

## Artigo Original

**Efeito da recuperação na máxima fase estável de lactato sanguíneo**

Mariana Rosada de Souza  
Luis Fabiano Barbosa  
Renato Aparecido Corrêa Caritá  
Benedito Sérgio Denadai  
Camila Coelho Greco

*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*

**Resumo:** O objetivo deste estudo foi comparar a potência correspondente à máxima fase estável de lactato sanguíneo determinada de forma contínua (MLSSC) e intermitente com recuperação ativa (MLSSI). Dez ciclistas treinados do sexo masculino ( $25 \pm 4$  anos;  $72,5 \pm 10,6$  kg e  $178,5 \pm 4,0$  cm), realizaram os seguintes testes, em um cicloergômetro: 1) incremental até a exaustão voluntária para a determinação da potência máxima ( $P_{max}$ ); 2) dois a cinco testes submáximos de carga constante para determinar a MLSSC, e; 3) dois a três testes submáximos de carga constante, consistindo de oito repetições de quatro minutos, com dois minutos de recuperação a 50%  $P_{max}$  para determinar a MLSSI. A MLSSC ( $273,2 \pm 21,4$  W) foi significativamente menor do que a MLSSI ( $300,5 \pm 23,9$  W). Com base nestes resultados, verifica-se que o modelo de exercício intervalado utilizado permite um aumento de aproximadamente 10% na intensidade correspondente à MLSS.

**Palavras-chave:** Capacidade aeróbia. Respostas metabólicas. Exercício intermitente.

*Effect of recovery on the maximal lactate steady state*

**Abstract:** The objective of this study was to compare the power corresponding to maximal lactate steady state determined through continuous (MLSSC) and intermittent protocol with active recovery (MLSSI). Ten trained male cyclists ( $25 \pm 4$  yr.,  $72.5 \pm 10.6$  kg,  $178.5 \pm 4.0$  cm), performed the following tests on a cycle ergometer: (1) incremental test until voluntary exhaustion to determine the maximal power ( $P_{max}$ ); (2) two to five constant workload tests to determine MLSSC, and; (3) two to three constant workload tests to determine MLSSI, consisting on eight repetitions of four minutes interspersed by two minutes of recovery at 50%  $P_{max}$ . The MLSSC ( $273.2 \pm 21.4$  W) was significantly lower than MLSSI ( $300.5 \pm 23.9$  W). With base on these data, it can be verified that the intermittent exercise mode utilized in this study, allows an increase of 10% approximately, in the exercise intensity corresponding to MLSS.

**Keywords:** Aerobic capacity. Metabolic responses. Intermittent exercise.

**Introdução**

A avaliação e a prescrição do treinamento aeróbio em atletas de endurance têm sido realizadas utilizando-se de parâmetros relacionados à resposta do lactato sanguíneo ao exercício (BENEKE, 2003; DENADAI, 1999). Destes, a máxima fase estável de lactato sanguíneo (MLSS) tem sido considerada como o método padrão-ouro para a avaliação da capacidade aeróbia (BENEKE, 2003; DENADAI, 1999; JONES; DOUST 1998). A MLSS pode ser definida com a maior intensidade de exercício onde ainda pode ser observada estabilidade na concentração sanguínea de lactato (BENEKE, 1995). Em função disso, muitos autores têm proposto a sua utilização para a prescrição do treinamento da capacidade aeróbia (BENEKE et al., 2003; BILLAT et al., 2003; SLAWINSKI et al.,

2001; YOSHIDA et al., 1990; BILLAT et al., 2004; PHILIP et al. 2008; de LUCAS et al., 2009). Ressalta-se ainda, que a MLSS é próxima da intensidade realizada em muitas provas de ciclismo e corrida, aumentando a sua especificidade na seleção da intensidade de treinamento aeróbio.

Entretanto, uma parte significativa do treinamento para a capacidade aeróbia é realizada de forma intermitente (BENEKE et al., 2003; BILLAT, 2001; LAURSEN; JENKINS, 2002). 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) (SPENCER et al., 2006; YOSHIDA et al., 1996), permitindo que condições metabólicas similares sejam alcançadas em intensidades absolutas diferentes (BILLAT et al., 2000, 2003). 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. (2003) 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, 79% Pmax). A concentração de lactato 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 (BENEKE et al., 2003).

Entretanto, estes dados obtidos por Beneke et al. (2003), não podem ser diretamente aplicados ao treinamento de atletas de endurance. No treinamento intervalado destes atletas, a recuperação ativa e não a passiva, pode ser considerada mais importante na prescrição do treinamento aeróbio. Na recuperação ativa, a possibilidade de restauração das reservas de creatina fosfato é reduzida, aumentando assim a mobilização e provavelmente a adaptação do sistema aeróbio. Além disto, a recuperação ativa favorece a remoção do lactato sanguíneo (BELCASTRO; BONEN, 1975; HERMANSEN; STENSVOLD, 1975), pela possibilidade de manutenção de uma taxa metabólica maior do que a do repouso (BENEKE et al., 2003). Assim, visando aumentar a possibilidade da utilização da MLSS na prescrição do treinamento aeróbio, o objetivo principal deste estudo foi o de comparar a potência e a concentração de lactato sanguíneo correspondentes à MLSS obtida de forma contínua e intermitente com recuperação ativa em ciclistas bem treinados.

## Métodos

### Sujeitos

Participaram deste estudo, 10 ciclistas do gênero masculino (Idade =  $25 \pm 4$  anos; Massa corporal =  $72,5 \pm 10,6$  kg; Estatura =  $178,5 \pm 4,0$

cm e; Gordura corporal =  $10,1 \pm 2,3$  %,  $VO_2\text{max} = 60,3 \pm 9,0$  ml/kg/min), com pelo menos 3 anos de experiência na modalidade, treinavam 6-7 vezes por semana (volume semanal médio de 400 km aproximadamente) e que competiam regularmente em provas de nível regional e estadual. Eles foram informados sobre os procedimentos do experimento e suas implicações, tendo assinado um termo de consentimento livre e esclarecido para participar deste estudo. O protocolo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da instituição onde o experimento foi realizado (Processo CEP 144/2007).

### Delineamento Experimental

Inicialmente foram obtidas as medidas antropométricas: massa corporal, estatura e dobras cutâneas tricipital, subescapular e abdominal para a determinação da composição corporal. No mesmo dia foi realizado um protocolo incremental até a exaustão voluntária em uma bicicleta ergométrica, para a determinação do limiar anaeróbio e da potência máxima (Pmax). Posteriormente, foram realizados duas a cinco tentativas com duração de no máximo 30 min em diferentes intensidades, para a determinação da MLSS contínua (MLSSC). Após a determinação da MLSSC, foram realizadas de duas a três tentativas de 32 min em diferentes intensidades, para a determinação da MLSS intermitente (MLSSI). Nestas tentativas, foram realizadas 8 repetições de quatro minutos, com dois minutos de recuperação ativa. Estes testes foram realizados em dias diferentes, com um intervalo mínimo de 48 h. Os atletas foram instruídos a não treinarem exaustivamente no dia anterior à avaliação e comparecerem alimentados e hidratados no dia do teste. Todos os testes foram executados no mesmo horário do dia e em uma temperatura ambiente de 25°C.

### Avaliação antropométrica

Foram mensuradas as variáveis antropométricas massa corporal (kg) e estatura (cm), utilizando uma balança (Filizola, Modelo 31, São Paulo, Brasil com precisão de 5 mm para a estatura e 100 g para a massa corporal. Para medida da espessura das dobras cutâneas nas regiões tricipital, suprailíaca e abdominal, foi utilizado um compasso com precisão de 0,1 mm (Cescorf, Porto Alegre, Brasil). Para a predição dos valores de densidade corporal foi utilizada a fórmula proposta por Guedes e Guedes (1998) e

de percentual de gordura corporal a fórmula proposta por [Siri](#) (1991).

### Teste incremental

Foi realizado um teste incremental com rotação mantida constante em 70 rpm em um cicloergômetro de frenagem eletromagnética (Excalibur Sport, Lode BV). A carga inicial foi de 70 W e os incrementos de 35 W a cada três minutos até a exaustão voluntária. A frequência cardíaca (FC) (Polar Vantage NV, Polar Electro Fitness Technology, Kempele, Finland) foi anotada no final de cada carga. Amostras de 25 µl de sangue arterializado foram coletadas do lóbulo da orelha nos 20 s finais de cada estágio, sendo posteriormente acondicionadas em tubos Eppendorf contendo 50 µl NaF (1%) para análise eletroquímica do lactato sanguíneo (YSI 2300 STAT, Yellow Springs, Ohio, E.U.A.). A Pmax foi definida como sendo a mais alta potência mantida por pelo menos um minuto. O LAn foi determinado através da intensidade correspondente a 3,5 mM de lactato sanguíneo ([HECK et al.](#), 1985).

### Testes de carga constante

Para a determinação da MLSSC foram realizadas de duas a cinco tentativas de 30 minutos de duração, rotação constante de 70 rpm, com a primeira carga mantida no LAn. Nas próximas tentativas foram utilizados aumentos ou reduções de 5% entre cada teste até que um aumento menor ou igual a 1 mM de lactato entre o 10<sup>o</sup> e o 30<sup>o</sup> min fosse observado como critério para determinação da MLSSC ([BENEKE; VON DUVILLARD](#), 1986). No 10<sup>o</sup> e 30<sup>o</sup> min do teste, 25 µl de sangue arterializado foram coletados do lóbulo da orelha através de um capilar heparinizado e imediatamente transferidos para microtúbulos de polietileno com tampa tipo Eppendorff de 1,5 ml contendo 50 µl de NaF (1%) para a mensuração do lactato (YSL 2300 STAT, Yellow Springs, OH, U.S.A.). A FC foi monitorada durante todo o teste. Para expressar a concentração de lactato correspondente a esta intensidade, foi feita a média dos valores obtidos no 10<sup>o</sup> e o 30<sup>o</sup> min.

A MLSSI foi determinada através de duas a três tentativas de até 32 min, realizadas com intensidades relativas a 105, 110 e 115% da MLSSC. Elas foram compostas por oito repetições de quatro minutos de duração, com dois minutos de recuperação na intensidade de 50% Pmax. O critério de determinação da MLSSI

foi o mesmo da MLSSC. As coletas de sangue e a mensuração da FC foram realizadas no 14<sup>o</sup> (na metade da terceira repetição) e 44<sup>o</sup> min (na metade da oitava repetição), ou seja, no 10<sup>o</sup> e 30<sup>o</sup> min de exercício na carga a ser determinada para a MLSSI, sem contar o tempo de recuperação. Nós demonstramos previamente que o critério mencionado acima não modifica a MLSSI, quando comparado aos valores obtidos com coletas de sangue no 10<sup>o</sup> min (após a segunda repetição) e 30<sup>o</sup> min de protocolo (após o quinto período de recuperação), ou seja, levando-se em consideração também os períodos de recuperação ativa ([GRECO et al.](#), 2008). Os procedimentos para a coleta e análise do lactato sanguíneo foram os mesmos descritos anteriormente.

### Análise estatística

Os valores estão expressos como média  $\pm$  desvio-padrão (DP). A existência da normalidade dos dados foi verificada através do teste de Shapiro-Wilk. Para as variáveis correspondentes à MLSSC e MLSSI, a comparação foi realizada pelo teste *t* de Student. A correlação da intensidade correspondente à MLSSC e a MLSSI com a Pmax, como também entre as variáveis obtidas nos testes de carga constante foi realizada através do teste de correlação de Pearson. Em todos os testes será adotado um nível de significância de  $p \leq 0,05$ .

## Resultados

A Tabela 1 apresenta os valores da Pmax expressa em valores absoluto (W) e relativo à massa corporal (W/kg), frequência cardíaca máxima (FCmax) e concentração de máxima de lactato sanguíneo ([Lamax]) obtidos no teste incremental.

**Tabela 1.** Valores médios  $\pm$  DP da potência (Pmax) expressa em valores absoluto (W) e relativo à massa corporal (W/kg), frequência cardíaca (FCmax) e concentração máxima de lactato sanguíneo ([Lamax]) obtidos no teste incremental. N = 10

	Pmax (W)	Pmax (W/kg)	FCmax (bpm)	[Lamax] (mM)
Média	362,3	5,0	187,4	12,5
DP	31,5	0,6	9,8	1,3

A Tabela 2 apresenta os valores da concentração de lactato sanguíneo ([La]), intensidade absoluta (MLSS) e relativa (%Pmax) e da frequência cardíaca absoluta (FC) e relativa

(%FCmax) correspondente à MLSSC e MLSSI. A MLSS e a FC foram significativamente maiores na condição intermitente, quando comparadas à

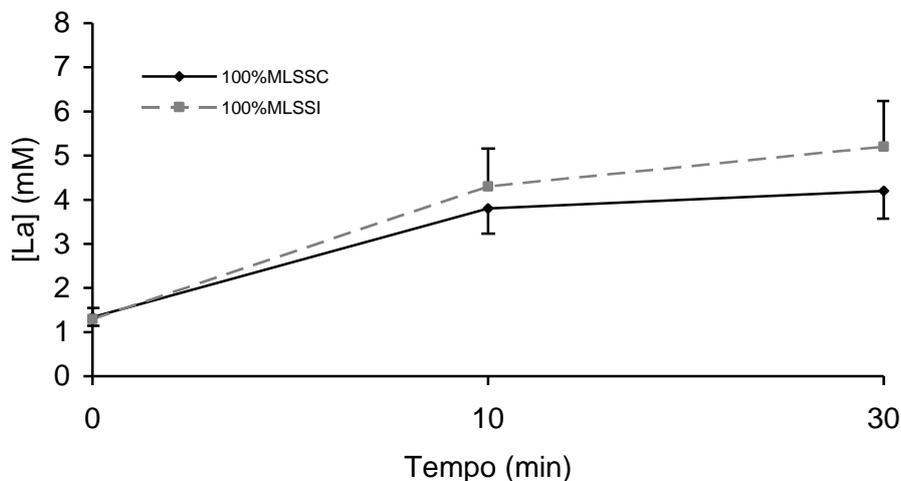
condição contínua ( $p < 0,05$ ). No entanto, a [La] correspondente à MLSS foi similar nas duas condições ( $p > 0,05$ ).

**Tabela 2.** Valores médios  $\pm$  DP da concentração de lactato sanguíneo ([La]), intensidade absoluta (MLSS) e relativa (%Pmax) e da frequência cardíaca absoluta (FC) e relativa (%FCmax) referentes à máxima fase estável de lactato sanguíneo contínua (MLSSC) e intermitente (MLSSI). N = 10

	[La] (mM)	MLSS (W)	% Pmax	FC (bpm)	%FCmax
MLSSC	4,0 $\pm$ 1,4	273,2 $\pm$ 21,4	75,5 $\pm$ 4,5	166,0 $\pm$ 9	89 $\pm$ 3
MLSSI	4,9 $\pm$ 1,9	300,5 $\pm$ 23,9*	83,1 $\pm$ 5,2*	171,0 $\pm$ 10*	92 $\pm$ 4

\*  $p < 0,05$  em relação à MLSSC.

A Figura 1 apresenta os valores médios  $\pm$  DP das [La] obtidas no 10<sup>o</sup> e 30<sup>o</sup> min nas condições contínua (MLSSC) e intermitente (MLSSI), que foram similares ( $p > 0,05$ ).



**Figura 1.** Valores médios  $\pm$  DP das concentrações de lactato sanguíneo obtidas na máxima fase estável de lactato sanguíneo nas condições contínua (MLSSC) e intermitente (MLSSI). N = 10

**Tabela 3.** Valores de correlação obtidos da intensidade correspondente à máxima fase estável de lactato sanguíneo (MLSS) expressa em valores absoluto (W) e relativo à massa corporal (W/kg), frequência cardíaca (FC) referentes à máxima fase estável de lactato sanguíneo contínua (MLSSC) e intermitente (MLSSI). N = 10

		MLSSI		
		MLSS (W)	MLSS (W/kg)	FC (bpm)
MLSSC	MLSS (W)	0,96*	-	-
	MLSS (W/kg)	-	0,99*	-
	FC (bpm)	-	-	0,86*

\*  $p < 0,05$ .

A Tabela 3 apresenta os valores de correlação obtidos da intensidade correspondente à MLSS expressa em valores absoluto (W) e relativo à massa corporal (W/kg) e FC referentes à máxima fase estável de lactato sanguíneo contínua (MLSSC) e intermitente (MLSSI). Todos os valores de correlação foram significantes ( $p < 0,05$ ). Ao se correlacionar os valores de MLSS

correspondentes à MLSSC e a MLSSI com a Pmax, verificou-se valores de  $r = 0,74$  e  $r = 0,72$ , respectivamente ( $p < 0,05$ ). Os valores de correlação entre estas variáveis foram ainda maiores quando a potência foi expressa relativa à massa corporal ( $r = 0,99$ ,  $r = 0,91$  e  $r = 0,91$ , respectivamente) ( $p < 0,05$ ).

## Discussão

Para o nosso conhecimento, este é o primeiro estudo que comparou a potência e a concentração de lactato sanguíneo correspondentes à MLSS obtida de forma contínua e intermitente com recuperação ativa. Nosso principal achado foi que o modelo de exercício intervalado utilizado neste estudo permite um aumento de aproximadamente 10% na intensidade do exercício correspondente à MLSS, sem a correspondente modificação da [La] nesta intensidade.

No presente estudo, os valores obtidos no teste incremental estão de acordo com os observados por [Denadai et al.](#) (2004) ( $P_{max} = 355$  W;  $P_{max} = 4,1$  W/kg), [Baron et al.](#) (2005) ( $P_{max} = 357$  W,  $P_{max} = 5,1$  W/kg,  $FC_{max} = 184$  bpm) e [Brisswalter et al.](#) (2000) ( $P_{max} = 375$  W,  $P_{max} = 5,5$  W/kg,  $FC_{max} = 187$  bpm) em indivíduos treinados no ciclismo. Do mesmo modo, os dados nos exercícios de carga constante obtidos na MLSSC são próximos dos reportados por [Denadai et al.](#) (2004) no grupo treinado no ciclismo (282 W, 80% $P_{max}$ ) e dos encontrados por [Beneke et al.](#) (2000) (248 W, 71% $P_{max}$ ) e [Beneke et al.](#) (2003) (278 W, 74% $P_{max}$ ), confirmando que a MLSSC é obtida em maiores valores absoluto e relativo de potência nesta população. Vale ressaltar que estes estudos utilizaram um protocolo para a determinação da máxima fase estável de lactato similar ao do presente estudo.

[Beneke et al.](#) (2003), utilizando recuperação passiva, verificaram que a MLSSI determinadas com pausas de 30 s (300 W) ou 90 s (310 W) foram 8% e 11% acima da MLSSC, respectivamente. Em nosso estudo, os indivíduos atingiram a MLSSI em uma intensidade aproximadamente 10% maior do que a MLSSC. A comparação entre estes estudos não pode ser feita diretamente, pois a relação esforço-pausa utilizada por [Beneke et al.](#) (2003) (10:1 e 3,3:1) e o tipo de recuperação (passiva) foram diferentes do presente estudo (2:1 e ativa, respectivamente). No estudo realizado por [Beneke et al.](#) (2003), houve provavelmente a possibilidade de recuperação parcial das reservas de creatina fosfato (importante regulador da glicólise e do metabolismo aeróbio), mas uma menor remoção do lactato sanguíneo, em função da recuperação ter sido feita de forma passiva. Já em nosso estudo, em função da recuperação ter sido feita

de forma ativa, a possibilidade de ressíntese de creatina fosfato foi bem menor, e, por outro lado, a de remoção do lactato sanguíneo foi bem maior. Assim, estes diferentes efeitos da recuperação ativa e passiva sobre os reguladores da concentração de lactato, parecem se auto-compensarem, permitindo que se realize o esforço em maior intensidade (MLSSI), mais ainda mantendo-se o equilíbrio metabólico.

As concentrações de lactato sanguíneo correspondentes à MLSSC e a MLSSI encontradas neste estudo são similares ao encontrado por [Beneke et al.](#) (2000) (4,9 mM) e [Beneke et al.](#) (2003) (4,7 mM) e por [Denadai et al.](#) (2004) em indivíduos treinados (5 mM) e não treinados (4,9 mM). Similar ao verificado por [Beneke et al.](#) (2003), as concentrações de lactato correspondentes à MLSSC e MLSSI foram semelhantes, sugerindo que as modificações metabólicas que levam ao aumento da carga de exercício na MLSSI, não parecem influenciar a maior [La] que pode ser mantida em equilíbrio.

Em atletas de endurance, uma parte importante do treinamento é realizada em intensidades próximas à da MLSS. Assim, com base em nossos resultados, a realização de sessões de treinamento para a melhora da capacidade aeróbia destes atletas de forma intermitente pode ter importantes vantagens. A primeira é a possibilidade de realizar uma maior intensidade, com condição metabólica similar, o que pode resultar em uma maior carga de treinamento ([LAURSEN; JENKINS, 2002](#)) e menor risco de supertreinamento ([BENEKE et al., 2003](#)). Este aspecto deve ser levado em consideração por técnicos e atletas, já que, particularmente em indivíduos treinados, a intensidade é um dos principais aspectos que determinam a melhora da capacidade aeróbia e da performance aeróbia ([LAURSEN; JENKINS, 2002](#)). Uma outra importante vantagem deste protocolo é que a recuperação ativa é bastante utilizada por ciclistas e triatletas nos treinamentos intervalados, já que estes são frequentemente realizados em ruas ou estradas. Um parâmetro importante para a prescrição do treinamento em campo, utilizando-se dos dados obtidos em laboratório (i.e., MLSS), é a FC. Em nosso estudo a FC correspondente à MLSSI foi maior do que a obtida na MLSSC. Assim, deve-se fazer a determinação da MLSSI, quando o objetivo for a prescrição do treinamento intervalado nestes atletas, a fim de se aproximar ainda mais das

condições reais de treinamento. Ressalta-se que, como a relação esforço:pausa pode também ser um fator que modifica a intensidade correspondente a MLSSI, outros estudos são necessários para uma maior individualização da prescrição da intensidade do treinamento aeróbio.

Com base nos resultados deste estudo, pode-se concluir que o modelo de exercício intervalado utilizado permite um aumento de aproximadamente 10% na intensidade do exercício correspondente à MLSS, sem a correspondente modificação da [La] nesta intensidade. É importante que estas diferenças sejam consideradas ao se realizar a prescrição do treinamento intervalado a partir do protocolo contínuo de determinação da MLSS.

### Referências

- BARON, B.; DEKERLE, J.; ROBIN, S.; NEVIERE, R.; DUPONT, L.; MATRAN, R. Physiological responses during exercise performed to exhaustion at critical power. **Journal of Human Movement Studies**, Edinburgh, v. 49, p. 169-180, 2005.
- BELCASTRO, A. N.; BONEN, A. Lactic acid removal rates during controlled and uncontrolled recovery exercise. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 39, p. 932-936, 1975.
- BENEKE, R. Anaerobic threshold, individual anaerobic threshold, and maximal lactate steady state in rowing. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Indianapolis, v. 27, p. 863-867, 1995.
- BENEKE, R. ; VON DUVILLARD, S.P. Determination of maximal lactate steady state response in selected sports events. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Indianapolis, v. 28, p. 241-246, 1996.
- BENEKE, R.; HUTLER, M.; LEITHAUSER, R.M. Maximal lactate steady-state independent of performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Indianapolis, v. 32, p. 1135-1139, 2000.
- BENEKE, R. Methodological aspects of maximal lactate steady state-implications for performance testing. **European Journal of Applied Physiology**, Berlim, v. 89, p. 95-99, 2003. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s00421-002-0783-1>>. Acesso em: 12 dez. 2008.
- BENEKE, R.; HUTLER, M.; VON DUVILLARD, S. P.; SELLENS, M.; LEITHAUSER, R. M. Effect of test interruptions on blood lactate during constant workload testing. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Indianapolis, v. 35, p. 1626-1630, 2003. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1249/01.MSS.0000084520.80451.D5>>. Acesso em: 12 dez. 2008.
- BILLAT, V. L.; 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. **European Journal of Applied Physiology**, Berlim, v. 81, p. 188-196, 2000.
- 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 Medicine**, Auckland, v. 31, p. 13-31, 2001.
- BILLAT, V.; SIRVENT, P.; PY, G.; KORALSZTEIN, J. P.; MERCIER, J. The concept of maximal lactate steady state: a bridge between biochemistry, physiology and sport science. **Sports Medicine**, Auckland, v. 33, p. 407- 426, 2003.
- 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 Archives**, [S.l.], v. 447, p. 875-883, 2004.
- BRISWALTER, J.; HAUSSWIRTH, C.; SMITH, D.; VERCRUYSSSEN, F.; VALLIER, J.M. Energetically optimal cadence vs. freely-chosen cadence during cycling: Effect of exercise duration. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 20, p. 60-64, 2000. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1055/s-2000-8857>>. Acesso em: 12 dez. 2008.
- DE LUCAS, R. D.; DENADAI, B. S.; GRECO, C. C. Respostas fisiológicas durante o exercício contínuo e intermitente: implicações para a avaliação e a prescrição do treinamento aeróbio. **Motriz**, Rio Claro, v. 15, p. 810-820, 2009.
- DENADAI, B. S. **Índices fisiológicos de avaliação aeróbia**: conceitos e aplicações. Ribeirão Preto: BSD, 1999.
- DENADAI, B. S.; FIGUERA, T. R.; FAVARO, O. R.; GONÇALVES, M. Effect of the aerobic capacity on the validity of the anaerobic threshold

for determination of the maximal lactate steady state in cycling. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, Ribeirão Preto, v. 37, p. 1551-1556, 2004. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-879X2004001000015>>. Acesso em: 12 dez. 2008.

GRECO, C. C.; BARBOSA, L. F.; SOUZA, M. R.; CARITÁ, R. A. C.; CORVINO, R. B. Effect of the criterion to determine maximal lactate steady state during an intermittent protocol with active recovery. In: 13th ANNUAL CONGRESS OF THE EUROPEAN COLLEGE OF SPORT SCIENCE, 13., 2008, Estoril. **Sport Science by the Sea 1**. [S.l.]: [s.n], 2008. p. 708.

GUEDES, D. P.; GUEDES, J. E. R. P. **Controle do peso corporal**: composição corporal, atividade física e nutrição. Londrina: Midiograf, 1998.

HECK, H.; MADER, A.; HESS, G.; MÜCKE, S.; MÜLLER, R.; HOLLMANN, W. Justification of the 4mmol/l lactate threshold. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v.6, p. 117-130, 1985. DOI: 10.1055/s-2008-1025824

HERMANSEN, L.; STENSVOLD, I. Production and removal of lactate during exercise in man. **Acta Physiologica Scandinavica**, Estocolmo, v. 86, p. 191-201, 1972.

JONES, A. M.; DOUST, J. H. The validity of the lactate minimum test for determination of the maximal of the maximal lactate steady state. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Indianapolis, v. 30, p. 1304-1313, 1998.

LAURSEN, P. B.; JENKINS, D. G. The scientific basis for high-intensity interval training. Optimising training programmes and maximising performance in highly trained endurance athletes. **Sports Medicine**, Auckland, v. 32, p. 53-73, 2002.

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.

SIRI, W. E. Body composition from fluid and density: analysis of methods. In: BROZEK, J.; HERSCHEL, A. (Ed.). **Techniques for Measuring Body Composition**. Washington: National Academy of Sciences: National Research Council, 1991. p. 233-244.

SLAWINSKI, J.; DEMARLE, A.; KORALSZTEIN, J. P.; BILLAT, V. Effect of supra-lactate training on the relationship between mechanical stride descriptors and aerobic energy cost in trained runners. **Archives of Physiology and Biochemistry**, Dublin, v. 109, p. 110-116, 2001.

SPENCER, M.; BISHOP, D.; DAWSON, B.; GOODMAN, C.; DUFFIELD, R. Metabolism and performance in repeated cycle sprints: active versus passive recovery. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Indianapolis, v. 38, p. 1492-1499, 2006. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1249/01.mss.0000228944.62776.a7>>. Acesso em: 12 dez. 2008.

YOSHIDA, T.; UDO, M.; CHIDA, M.; ICHIOKA, M.; MAKIGUCHI, K.; YAMAGUCHI, T. Specificity of physiological adaptation to endurance training in distance runners and competitive walkers. **European Journal of Applied Physiology**, Berlim, v. 61, p. 197-201, 1990.

YOSHIDA, T.; WATARI, H.; TAGAWA, K. Effects of active and passive recoveries on splitting of the inorganic phosphate peak determined by <sup>31</sup>P-nuclear magnetic resonance spectroscopy. **NMR in Biomedicine**, Hoboken, v. 9, p. 13-19, 1996.

**Agradecimentos:** Os autores agradecem o apoio financeiro da FAPESP e do CNPq.

Endereço:  
Camila Coelho Greco  
Avenida 24A, 1515, Bela Vista  
Rio Claro, S.P.  
CEP - 13506-900,  
Telefone: 19-35264338  
Fax: 19-35264321  
e-mail: [greco@rc.unesp.br](mailto:greco@rc.unesp.br)

Recebido em: 9 de agosto de 2010.  
Aceito em: 8 de fevereiro de 2011.



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