

Artigo original

Comparação do VO_2 acumulado durante o exercício contínuo e intermitente na máxima fase estável de lactato sanguíneo

Comparison of accumulated VO_2 during continuous and intermittent exercise at maximal lactate steady state

Luis Fabiano Barbosa, M.Sc.*, Camila Coelho Greco**, Benedito Sérgio Denadai***

*Laboratório de Avaliação da Performance Humana, UNESP – Rio Claro, **Professor Livre-Docente, Laboratório de Avaliação da Performance Humana, UNESP, ***Professor Titular, Laboratório de Avaliação da Performance Humana, UNESP – Rio Claro

Resumo

O objetivo deste estudo foi comparar o VO_2 acumulado durante o exercício realizado na máxima fase estável de lactato sanguíneo contínua (MLSSc) e intermitente (MLSSi). Sete ciclistas treinados (idade = $25,5 \pm 5,1$ anos, $VO_{2max} = 57,7 \pm 4,6$ ml.kg⁻¹.min⁻¹) foram submetidos aos seguintes protocolos em um cicloergômetro: 1) Teste incremental para a determinação do VO_{2max} e sua respectiva carga (Pmax); 2) 2 a 3 testes de carga constante para a determinação da MLSSc e; 3) 2 a 3 testes intermitentes (7 x 4 min e 1 x 2 min, com 2 min de recuperação a 50%Pmax) para a determinação da MLSSi. Foram determinados na MLSSc e MLSSi o tempo (TMcg), o VO_2 (VO_{2ACcg}) mantidos na carga e o consumo acumulado de oxigênio (VO_{2AC}) durante o exercício. O TMcg ($27,1 \pm 1,2$ e $10,1 \pm 3,4$ min) e o VO_{2ACcg} ($96,7 \pm 1,1$ e $35,1 \pm 10,7$ l) foram estatisticamente maiores no exercício contínuo do que no intermitente, respectivamente. O VO_{2AC} ($104,4 \pm 9,4$ e $102,2 \pm 8,9$ l) foi similar nas condições contínua e intermitente. Pode-se concluir que a possível superioridade do treinamento intervalado realizado nas condições deste estudo, não parece ser determinada pela interação entre o tempo de exercício e o VO_2 acumulado (i.e., VO_{2AC}) na MLSS.

Palavras-chave: treino aeróbio, ciclismo, capacidade aeróbia, adaptação aeróbia.

Abstract

The objective of this study was to compare the accumulated VO_2 during the exercise performed at continuous (MLSSc) and intermittent (MLSSi) maximal lactate steady state. Seven trained cyclists (age = 25.5 ± 5.1 years, $VO_{2max} = 57.7 \pm 4.6$ ml.kg⁻¹.min⁻¹) were submitted to the following protocols in a cyclergometer: 1) Incremental test for the determination of VO_{2max} and its respective workload (Pmax); 2) 2 to 3 constant workload tests for the determination of MLSSc and; 3) 2 to 3 intermittent tests (7 x 4 min and 1 x 2 min, with 2 min of recovery at 50%Pmax) for the determination of MLSSi. The time (TMcg), the VO_2 (VO_{2ACcg}) maintained at the workload and accumulated oxygen uptake (VO_{2AC}) were determined during the exercise at MLSSc and MLSSi. The TMcg (27.1 ± 1.2 and 10.1 ± 3.4 min) and the VO_{2ACcg} (96.7 ± 1.1 and 35.1 ± 10.7 l) were statistically higher during continuous than intermittent exercise, respectively. The VO_{2AC} (104.4 ± 9.4 and 102.2 ± 8.9 l) was similar at continuous and intermittent conditions. It can be concluded that the possible superiority of interval training, at the conditions of this study, did not seem to be determined by the interaction between the time of exercise and accumulated VO_2 (i.e., VO_{2AC}) at MLSS.

Key-words: aerobic training, cycling, aerobic capacity, aerobic adaptation.

Introdução

A máxima fase estável de lactato sanguíneo (MLSS) é definida como sendo a maior intensidade de exercício que pode ser mantida ao longo do tempo sem aumento contínuo da concentração de lactato sanguíneo ([La]) [1]. A MLSS tem sido considerada um ótimo parâmetro para a prescrição do treinamento aeróbio, particularmente em indivíduos treinados, já que os valores obtidos por meio de sua determinação expressam respostas agudas e crônicas individuais da [La] ao exercício [1,2]. De fato, alguns estudos têm verificado que o treinamento aeróbio contínuo realizado em intensidades próximas à MLSS pode melhorar a performance aeróbia de atletas de endurance [3,4].

Entretanto, uma parte significativa do treinamento para a capacidade aeróbia é realizada de forma intermitente [5-7]. Uma das grandes vantagens deste tipo de treinamento é a possibilidade de se realizar a mesma duração de exercício, porém com uma intensidade maior do que o indivíduo conseguiria realizar de forma contínua. Isto ocorre em função das mudanças metabólicas que ocorrem durante o período de recuperação (ressíntese de creatina fosfato e/ou remoção do lactato) [8,9], permitindo que condições metabólicas similares sejam alcançadas em intensidades absolutas diferentes [10,11]. Assim, a utilização de intensidades correspondentes à MLSS determinada de forma contínua, pode não ser adequada para a prescrição do treino intermitente. Confirmando esta possibilidade, Beneke *et al.* [7] verificaram que as intensidades correspondentes à MLSS determinadas durante o exercício intervalado de recuperação passiva (intervalos de 30 s ou 90 s a cada cinco minutos de exercício), foram significativamente maiores (300 W, 79% Pmax e 310 W, 81% Pmax, respectivamente) do que a determinada de modo contínuo (277 W, 74% Pmax). A [La] na MLSS não foi diferente entre o exercício contínuo e intermitente. Portanto, ao se realizar o exercício de forma intermitente na mesma carga absoluta correspondente à MLSS, a resposta metabólica tende a ser menor, o que subestima o nível de esforço realizado pelo indivíduo [7].

É interessante destacar, que alguns estudos têm verificado que o treinamento intervalado que é realizado com maior intensidade, pode ser mais eficiente do que o treinamento contínuo para a promoção de adaptações aeróbias [12,13]. Os mecanismos que determinam este comportamento ainda não são completamente conhecidos. Um dos fatores que pode ser apontado, é que o exercício intervalado aumenta o estresse sobre as estruturas e processos associados à utilização do O₂ para a produção de energia. Com isso, pode-se hipotetizar que, embora existam períodos de recuperação, o VO₂ acumulado na carga durante o exercício intervalado possa ser maior do que durante o exercício contínuo. Desse modo, o objetivo deste estudo foi analisar e comparar o VO₂ acumulado durante o exercício realizado na MLSS determinada de forma contínua (MLSSc) e intermitente (MLSSi).

Material e métodos

Sujeitos

Sete ciclistas treinados (idade = $25,5 \pm 5,1$ anos, massa corporal = $68,4 \pm 9,4$ kg, estatura = $172,8 \pm 7,5$ cm, VO₂max = $57,7 \pm 4,6$ ml.kg⁻¹.min⁻¹), com pelo menos 5 anos de experiência na modalidade, foram voluntários e assinaram um termo de consentimento para participar do presente estudo. Os ciclistas treinavam 6-7 vezes por semana (volume = 403 ± 50 km) e estavam competindo em nível regional e nacional. Os indivíduos foram orientados a não realizarem treinamento intenso e não ingerirem bebidas contendo cafeína e álcool nas 24 horas que antecederam as sessões experimentais. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade.

Delineamento experimental

Os atletas compareceram ao laboratório entre 5-7 ocasiões dentro de um período de três semanas, e foram submetidos aos seguintes protocolos, em dias diferentes, em um cicloergômetro: 1) Teste incremental para a determinação do limiar anaeróbio (LAn), VO₂max e sua respectiva carga (Pmax); 2) 2 a 3 testes de carga constante para a determinação da MLSSc e; 3) 2 a 3 testes intermitentes de carga submáxima com recuperação ativa para a determinação da MLSSi. Cada protocolo intermitente consistiu de 7 repetições de 4 min e 1 repetição de 2 min, intercaladas com 2 min de recuperação a 50%Pmax. O intervalo entre os testes foi de aproximadamente 48 h. Os indivíduos foram instruídos a chegar ao laboratório descansados e hidratados, com pelo menos 3 h após a última refeição. Cada indivíduo foi avaliado no mesmo horário do dia (± 2 h) para minimizar os efeitos da variação diurna biológica.

Protocolo incremental

Os indivíduos realizaram um teste incremental em um cicloergômetro eletromagnético (Excalibur Sport, Lode BV, Croningen, Holand) em cadências de pedalada entre 70-90 rpm. Este ergômetro é construído especialmente para ajustar automaticamente a resistência e manter a potência constante, independente da cadência de pedalada escolhida. A carga inicial foi de 100 W com incrementos de 25 W a cada 3 minutos até a exaustão voluntária. A Pmax foi considerada como a carga do último estágio completo ou pela relação incremento / tempo quando um estágio completo não fosse realizado. Durante os testes, a troca de gases pulmonares foi determinada respiração-a-respiração (Quark PFTergo, Rome, Italy). O VO₂max foi definido como o mais alto valor de VO₂ obtido em médias de intervalos de 15 s durante o teste incremental. Amostras de sangue foram coletadas nos últimos 20 s de cada estágio do

lóbulo da orelha e colocadas em tubos contendo 50 µl de NaF (1%) para a determinação da [La] (YSL 2300 STAT, Yellow Springs, Ohio, EUA). O LAn foi determinado por interpolação linear usando uma concentração fixa de 3,5 mM de lactato [14].

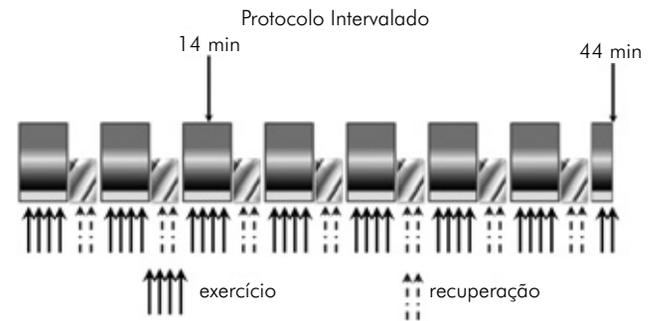
Determinação da máxima fase estável usando protocolo contínuo

Foram realizados de dois a três testes de carga constante com duração de 30 minutos em diferentes intensidades para a determinação da potência (MLSSw), [La], VO_2 e frequência cardíaca (FC) correspondentes à MLSSc. A primeira carga foi equivalente a 105% LAn. No 10º e 30º minuto dos testes foram coletadas amostras de sangue do lóbulo da orelha para a determinação da [La]. A MLSS foi considerada como sendo a mais alta carga na qual foi observado um aumento menor ou igual a 1,0 mM entre o 10º e 30º minuto de exercício [15].

Determinação da máxima fase estável usando protocolo intermitente

Para a determinação da MLSSi foram realizados 2-3 testes de carga submáxima. O protocolo consistiu de 8 períodos de exercício intercalados com 2 minutos de recuperação, sendo que 7 períodos de exercício tiveram 4 minutos de duração e o oitavo período com 2 minutos de duração. Foi utilizada recuperação ativa em que os sujeitos permaneciam se exercitando com intensidade equivalente a 50% Pmax obtida durante o teste incremental. A duração total das repetições (30 min) em cargas próximas à MLSSi está de acordo com o sugerido por Beneke [1], para o protocolo contínuo. A duração total do protocolo foi de 44 minutos (Figura 1). A relação esforço: pausa usada (2:1) é comumente utilizada durante sessões de treinamento intervalado próximas à MLSSw [6]. A carga do primeiro teste correspondeu a 110% MLSSc. Se durante o primeiro teste de carga constante um equilíbrio ou redução no lactato fosse observado, os testes subsequentes eram realizados com uma carga 5% maior, em dias diferentes até que um estado estável da [La] não pudesse ser mantido. Se o primeiro teste resultasse em um aumento na [La] e/ou não pudesse ser sustentado durante todo o protocolo, os testes subsequentes eram realizados com cargas 5% menores. A MLSSi foi definida como a mais alta carga na qual a [La] não aumentou mais do que 1 mM entre o 14º e 44º minuto do protocolo (metade da 3ª e no final da 8ª repetição, respectivamente). É importante notar que, além de considerar somente a duração de exercício próxima à MLSSw, o critério utilizou os últimos 20 min de exercício próximo à MLSSw, de acordo com Beneke [15].

Figura 1- Características do protocolo intervalado. 14 min e 44 min – coleta de sangue para a determinação do lactato sanguíneo.



Cinética do VO_2

Para cada exercício de carga constante, o VO_2 foi determinado respiração-respiração e os dados foram ajustados de acordo com a equação:

$$VO_2(t) = VO_{2b} + A(1 - e^{-t/\tau}) \quad [1]$$

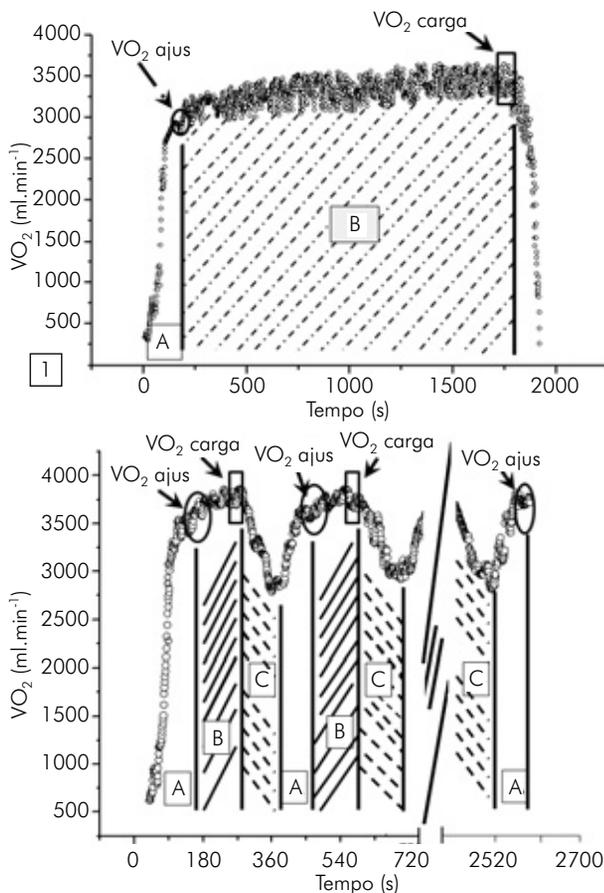
onde: $VO_2(t)$ representa o VO_2 no tempo t , VO_{2b} representa os valores pré-exercício, A é a amplitude da assíntota, e τ representa a constante de tempo para a cinética do VO_2 (definida como o tempo requerido para alcançar 63% da A).

No início do exercício contínuo e no início de cada repetição do exercício intermitente, o tempo para alcançar o consumo de oxigênio ajustado (VO_{2ajus}), ou seja o VO_2 assintótico, foi definido como $4,6 \times \tau$. O tempo (TM_{cg}) e o VO_2 mantidos na carga (VO_{2ACcg}) foram obtidos por subtração do tempo para o ajuste do VO_2 do tempo total do período de exercício (30 minutos para o exercício contínuo e 4 minutos para cada repetição do exercício intermitente) (Figura 2). O consumo acumulado de oxigênio (VO_{2AC}) foi calculado por meio da integral da área utilizando o método trapezoidal. Para o exercício realizado de forma contínua o mesmo representa o período total de exercício (30 minutos). Para o exercício intermitente representa o consumo acumulado durante os períodos de exercício (30 minutos) excluindo os períodos de recuperação. O consumo de oxigênio de carga (VO_{2carg}) foi obtido por meio de média aritmética do minuto final de exercício (29º – 30º. min durante o exercício contínuo; 43º. – 44º. min durante o exercício intermitente).

Análise estatística

Os valores estão expressos como média \pm DP. Os valores das variáveis correspondentes à MLSSi e a MLSSc foram comparados usando o teste t -Student para dados pareados. O nível de significância foi mantido em $p \leq 0,05$.

Figura 2 - Representação esquemática do consumo de oxigênio (VO_2) durante o exercício contínuo (1) e intermitente (2). A – período necessário para o VO_2 atingir o valor correspondente à carga. B – período onde se considerou que o VO_2 foi equivalente à carga. C – período de recuperação.



Resultados

A Tabela I apresenta os valores \pm DP de [La], MLSSw, %Pmax e FC obtidos durante o exercício realizado na MLSSc e na MLSSi. Os valores de MLSSw e %Pmax correspondentes à MLSSi foram significativamente maiores (~10%) do que os obtidos na MLSSc ($p < 0,05$). Não houve diferença significativa na [La] e na FC nas duas condições ($p > 0,05$).

Tabela I - Valores médios \pm DP concentração de lactato sanguíneo ([La]), potência correspondente à máxima fase estável de lactato sanguíneo (MLSSw), percentual da potência máxima (%Pmax) e frequência cardíaca (FC) obtidos durante o exercício realizado na máxima fase estável de lactato contínua (MLSSc) e intermitente (MLSSi). $N = 7$.

	Contínuo	Intermitente
[La] (mM)	$3,9 \pm 1,0$	$4,9 \pm 1,6$
MLSSw (W)	$277,3 \pm 24,8$	$305,1 \pm 27,4^*$
%Pmax	$76,7 \pm 5,0$	$84,4 \pm 5,4^*$
FC (bpm)	$167 \pm 11,0$	$171 \pm 11,0$

* $p \leq 0,05$ em relação ao exercício contínuo.

A Tabela II apresenta os valores médios \pm DP do VO_{2ajus} , VO_{2carga} , TMcg, VO_{2ACcg} e VO_{2AC} durante o exercício contínuo e intermitente. O VO_{2ajus} foi significativamente maior na condição intermitente ($p < 0,05$). O TMcg e o VO_{2ACcg} foram estatisticamente maiores para o exercício contínuo ($p < 0,05$). O VO_{2carga} e o VO_{2AC} foram similares nas duas condições ($p > 0,05$).

Tabela II - Valores médios \pm DP do consumo de oxigênio ajustado (VO_{2ajus}), consumo de oxigênio na carga (VO_{2carga}), tempo de manutenção do consumo de oxigênio na carga (TMcg), consumo de oxigênio acumulado na carga (VO_{2ACcg}) e consumo de oxigênio acumulado (VO_{2AC}) durante os exercícios contínuo e intermitente. $N = 7$.

	Contínuo	Intermitente
VO_{2ajus} ($l \cdot min^{-1}$)	$3,3 \pm 0,3$	$3,6 \pm 0,2^*$
VO_{2carga} ($l \cdot min^{-1}$)	$3,5 \pm 0,3$	$3,6 \pm 0,2$
TMcg (min)	$27,1 \pm 1,2$	$10,1 \pm 3,4^*$
VO_{2ACcg} (l)	$96,7 \pm 1,1$	$35,1 \pm 10,7^*$
VO_{2AC} (l)	$104,4 \pm 9,4$	$102,2 \pm 8,9$

* $p \leq 0,05$ em relação ao exercício contínuo.

Discussão

Com base nos resultados obtidos no presente estudo, verifica-se que a principal hipótese do mesmo não foi confirmada, já que, ao se comparar as condições contínua e intermitente realizadas com a mesma duração (30 min), o VO_{2AC} na MLSSi foi similar ao obtido na MLSSc. Isto ocorreu apesar da MLSSi ter sido realizada em uma intensidade absoluta (10%) e VO_{2ajus} (8%) maiores, mas com um TMcg menor (62%). Assim, quando se utiliza um mesmo índice fisiológico como referência (i.e., MLSS), as vantagens do exercício intermitente para proporcionar maiores adaptações aeróbias não parecem ser explicadas pelo estímulo ao metabolismo, indicado pela interação entre o tempo de exercício e a produção aeróbia de energia (i.e., VO_{2AC}).

A MLSS tem sido identificada como intensidade de treinamento capaz de aumentar o tempo de exaustão e a velocidade nesta intensidade [3]. Deste modo, tem sido apontada como fator importante para o programa de treinamento de atletas moderada e altamente treinados, por proporcionar forte estímulo para o aumento de aspectos submáximos e máximos relacionados à capacidade aeróbia [4].

O treinamento intervalado tem sido apontado como capaz de aumentar a performance aeróbia, particularmente em indivíduos treinados [6], já que nestas condições é possível acumular grandes estímulos de treinamento comparado com o que poderia ser sustentado em uma simples sessão de exercício contínuo [16]. Os maiores valores de MLSSi (~10%) em relação à MLSSc observados neste estudo são similares aos dados obtidos por Beneke *et al.* [7], e confirmam a necessidade da determinação direta da MLSSi, quando o objetivo for a

prescrição do treinamento aeróbio intervalado.

Durante o exercício intermitente realizado em intensidades próximas à do VO_2max , um dos fatores que tem sido apontado como importante para promover adaptações aeróbias é o tempo de permanência em valores próximos ($>95\%\text{VO}_2\text{max}$) ou no VO_2max . A principal hipótese é a de que quanto maior for o tempo de permanência em taxas de produção de energia aeróbia elevadas, maior seria o estímulo para a promoção de adaptações aeróbias centrais e periféricas [17].

No presente estudo, a interação entre o tempo e a maior taxa metabólica permitida pela carga de exercício (VO_2ACcg), mostra que o exercício contínuo permitiria um maior estímulo ao organismo. Assim, diferentemente do hipotetizado para exercícios de intensidade máxima ($100\%\text{VO}_2\text{max}$) ou supra-máxima ($>100\%\text{VO}_2\text{max}$), no exercício submáximo (MLSS) o VO_2ACcg não parece explicar a provável superioridade do exercício intermitente sobre o contínuo, já que os valores do exercício intermitente foi aproximadamente um terço do atingido no exercício contínuo. É interessante notar também, que mesmo considerando o VO_2 total acumulado durante o exercício realizado na MLSS (i.e., VO_2AC), os valores são estatisticamente similares entre o contínuo e o intervalado, o que também não explicaria as possíveis diferenças de adaptações entre o exercício intermitente e o contínuo.

Daussin *et al.* [18] analisaram as adaptações periférica (capacidade oxidativa) e central (cardiovascular) determinadas por dois protocolos de treinamento (contínuo x intermitente) realizados com trabalho total similar. Os autores verificaram que os dois tipos de adaptação (central e periférica) foram maiores após o treino intervalado. Assim, parece que as flutuações na carga e nos valores de VO_2 durante o exercício intermitente, mais do que a duração do exercício e o gasto energético total, são fatores essenciais para o aumento da capacidade aeróbia. Com isso, os autores propuseram que as flutuações no *turnover* de ATP e no fluxo de fosfato de alta-energia gerados pelas alterações na carga no exercício intermitente, ativam mais as vias sinalizadoras, e consequentemente, determinam uma maior biogênese de mitocôndrias [18].

As principais adaptações que contribuem para o aumento da capacidade aeróbia (limiar anaeróbio, MLSS), particularmente em indivíduos treinados, ocorrem em nível muscular, e estão relacionadas ao aumento da quantidade de enzimas oxidativas, mitocôndrias, densidade capilar e aumento dos depósitos de energia (glicogênio e triglicerídeos) [19]. Ao se considerar os valores similares de VO_2AC nas duas condições, como também os menores valores de VO_2ACcg obtidos no exercício intermitente, é possível sugerir que nossos dados suportam os obtidos por Daussin *et al.* [18], indicando que a flutuação nas taxas de produção de energia parece ser um fator essencial para a promoção das adaptações aeróbias.

Finalmente, não se pode descartar também, que as maiores intensidades do exercício intervalado leve a maior utilização e adaptações aeróbias das fibras do tipo II, e/ou a uma mudança no padrão de recrutamento das unidades

motoras, determinando que um percentual maior de fibras do tipo I (mais eficientes) seja recrutado durante o exercício submáximo [20,21].

Conclusão

Com base nestes resultados, pode-se concluir que exercícios intermitente e contínuo realizados com a mesma duração e condições metabólicas similares (i.e., MLSS), apresentam valores similares de VO_2AC , embora o tempo mantido em altos valores de VO_2 (i.e., VO_2ACcg) sejam inferiores no exercício intervalado. Assim, a possível superioridade do treinamento intervalado realizado nas condições deste estudo, não parece ser determinada pela interação entre o tempo de exercício e o VO_2 acumulado na MLSS.

Agradecimentos

Suporte financeiro – CNPq e FAPESP.

Referências

1. Beneke R. Methodological aspects of maximal lactate steady state implications for performance testing. *Eur J Appl Physiol* 2003a;89:95-9.
2. Londeree BR. Effect of training on lactate/ventilatory thresholds: a meta analysis. *Med Sci Sports Exerc* 1997;29:837-43.
3. Billat V, Sirvent P, Lepretre PM, Koralsztein JP. Training effect on performance, substrate balance and blood lactate concentration at maximal lactate steady state in master endurance-runners. *Pflugers Arch* 2004;447:875-83.
4. Philp A, Macdonald AL, Carter H, Watt PW, Pringle JS. Maximal lactate steady state as a training stimulus. *Int J Sports Med* 2008;29:475-9.
5. Billat V. Interval training for performance: a scientific and empirical practice special recommendations for middle- and long-distance running. Part I: Aerobic interval training. *Sports Med* 2001;31:13-31.
6. Laursen PB, Jenkins DG. The scientific basis for high-intensity interval training. Optimising training programmes and maximising performance in highly trained endurance athletes. *Sports Med* 2002;32:53-73.
7. Beneke R, Hutler M, Von Duvillard SP, Sellens M, Leithauser RM. Effect of test interruptions on blood lactate during constant workload testing. *Med Sci Sports Exerc* 2003;35:1626-30.
8. Yoshida T, Watari H, Tagawa K. Effects of active and passive recoveries on splitting of the inorganic phosphate peak determined by ^{31}P -nuclear magnetic resonance spectroscopy. *NMR Biomed* 1996;9:13-9.
9. Spencer M, Bishop D, Dawson B, Goodman C, Duffield R. Metabolism and performance in repeated cycle sprints: active versus passive recovery. *Med Sci Sports Exerc* 2006;38:1492-9.
10. Billat VL, Slawinski J, Bocquet V, Demarle A, Lafitte L, Chassaing P. Intermittent runs at the velocity associated with maximal oxygen uptake enables subjects to remain at maximal oxygen uptake for a longer time than intense but submaximal runs. *Eur J Appl Physiol* 2000;81:188-96.

11. Billat V, Sirvent P, Py G, Koralsztein JP, Mercier J. The concept of maximal lactate steady state: a bridge between biochemistry, physiology and sport science. *Sports Med* 2003;33:407-26.
 12. McManus AM, Cheng CH, Leung MP, Yung TC, Macfarlane DJ. Improving aerobic power in primary school boys: a comparison of continuous and interval training. *Int J Sports Med* 2005;26:781-6.
 13. Helgerud J, Hoydal K, Wang E, Karlsen T, Berg P, Bjerkaas M, et al. Aerobic high-intensity intervals improve VO₂max, more than moderate training. *Med Sci Sports Exerc* 2007;39:665-71.
 14. Denadai BS, Figueira TR, Favaro OR, Gonçalves M. Effect of the aerobic capacity on the validity of the anaerobic threshold for determination of the maximal lactate steady state in cycling. *Braz J Med Biol Res* 2004;37:1551-6.
 15. Beneke R. Maximal lactate steady state concentration (MLSS): experimental and modelling approaches. *Eur J Appl Physiol* 2003b;8:361-9.
 16. Seiler S, Hetlelid KJ. The impact of rest duration on work intensity and RPE during interval training. *Med Sci Sports Exerc* 2005;37:1601-7.
 17. Wenger HA, Bell GJ. The interactions of intensity, frequency and duration of exercise training in altering cardiorespiratory fitness. *Sports Med* 1986;3:346-56.
 18. Daussin FN, Zoll J, Dufour SP, Ponsot E, Lonsdorfer-Wolf E, Doutreleau S, et al. Different effect of interval versus continuous training on mitochondrial function in sedentary subjects: relation to aerobic performance improvements. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 2008;295:R264-R72.
 19. Jones AM, Carter H. The effect of endurance training on parameters of aerobic fitness. *Sports Med* 2000;29:373-86.
 20. Gollnick PD, Saltin B. Significance of skeletal muscle oxidative enzyme enhancement with endurance training. *Clin Physiol* 1982;2:1-12.
 21. Spina RJ, Chi MM, Hopkins MG, Nemeth PM, Lowry OH, Holloszy JO. Mitochondrial enzymes increase in muscle in response to 7-10 days of cycle exercise. *J Appl Physiol* 1996;80:2250-4.
-