados no ciclismo. No entanto, presume-se que o VO₂max não será atingido ao final do exercício em nenhum dos grupos.

Métodos

Sujeitos

Participaram deste estudo sete indivíduos do gênero masculino, não treinados e não engajados em qualquer tipo de treinamento regular específico no ciclismo (GNT) (idade: 28,1 ± 3,8 anos; massa corporal: 78 ± 13 kg; estatura: 1,76 ± 0,1 cm) e seis ciclistas treinados do gênero masculino (GT) (idade: 26,7 ± 5,4 anos; massa corporal: 69 ± 4 kg; estatura: 1,75 ± 0,05 cm). Os ciclistas possuíam pelo menos três anos de experiência na modalidade e competiam regularmente em provas de nível regional e estadual, e treinavam entre seis a sete vezes por semana (volume médio = 430 ± 40 km). Todos os indivíduos foram informados sobre os procedimentos do experimento e suas implicações, assinando um termo de consentimento livre e esclarecido para participação deste estudo. O protocolo deste estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética Local em Pesquisa da Universidade (protocolo 094/2009).

Delineamento experimental

Foram realizados cinco testes em dias diferentes, dentro de um período de 2 a 3 semanas. Inicialmente os sujeitos realizaram um teste progressivo para determinação do LV, do VO₂max e de suas respectivas intensidades (IVO₂max e ILV). A seguir foram realizados três testes preditivos de carga constante nas

intensidades de 95, 100 e 110% IVO₂max em ordem aleatória para determinação da PC. Finalmente foi realizado um teste de carga constante até a exaustão voluntária na PC. Todos os testes foram realizados em dias diferentes, em laboratório com temperatura controlada (21 - 23° C) e no mesmo horário do dia (\pm 2h). Os indivíduos foram instruídos a não treinar exaustivamente no dia anterior ao da avaliação, não ingerir bebidas contendo cafeína e álcool nas 24 horas que antecederam aos testes e a comparecer alimentados e hidratados no dia do teste.

Protocolo incremental

Os sujeitos realizaram um teste incremental em um cicloergômetro de frenagem eletromagnética (Excalibur Sport, Lode, BV, Groningen, Holanda) para determinação do LV, ILV, VO₂max e IVO₂max com intensidade inicial de 35W (GNT) ou 105W (GT) com incrementos de 35W a cada 3 min até a exaustão voluntária, com frequência de pedalada mantida entre 70 e 90 rpm (CAPUTO; DENADAI, 2008). Ao final de cada estágio foi realizada uma coleta de sangue de 25 μ L do lóbulo da orelha, que foram acondicionados em tubos Eppendorf contendo 50 μ L NaF (1%), para dosagem da [La] (YSL, 2300 STAT, Yellow Springs, Ohio, EUA). Para a leitura das amostras, o equipamento foi calibrado com uma solução padrão de lactato a 5 mM, conforme sugerido pelo fabricante. O VO₂ foi mensurado respiração a respiração durante todo o teste, a partir do gás expirado (QuarkPFTergo, Cosmed, Itália), sendo os dados suavizados e obtidas as médias de 15s. A calibração do sistema de análise das concentrações de O₂ e CO₂ foi realizada antes de cada teste, usando ar ambiente e um gás com concentrações conhecidas de O₂ e CO₂ de acordo com as instruções do fabricante. A turbina do analisador foi calibrada através de uma seringa de três litros. O VO₂max foi considerado como sendo o maior valor das médias de 15s obtido durante o teste. O LV foi determinado conforme as recomendações de Davis et al. (1979) por inspeção visual das respostas dos parâmetros respiratórios V_E/VCO₂, V_E/VO₂, P_{ET}CO₂ e P_{ET}O₂, correspondente aos seguintes critérios: aumento na curva da relação V_E/VO₂ e na P_{ET}O₂, sem alteração da relação V_E/VCO₂ e da P_{ET}CO₂. O ponto de localização do LV foi detectado por dois observadores independentes. A IVO₂max foi considerada como sendo a menor carga de exercício na qual ocorreu

o VO₂max (BILLAT et al., 1996); e a ILV, a carga correspondente ao estágio do teste progressivo correspondente ao LV.

Protocolo de carga constante para determinação da PC

Inicialmente, os indivíduos realizaram um aquecimento de 5 minutos na intensidade de 50% IVO₂max e a seguir repousaram por 5 min no cicloergômetro. Posteriormente, a intensidade foi ajustada para 95%, 100% ou 110% IVO₂max e os indivíduos pedalarão até a exaustão voluntária ou até que não pudessem manter a intensidade estipulada (cadência < 67 rpm). O tempo de exaustão (t_{lim}) foi considerado como o tempo total de esforço mantido na PC e expresso em segundos (HILL, 1993; CAPUTO; DENADAI, 2008). Os valores individuais de potência e t_{lim} obtidos durante os testes de carga constante foram ajustados a partir do modelo hiperbólico de 2 parâmetros (HILL, 1993) (Equação 1), para a determinação da PC.

$$t_{lim} = CTA/(P - PC) \quad (1)$$

onde: t_{lim} = tempo máximo de exercício; CTA = capacidade de trabalho anaeróbio; P = potência externa gerada; PC = potência crítica. Para a realização desse ajuste foi utilizado o programa Origin 7.5 (Northampton, MA, USA).

Protocolo de carga constante na intensidade correspondente à PC

Inicialmente os indivíduos realizaram um aquecimento de 5 min a 50% da IVO₂max, a seguir repousaram por 5 min no cicloergômetro e logo em seguida a intensidade foi ajustada em 100% PC e mantida até a exaustão voluntária, ou até que o indivíduo não pudesse manter a intensidade estipulada (cadência < 67 rpm) (HILL, 1993; CAPUTO; DENADAI, 2008). A [La] foi medida no 5º minuto e no final do teste. O VO₂ e a frequência cardíaca (FC) foram medidos durante todo o teste. O grupo GNT também realizou um teste de carga constante até a exaustão a 105% PC. Este teste foi realizado por último, auxiliando na análise da ocorrência do efeito do treinamento neste grupo, pela comparação entre o VO₂ obtido ao final do teste com o VO₂max.

Modelagem da cinética do VO₂

O VO₂ obtido respiração a respiração durante o teste a 100% PC foi ajustado em relação ao tempo, no plano cartesiano. Em seguida, cada

curva de resposta foi analisada manualmente para a exclusão de pontos extremos, que representam eventos fisiológicos não característicos da resposta do VO_2 em exercício, que foram definidos como valores maiores que dois desvios-padrões da média local (4 - 5 respirações) (JONES; POOLE, 2005). Posteriormente, os dados foram interpolados para fornecer valores alinhados a cada segundo, para cada sujeito em sua transição (BURNLEY et al., 2001).

A descrição matemática da cinética do VO_2 foi realizada empregando o modelo bi-exponencial (Equação 2), que forneceu a estimativa das amplitudes (A_1 e A_2), tempo de resposta (TD_1 e TD_2) e constantes de tempo (τ_1 e τ_2). O componente cardio-dinâmico inicial foi excluído da análise, eliminando-se os 20s iniciais da resposta ao exercício (OZYENER et al., 2001). A linha de base do VO_2 foi definida como a média do VO_2 medido durante 30s, em repouso e previamente ao início de cada transição.

$$\text{VO}_2(t) = \text{VO}_{2b} + A_1 \left[1 - e^{-\left(\frac{t - \text{TD}_1}{\tau_1}\right)} \right] + A_2 \left[1 - e^{-\left(\frac{t - \text{TD}_2}{\tau_2}\right)} \right] \quad (2)$$

onde " VO_{2b} " é o VO_2 de base, " A_1 " é a amplitude da resposta primária, " e " é o algarismo neperiano, " t " é o tempo do exercício, " TD_1 " é início da resposta da amplitude primária, " τ_1 " é a constante de tempo da elevação da resposta primária, " A_2 " é a amplitude da segunda exponencial, ou resposta tardia, do VO_2 , " TD_2 " é início da resposta tardia do VO_2 , " τ_2 " é a constante de tempo da elevação da resposta tardia do VO_2 .

A amplitude da fase I (A_1'), ou componente "primário" da resposta foi calculada a partir da equação:

$$A_1' = A_1 \left(1 - e^{-\left(\frac{\text{TD}_2 - \text{TD}_1}{\tau_1}\right)} \right) \quad (3)$$

Dado que o valor da assíntota da fase II (A_2) pode representar um valor maior do que aquele realmente alcançado no final do exercício, o valor do VO_2 do componente exponencial lento (CL) ao final do exercício foi definido como (A_2'):

$$A_2' = A_2 \left(1 - e^{-\left(\frac{\text{ED} - \text{TD}_2}{\tau_2}\right)} \right) \quad (4)$$

onde "ED" é a duração total do exercício. As equações 2 e 3 são utilizadas para evitar que o valor da amplitude da primeira e segunda exponencial sejam maiores que aqueles observados após TD_2 e ao final do exercício, respectivamente (OZYENER et al., 2001; PRINGLE et al., 2003). Outros parâmetros da cinética do VO_2 quantificados foram: elevação do VO_2 durante a transição, acima da linha de base (EEVO_2), fração da EEVO_2 atribuída ao CL ($A_2' \% \text{EEVO}_2$), e elevação total do VO_2 durante a transição (TotalVO_2).

Análise estatística

Os dados estão expressos como média \pm DP. A diferença estatística entre as médias dos grupos foi analisada pelo teste t de Student (bi-caudal, independente e de igual variância, que foi assumida após aplicação do algoritmo de Levene, associado ao teste t). A função bi-exponencial empregou o método dos quadrados mínimos residuais. O nível de significância foi fixado $p \leq 0,05$. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa estatístico SPSS 18.0.

Resultados

A Tabela 1 apresenta os valores médios \pm DP das variáveis obtidas no teste incremental. O VO_2max , IVO_2max , LV e ILV foram significativamente maiores no grupo GT do que no GNT ($p < 0,05$). No entanto, os valores de FC e $[\text{La}]$ ao final do teste foram similares entre os grupos ($p > 0,05$). A PC expressa em valor absoluto foi significativamente maior no grupo GT do que no GNT ($p < 0,05$). No entanto, a PC expressa em valor percentual da IVO_2max foi similar entre os grupos ($p > 0,05$). A Figura 1 apresenta um exemplo da determinação da PC em um sujeito representativo do GT e do GNT. Os valores do coeficiente do ajuste (r^2) da curva para GT ($0,94 \pm 0,09$) e GNT ($0,95 \pm 0,04$), bem como de Erro Padrão da Estimativa (EPE, GT = $11,9 \pm 18,8\text{W}$; GNT = $9,1 \pm 7,6\text{W}$) sugerem variância similar dos resultados entre os grupos. Tampouco houve diferença na PC, quando expressa em percentual da diferença entre LV e VO_2max ($\% \Delta$) (GT = $64,0 \pm 9,83\%$ e GNT = $68,5 \pm 10,03\%$ ($p > 0,05$)).

Tabela 1. Valores médios \pm DP dos índices aeróbios nos grupos treinado (GT) e não-treinado (GNT).

	GT (N = 6)	GNT (N = 7)
IVO ₂ max (W)	378,3 \pm 23,6	217,3 \pm 25,7*
VO ₂ max (mL.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	63,0 \pm 5,3	37,6 \pm 5,6*
ILV (W)	236,6 \pm 43,2	105,0 \pm 20,2*
LV (%IVO ₂ max)	57,4 \pm 5,3	45,7 \pm 8,3*
FC (bpm)	190 \pm 9	190 \pm 4
[La] (mmol.L ⁻¹)	11,6 \pm 1,3	10,6 \pm 1,4
PC (W)	319,8 \pm 33,8	197,1 \pm 38,9*
PC (%IVO ₂ max)	84,4 \pm 0,05	83,2 \pm 0,03

* $p < 0,05$ em relação ao grupo GT. IVO₂max - intensidade associada ao consumo máximo de oxigênio; VO₂max - consumo máximo de oxigênio; LV - limiar ventilatório; ILV - intensidade associada ao LV; PC - potência crítica; FC - frequência cardíaca; [La] - concentração de lactato.

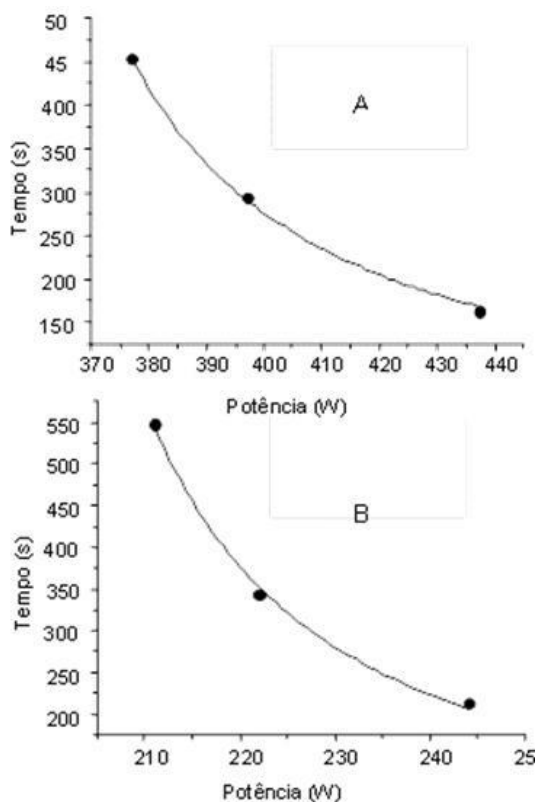


Figura 1. Exemplo da determinação da potência crítica em um sujeito representativo dos grupos GT (Painel A - PC = 342 \pm 1,9 W, CTA = 17,0 \pm 7,9 kJ, $r^2 = 0,99$) e GNT (Painel B - 191 \pm 1,4 W, CTA = 11,0 \pm 7,5 kJ, $r^2 = 0,99$).

A Tabela 2 apresenta os valores médios \pm DP dos parâmetros temporais e de amplitude da cinética do VO₂ no exercício realizado na PC, nos grupos GT e GNT. O GT apresentou início da resposta (TD₁) e constante de tempo de ajuste (τ_1) da resposta primária menores ($p = 0,006$ e $p = 0,002$, respectivamente) do que o GNT. A A₁' foi significativamente maior no grupo GT ($p = 0,001$) em comparação com GNT. Não houve diferença entre os grupos quanto ao TD₂ e ao τ_2 ($p > 0,05$),

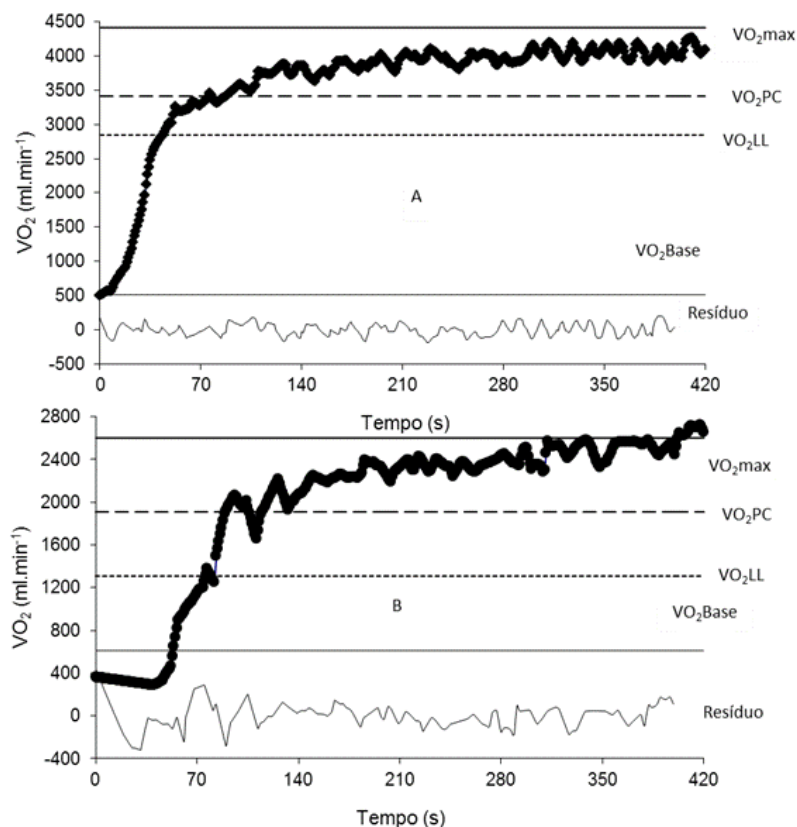
mas sim quanto à A₂' ($p = 0,032$) e a contribuição percentual desta para o incremento do VO₂ no exercício (A₂'%EEVO₂) ($p = 0,0003$), que foram menores em GNT. O EEVO₂ foi significativamente maior no grupo GT ($p = 0,001$). O TotalVO₂ foi similar ao VO₂max para o grupo GNT ($p = 0,808$) e menor do que o VO₂max ($p = 0,050$) para o grupo GT. Ao ser analisada a resposta do VO₂ a 105%PC, o grupo GNT apresentou um TotalVO₂ (3058,2 \pm 553,1 ml.min⁻¹) também similar ao VO₂max ($p > 0,05$), o que sugere que não houve efeito do treinamento em função dos testes neste grupo. O t_{Lim} a 100%PC foi similar para ambos os grupos (GT: 1177 \pm 402s e GNT: 1400 \pm 506s) ($p > 0,05$).

A Tabela 2 apresenta os valores médios \pm DP dos parâmetros temporais e de amplitude da cinética do VO₂ no exercício realizado na PC, nos grupos GT e GNT. O GT apresentou início da resposta (TD₁) e constante de tempo de ajuste (τ_1) da resposta primária menores ($p = 0,006$ e $p = 0,002$, respectivamente) do que o GNT. A A₁' foi significativamente maior no grupo GT ($p = 0,001$) em comparação com GNT. Não houve diferença entre os grupos quanto ao TD₂ e ao τ_2 ($p > 0,05$), mas sim quanto à A₂' ($p = 0,032$) e a contribuição percentual desta para o incremento do VO₂ no exercício (A₂'%EEVO₂) ($p = 0,0003$), que foram menores em GNT. O EEVO₂ foi significativamente maior no grupo GT ($p = 0,001$). O TotalVO₂ foi similar ao VO₂max para o grupo GNT ($p = 0,808$) e menor do que o VO₂max ($p = 0,050$) para o grupo GT. Ao ser analisada a resposta do VO₂ a 105%PC, o grupo GNT apresentou um TotalVO₂ (3058,2 \pm 553,1 ml.min⁻¹) também similar ao VO₂max ($p > 0,05$), o que sugere que não houve efeito do treinamento em função dos testes neste grupo. O t_{Lim} a 100%PC foi similar para ambos os grupos (GT: 1177 \pm 402s e GNT: 1400 \pm 506s) ($p > 0,05$).

Tabela 2. Parâmetros temporais e de amplitude da cinética do consumo de oxigênio no exercício realizado na potência crítica, nos grupos treinado (GT) e não-treinado (GNT).

	GT (N = 6)	GNT (N = 7)
VO _{2Base} (ml.min ⁻¹)	565,1 ± 140,4	621,9 ± 161,6
TD ₁ (s)	13,2 ± 6,7	32,4 ± 12,5*
τ ₁ (s)	19,1 ± 6,9	150,3 ± 77,1*
A ₁ ' (ml.min ⁻¹)	3570,1 ± 302,4	2235,4 ± 502,9*
R ²	0,863 ± 0,071	0,898 ± 0,042
TD ₂ (s)	126,8 ± 124,0	100,4 ± 13,6
τ ₂ (s)	123,3 ± 143,8	160,1 ± 79,4
A ₂ ' (ml.min ⁻¹)	342,4 ± 165,8	571,3 ± 170,1*
R ²	0,424 ± 0,254	0,603 ± 0,240
EEVO ₂ (ml.min ⁻¹)	3347,4 ± 313,1	2184,8 ± 512,7*
A ₂ '%EEVO ₂	10,2 ± 4,5	26,5 ± 6,6*
TotalVO ₂ (ml.min ⁻¹)	3912,5 ± 321,1	2806,7 ± 581,5*
%VO _{2max}	89,8 ± 8,4	97,4 ± 2,8*

VO_{2Base} - consumo de oxigênio de base; EEVO₂ - consumo de oxigênio acima da linha de base ao final do exercício; A₂'%EEVO₂ - contribuição relativa do componente lento ao aumento do VO₂ acima da linha de base ao final do exercício; TotalVO₂ - VO_{2Base} + EEVO₂; %VO_{2max} - percentual do consumo máximo de oxigênio. * p < 0,05 em relação ao grupo GNT.

**Figura 2.** Comparação do perfil do VO₂ na transição repouso/exercício na PC em um sujeito representativo dos grupos GT (A) e GNT (B).

Discussão

O principal achado deste estudo foi que ciclistas e indivíduos não-treinados no ciclismo apresentam diferentes respostas do VO₂ durante o exercício realizado até a exaustão na PC. De maneira geral, os indivíduos treinados

apresentaram resposta mais rápida na fase primária e menor CL, o que está em conformidade com outros estudos realizados em indivíduos treinados e não-treinados (KOPPO et al., 2004; CAPUTO; DENADAI, 2008; JONES; BURNLEY, 2009; JONES et al., 2011). Ao

analisar o VO_2 obtido ao final do teste realizado até a exaustão em 100% PC, os resultados sugerem que os grupos GT e GNT exercitaram-se nos domínios pesado (VO_2 final menor do que o VO_{2max}) e severo (VO_2 final similar ao VO_{2max}), respectivamente.

Ao se analisar as respostas apresentadas pelos voluntários no teste incremental, verifica-se que os grupos apresentam níveis de aptidão aeróbia (VO_{2max} , IVO_{2max} , LV e PC) diferentes para o ciclismo. A maior intensidade absoluta e relativa referente ao LV sugere que a amplitude do domínio moderado é maior em atletas de endurance. Este dado corrobora os estudos que verificaram uma significativa sensibilidade dos índices submáximos associados à resposta do lactato sanguíneo ao treinamento aeróbio (BILLAT et al., 2004; PHILP et al., 2008). No entanto, apesar de alguns estudos terem verificado um aumento na PC após um período de treinamento aeróbio (GAESSER; POOLE, 1988; JENKINS; QUIGLEY, 1992; POOLE et al., 1990), este índice parece apresentar uma resposta diferente em valores relativos (i.e., % VO_{2max}). No estudo realizado por Poole et al. (1990), os autores demonstraram não haver diferença na elevação do VO_2 ao final do exercício na PC (79,0% VO_{2max} antes e 79,1% VO_{2max} após sete semanas de treinamento). Neste estudo, houve um aumento de 15% no VO_{2max} , 15% na PC e 24% no LL. Portanto, a PC parece ser um índice menos sensível ao treinamento (PYNE et al., 2001; COYLE et al., 2005; PIERCE et al., 1990), provavelmente por ser influenciada por fatores associados à potência aeróbia (i.e., VO_{2max}).

Ao se analisar os parâmetros da cinética do VO_2 no exercício de carga constante, foram verificadas diferenças significativa entre os grupos em alguns parâmetros. No presente estudo, não apenas o τ_1 , como também o TD_1 , o CL, a $A_2 \cdot \%EEVO_2$, o Total VO_2 e o % VO_{2max} atingidos no exercício realizado na PC mostraram-se diferentes entre os grupos. Pringle et al. (2003) analisaram a cinética do VO_2 no ciclismo a 50% da diferença entre o LL e o VO_{2max} (50% Δ) com sujeitos apresentando perfis diferentes de distribuição de fibras tipo I e tipo II. Esses autores observaram diferenças na constante de tempo (τ_1) da resposta primária do VO_2 (19,5s e 25,8s, respectivamente, entre os grupos com elevada e baixa distribuição de fibras I). Esses autores reportaram uma correlação significativa entre o τ_1

e o percentual de fibras tipo I (-0,68) e tipo II (0,69). Neste mesmo estudo, os autores verificaram que a contribuição do CL ao aumento do VO_2 no exercício é menor (9%) e inversamente correlacionada (-0,74) à proporção de fibras I, porém esta é maior (16%) e correlacionada com a proporção de fibras IIa e IIb (ambas 0,60). Estes dados sugerem que a maior capacidade oxidativa muscular (i.e., maior proporção de fibras tipo I) pode estar relacionada à resposta mais rápida do VO_2 no início do exercício, com maior ganho de amplitude do componente primário e menor CL durante o exercício pesado.

Em uma observação geral sobre a diferença na cinética do VO_2 entre indivíduos com níveis variados de aptidão aeróbia, Koppo et al. (2004) e Pringle et al. (2003) enfatizaram que a resposta primária da cinética do VO_2 é mais lenta em indivíduos não treinados e torna-se ainda mais lenta nesta população com o aumento da intensidade do exercício. A explicação para o ajuste mais lento da resposta do VO_2 nos indivíduos não treinados pode estar na diferença de densidade mitocondrial e capilar, em relação aos indivíduos treinados, que pode modificar a relação entre o VO_2 muscular e pulmonar, retardando o equilíbrio entre oferta e demanda de O_2 no início da transição (GRASSI et al., 2003). O tipo de fibra recrutada para o exercício pode estar entre os responsáveis por esta diferença, uma vez que indivíduos não treinados tendem a recrutar um percentual maior de fibras tipo II, à medida que a intensidade progride, aumentando amplitude do CL, quando comparados aos indivíduos treinados, que recrutam uma maior fração de fibras I (PRINGLE et al., 2003; GRASSI et al., 2003; KOPPO et al., 2004).

A influência do treinamento sobre o CL é bem documentada. Womack et al. (1995) relataram o efeito de treinamento sobre o CL, observando uma redução de 220 ml. O_2 .min⁻¹ no domínio pesado, após duas semanas de treinamento em bicicleta estacionária, com sessões entre 68% e 77% VO_{2pico} . Para estes autores, é plausível associar a ocorrência de uma significativa porção do CL ao padrão de recrutamento das unidades motoras, sendo as alterações neuromusculares decorrentes do treinamento aeróbio responsável pela atenuação do CL. De fato, a manifestação do CL parece estar associada à redução da taxa P: O_2 (maior custo de O_2 na produção de ATP) e ao aumento da demanda de ATP (maior custo de ATP na geração de força), sendo esta última

responsável por 88% da resposta do CL (JONES et al., 2008). A elevada distribuição intramuscular, ou a ativação precoce na transição repouso-exercício, de fibras do tipo II provocam estes dois processos, devido à menor densidade mitocondrial e menor inclinação da curva que relaciona força e velocidade de contração (JONES et al., 2008). Um dos mecanismos propostos para explicar a exaustão mais precoce com a manifestação do CL, é o recrutamento progressivo das fibras tipo II, que eleva a concentração de metabólitos e influencia os mecanismos de controle do consumo muscular de O_2 (JONES et al., 2008).

Leclair et al. (2008) reportaram uma faixa de variação para a PC, em indivíduos treinados situando entre 84 e 92% VO_{2max} e em indivíduos ativos entre 69 a 89% VO_{2max} . Apesar de PC se apresentar (Tabela 1) em intensidade compatível àquela descrita na literatura, o VO_2 alcançado durante o exercício realizado na PC, pelos sujeitos não-atletas, mostrou-se semelhante ao VO_{2max} , tendo variado entre 91,5% a 100% VO_{2max} , mas com seis dos setes sujeitos apresentando valores acima de 97% VO_{2max} . Por esta tendência não ter sido evidenciada entre os indivíduos treinados (81,2% a 96,5% VO_{2max}), sugere-se que os indivíduos não-treinados realizaram o exercício no domínio severo e os indivíduos treinados realizaram o exercício no domínio pesado. Ao considerarmos os parâmetros da cinética do VO_2 , observou-se uma maior contribuição absoluta e relativa do CL para o aumento do VO_2 (VO_2 final - VO_2 de base) durante o exercício na PC nos indivíduos não treinados. Esse fato, associado ao menor valor do VO_{2max} nestes indivíduos, em relação aos treinados, poderia explicar uma resposta do VO_2 similar ao VO_{2max} . Outra possível hipótese que explicaria a diferença na resposta do VO_2 entre os grupos é a ocorrência de uma ligeira adaptação aeróbia no grupo GNT, como efeito das sessões de teste. Neste sentido, uma maior tolerância (maior t_{Lim}) seria observado ao realizarem o exercício na PC, bem como seria possível atingir um valor não diferente do VO_{2max} inicial, caso o VO_{2max} estivesse maior do que o inicial nesta etapa do protocolo experimental. No entanto, ao se analisar as respostas deste grupo a 105%PC (domínio severo) verificou-se um valor similar ao VO_{2max} do teste incremental. Outras repostas fisiológicas a 105%PC, como lactato sanguíneo ($11,3 \pm 1,2$ mmol.L⁻¹), frequência cardíaca final

(183 ± 8 bpm) e quociente respiratório ($R= 1,09$) mostraram-se similares aqueles obtidos ao final do teste incremental, onde se observou o VO_{2max} . Portanto, esta diferente resposta do VO_2 apresentada pelo grupo GNT não parece ter sido influenciada por uma melhora da aptidão aeróbia dos indivíduos.

Estudos prévios verificaram valores relativos ao VO_{2max} proporcionalmente menores dos que o deste estudo. Poole et al. (1988) demonstraram que o exercício em cicloergômetro na PC conduziu indivíduos regularmente ativos a 79,4% VO_{2max} . Neste estudo, os indivíduos tinham uma aptidão aeróbia ($VO_{2max} = 50,6$ ml.kg⁻¹.min⁻¹) proporcionalmente maior do que os do presente estudo. Baron et al. (2005), ao analisarem indivíduos treinados ($VO_{2max} = 50,3$ ml.kg⁻¹.min⁻¹) durante o exercício a 100%PC, observaram um aumento do VO_2 a 90,5% VO_{2max} no final do teste realizado até a exaustão, sendo considerada uma resposta característica do domínio pesado. O valor reportado por esses autores está muito próximo àquele observado no presente estudo para o grupo GT. Da mesma forma, de Lucas et al. (2013) verificaram em ciclistas treinados, um valor de 94% VO_{2max} ao final do exercício realizado a 100%PC, que foi significativamente menor do que o VO_{2max} e, assim, também considerado pelos autores como uma resposta no domínio pesado do exercício. A resposta mais rápida do VO_2 no início do exercício e a menor amplitude do CL no exercício severo estão associadas à maior tolerância ao exercício (i.e., maior tempo de exaustão) (MURGATROYD et al., 2011). No entanto, nas condições de intensidade neste estudo, não houve diferença no t_{Lim} entre os grupos. Esta similaridade no t_{Lim} pode, em parte, ter ocorrido em função do baixo número de indivíduos em cada grupo, que pode ter levado ao erro tipo II. No entanto, ao se analisar os t_{Lim} de estudos realizados em indivíduos com diferentes níveis de aptidão aeróbia, verifica-se que, apesar da diferença em alguns parâmetros da cinética do VO_2 , o t_{Lim} em exercícios realizados no domínio severo foi similar entre os grupos (CAPUTO; DENADAI, 2008). Da mesma forma, o t_{Lim} verificado neste estudo é similar ao obtido em indivíduos treinados no ciclismo (BARON et al., 2005; DE LUCAS et al., 2013). Além do número reduzido de sujeitos em cada grupo experimental, outra limitação deste estudo foi a utilização de uma única transição para a análise dos parâmetros da cinética do VO_2 , em função do

número elevado de testes realizados pelos voluntários, que pode influenciar a estimativa dos parâmetros da cinética do VO₂ pelas flutuações dos dados respiração-a-respiração (LAMARRA et al., 1987). No entanto, os parâmetros de amplitude apresentam menor variabilidade que os parâmetros temporais da cinética do VO₂ em situações de teste/re-teste (CARTER et al., 2002), o que reduz mas não elimina a limitação do presente estudo.

Com base nestes resultados, pode-se concluir que o nível de aptidão aeróbia parece não modificar a tolerância ao exercício realizado na PC, porém pode determinar diferentes respostas do VO₂.

Referências

- BARON, B.; DEKERLE, J.; ROBIN, S.; NEVIERE, R.; DUPONT, L.; MATRAN, R.; VANVELCENAHER, J.; ROBIN, H.; PELAYO, P. Physiological responses during exercise performed to exhaustion at critical power. **Journal of Movement Studies**, Edinburgh, v.49, p.169-180, 2005. Disponível em: <https://www.thieme-connect.com/DOI/DOI?10.1055/s-2003-43264>. Acesso em: 30 mar. 2012.
- BILLAT, V.; HILL, D. W.; PINOTEAU, J.; PETIT, B.; KORALSZTEIN, J. P. Effect of protocol on determination of velocity at VO₂max and on its time to exhaustion. **Archives Physiology and Biochemistry**, Dublin, v.104, p.313-321, 1996. Disponível em: <http://informahealthcare.com/doi/abs/10.1076/apab.104.3.313.12908%20>. Acesso em: 30 mar. 2012.
- BILLAT, V.; SIRVENT, P.; LEPRETRE, P-M.; KORALSZTEIN, J. P. Training effect on performance, substrate balance and blood lactate concentration at maximal lactate steady state in master endurance-runners. **Pflugers Archiv: European Journal of Physiology**, Berlin, v.447, p.875–883, 2004.
- BRICKLEY, G.; DOUST, J.; WILLIAMS, C. A. Physiological responses during exercise to exhaustion at critical power. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v.88, p.146-151, 2002. Disponível em: <http://www.springerlink.com/content/wbb5u6nmv0wj1f09/>. Acesso em: 30 mar. 2012.
- BURNLEY, M.; JONES, A. M.; CARTER, H.; DOUST, J. H. Effects of prior heavy exercise on phase II pulmonary oxygen uptake kinetics during heavy exercise. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v.89, p.1387-1396, 2000. Disponível em: <http://jap.physiology.org/cgi/pmidlookup?view=long&pmid=11007573>. Acesso em: 30 mar. 2012.
- BURNLEY, M.; DOUST, J. H.; CARTER, H.; JONES, A. M. Effects of prior exercise and recovery duration on oxygen uptake kinetics during heavy exercise in humans. **Experimental Physiology**, Cambridge, v.86, p. 417-425, 2001.
- BULL, A.J.; HOUSH, T.J.; JOHNSON, G. O.; PERRY, S. R. Effect of mathematical modeling on the estimation of critical power. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v.32, p.526-530, 2000.
- CAPUTO, F.; DENADAI, B. S. The highest intensity and the shortest duration permitting attainment of maximal oxygen uptake during cycling: effects of different methods and aerobic fitness level. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v.103, p.47-57, 2008. Disponível em: <http://www.springerlink.com/content/f2gh31hl12h17671/>. Acesso em: 30 mar. 2012.
- CARTER, H.; JONES, A.; BARSTOW, T.; BURNLEY, M.; WILLIAMS, C.; DOUST, J. Effect of endurance training on oxygen uptake kinetics during treadmill running. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v.89, p.1744–1752, 2000.
- CARTER, H.; JONES, A. M.; MAXWELL, N. S. DOUST, J. H. The effect of interdiurnal and diurnal variation on oxygen uptake kinetics during treadmill running. **Journal of Sport Science**, London, v.20, p.901-909, 2002. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/026404102320761796>.
- COYLE, E. F. Very intense exercise-training is extremely potent and time efficient: a reminder. **Journal of Applied Physiology**. Bethesda, v.98, n.6, p.1983-1984, 2005. Disponível em: <http://jap.physiology.org/content/98/6/1983>. Acesso em: 30 mar. 2012.
- DAVIS, J. A.; FRANK, M. H.; WHIPP, B. .; WASSERMAN, K. Anaerobic threshold alterations caused by endurance training in middle-aged men. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v.46, n.6, p.1039-1046, 1979.
- DEKERLE, J.; BRICKLEY, G.; ALBERTY, M.; PELAYO, P. Characterising the slope of the distance–time relationship in swimming. **Journal of Science and Medicine in Sport**. Oxford, v.13, p.365-370, 2010. Disponível em: [http://www.jsams.org/article/S1440-2440\(09\)00148-0/abstract](http://www.jsams.org/article/S1440-2440(09)00148-0/abstract). Acesso em: 30 mar. 2012.
- DE LUCAS, R. D.; DE SOUZA, K. M.; COSTA, V. P.; GROSSI, T.; GUGLIELMO, L. G. A. Time to exhaustion at and above critical power in trained

cyclists: The relationship between heavy and severe intensity domains. **Science & Sports**, Amsterdam, v.28, p. e9-e14, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scispo.2012.04.004>.

GAESSER, G.; POOLE, D.C.. The slow component of oxygen uptake kinetics in humans. **Exercise and Sport Science Review**. Philadelphia, v.24, p.35-71, 1996.

GRASSI, B.; POGGIAGHI, S.; RAMPICHINI, S.; QUARESIMA, V.; FERRARI, M.; MARCONI, C.; CERRETELLI, P. Muscle oxygenation and pulmonary gas exchange kinetics during cycling exercise on-transitions in humans. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v.95, p.149-158, 2003. Disponível em: <http://jap.physiology.org/content/95/1/149.long>. Acesso em: 30 mar. 2012.

GERBINO, A.; WARD, S. A.; WHIPP, B. J. Effects of prior exercise on pulmonary gas exchange kinetics during high-intensity exercise in humans. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v.80, p.99-107, 1996. Disponível em: <http://jap.physiology.org/content/80/1/99.long>. Acesso em: 30 mar. 2012.

HENSON, L. C.; POOLE, D. C.; WHIPP, B. J. Fitness as a determinant of oxygen uptake response to constant-load exercise. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v.59, p.21-28, 1989.

HILL, D.W. The critical power concept. **Sports Medicine**, Auckland, v.16, p.237-254, 1993.

JENKINS, D. G.; QUIGLEY, B. M. Endurance training enhances critical power. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v.24, n.11, p.1283-1289, 1992.

JONES, A. M.; POOLE, D. C. Oxygen uptake dynamics: from muscle to mouth: an introduction to the symposium. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v.37, p.1542-1550, 2005.

JONES, A. M.; WILKERSON, D. P.; DIMENNA, F.; FULFORD, J.; POOLE, D. C. Muscle metabolic responses to exercise above and below the "critical power" assessed using ³¹P-MRS. **American Journal of Physiology Regulation, Integrative and Comparative Physiology**, Bethesda, v.294, p.585-593, 2008. Disponível em: <http://ajpregu.physiology.org/content/294/2/R585.1>. Acesso em: 30 mar. 2012.

JONES, A. M.; BURNLEY, M. Oxygen uptake kinetics: an underappreciated determinant of exercise performance. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, Champaign, v.4, p.524-532, 2009.

JONES, A. M.; GRASSI, B.; CHRISTENSEN, P. M.; KRUSTRUP, P.; BANGSBO, J.; POOLE, D. C.. Slow Component of VO₂ Kinetics: Mechanistic Bases and Practical Applications. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. Hagerstown, v.43, n.11, p.2046-2062, 2011.

KOPPO, K.; BOUCKAERT, J.; JONES, A. M. Effects of Training Status and Exercise Intensity on Phase II VO₂ Kinetics. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v.36, p.225-232, 2004.

KRUSTRUP, P. Muscle oxygen uptake and energy turnover during dynamic exercise in humans. [PhD thesis]. Copenhagen (Denmark): University of Copenhagen. ISBN: 87-89361-87-3, p.1-241, 2004.

LAMARRA, N.; WHIPP, B. J.; WARD, S. A.; WASSERMAN, K. Effect of interbreath fluctuations on characterizing exercise gas exchange kinetics. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v.62, p.2003-2012, 1987.

LECLAIR, E.; MUCCI, P.; MCGAWLET, K.; BERTHOIN, S. Application of the critical power concept in different populations. **Science & Sports**, Amsterdam, v.23, p.206-215, 2008.

MACDONALD, M.; PEDERSEN, P. K.; HUGHSON, R. L. Acceleration of VO₂ kinetics in heavy submaximal exercise by hyperoxia and prior high-intensity exercise. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v.83, p.1318-1325, 1997. Disponível em: <http://jap.physiology.org/cgi/pmidlookup?view=long&pmid=9338442>. Acesso em: 30 mar. 2012.

MURGATROYD, S. R.; FERGUSON, C.; WARD, S. A.; WHIPP, B. J.; ROSSITER, H. B. Pulmonary O₂ uptake kinetics as a determinant of high-intensity exercise tolerance in humans. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v.110, p.1598-1606, 2011. Disponível em: <http://jap.physiology.org/content/110/6/1598.long>. Acesso em: 30 mar. 2012.

OZYENER, F.; ROSSITER, H. B.; WARD, S. A.; WHIPP, B. J. Influence of exercise intensity on the on- and off-transient kinetics of pulmonary oxygen uptake in humans. **Journal of Physiology**, Bethesda, v.15, p.891-902, 2001. Disponível em: <http://jp.physoc.org/content/533/3/891.long>. Acesso em: 30 mar. 2012.

PIERCE, E. F.; WELTMAN, A.; SEIP, R. L.; SNEAD, D. Effects of training specificity on the lactate threshold and VO₂ peak. **International Journal of Sports Medicine**. Stuttgart, v.11, n.4, p.267-272, 1990. Disponível em: <https://www.thieme-connect.com/DOI/DOI?10.1055/s-2007-1024805>.

PHILP, A.; MACDONALD, A. L.; CARTER, H.; WATT, P. W.; PRINGLE, J. S. Maximal Lactate Steady State as a Training Stimulus. **International Journal of Sports Medicine**. Stuttgart, v.29, p.475-479, 2008. Acesso em: 30 mar. 2012.

POOLE, D. C. Resolving the determinants of high-intensity exercise performance. **Experimental Physiology**, Cambridge, v.94, p.197-198, 2009. Disponível em: <http://ep.physoc.org/cgi/pmidlookup?view=long&mid=19144747>. Acesso em: 30 mar. 2012.

POOLE, D. C.; WARD, S. A.; GARDNER, G. W.; WHIPP, B. J. Metabolic and respiratory profile of the upper limit for prolonged exercise in man. **Ergonomics**, London, v.31, p.1265-1279, 1988. Disponível em: http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00140138808966766?url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori:rid:crossref.org&rfr_dat=cr_pub%3dpubmed. Acesso em: 30 mar. 2012.

POOLE, D. C.; WARD, A. S.; WHIPP, B. J. The effects of training on the metabolic and respiratory profile of high-intensity cycle ergometer exercise. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, Berlin, v.59, p.421-429, 1990.

PRINGLE, J. S.; DOUST, J. H.; CARTER, H.; TOLFREY, K.; CAMPBELL, I. T.; JONES, A. M. Oxygen uptake kinetics during moderate, heavy and severe intensity 'submaximal' exercise in humans: the influence of muscle fibre type and capillarisation. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v.89, p.289-300, 2003. Disponível em: <http://www.springerlink.com/content/bf17ck035ahgf6ji/>. Acesso em: 30 mar. 2012.

PYNE, D.; LEE, H.; SWANWICK, K. Monitoring the lactate threshold in world-ranked swimmers. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. Hagerstown, v.33, p.291-297, 2001.

ROSTON, W. L.; WHIPP, B. J.; DAVIS, J. A.; CUNNINGHAM, D. A.; EFFROS, R. M.; WASSERMAN, K. Oxygen uptake kinetics and lactate concentration during exercise in humans. **The American Review of Respiratory Disease**, New York, v.135, p.1080-1084, 1987.

SCARBOROUGH, P. A.; SMITH, J. C.; TALBERT, S. M.; HILL, D. W. Time to exhaustion at the power asymptote in men and women. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v.23, S12, 1991.

VAUTIER, J.F.; VANDEWALLE, H.; ARABI, H.; MONOD, H. Critical power as an endurance index. **Applied Ergonomics**, Oxford, v.26, p.117-121,

1995. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S03687095000092>. Acesso em: 30 mar. 2012.

WAKAYOSHI, K.; HARADA, T.; YOSHIDA, T.; UDO M.; MORITANI, T.; MUTOH, Y. Does critical swimming velocity represent exercise intensity at maximal lactate steady state. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v.66, p.90-95, 1993.

WHIPP, B. J.; WARD, S. A.; ROSSITER, H. B. Pulmonary O₂ uptake during exercise: conflating muscular and cardiovascular responses. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v.37, p.1574-1585, 2005.

WOMACK, C. J.; DAVIS, S. E.; BLUMER, J. L.; BARRETT, E.; WELTMAN, A. L.; GAESSER, G. A. Slow component of O₂ uptake during heavy exercise: adaptation to endurance training. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v.79, p.838-845, 1995. Disponível em: <http://jap.physiology.org/content/79/3/838.long>. Acesso em: 30 mar. 2012.

Agradecimentos: Os autores agradecem o apoio financeiro da Fapesp e CNPq.

Endereço:

Depto. Educação Física - IB/Unesp
Camila Coelho Greco
Avenida 24A, 1515 Bairro: Bela Vista
Rio Claro SP Brasil
13506-900
Telefone: (19) 3526.4338
Fax: (19) 3526.4321
e-mail: greco@rc.unesp.br

Recebido em: 16 de abril de 2012.

Aceito em: 27 de abril de 2013.



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