

# Efeitos do Desempenho Aeróbio na Máxima Fase Estável de Lactato Sanguíneo Determinada em Protocolo Intermitente na Natação

CIÊNCIAS DO EXERCÍCIO  
E DO ESPORTE



ARTIGO ORIGINAL

## Effect of Aerobic Performance Level on the Maximal Lactate Steady State Determined During Intermittent Protocol in Swimming

Camila Coelho Greco  
Mariana Fernandes Mendes de Oliveira  
Fabrício Caputo  
Jailton Gregório Pelarigo  
Benedito Sérgio Denadai

Laboratório de Avaliação da Performance Humana, Unesp – Rio Claro, SP.

### Endereço para correspondência:

Laboratório de Avaliação da Performance Humana - Instituto de Biociências  
Avenida 24A, 1.515 – Bela Vista  
13506-900 – Rio Claro, SP – Brasil  
E-mail: greco@rc.unesp.br

### RESUMO

Atletas de *endurance* frequentemente realizam exercícios intermitentes, com o objetivo de aumentar a intensidade do treinamento. Um índice bastante importante na avaliação desses atletas é a máxima fase estável de lactato sanguíneo (MLSS), que em geral é determinada com um protocolo contínuo. No entanto, as pausas existentes durante o exercício intermitente podem modificar as condições metabólicas dele. O objetivo deste estudo foi comparar a intensidade de nado correspondente à MLSS determinada de forma contínua (MLSSc) e intermitente (MLSSi) em atletas com diferentes níveis de rendimento aeróbio. Doze nadadores ( $22 \pm 8$  anos;  $69,9 \pm 7,63$ kg e  $1,76 \pm 0,07$ m) e oito triatletas do gênero masculino ( $22 \pm 9$  anos;  $69,5 \pm 10,4$ kg e  $1,76 \pm 0,13$ m), realizaram os seguintes testes em diferentes dias em uma piscina de 25 m: 1) teste máximo na distância de 400m (v400); 2) duas a quatro repetições com duração de 30 min em diferentes intensidades, para a determinação da MLSSc; e; 4) duas a quatro tentativas de 12 x 150s com intervalo de 30s (5:1) em diferentes intensidades, para a determinação da MLSSi. Os nadadores apresentaram maiores valores em relação aos triatletas da v400 ( $1,38 \pm 0,05$  e  $1,26 \pm 0,06$ m.s<sup>-1</sup>, respectivamente), MLSSc ( $1,23 \pm 0,05$  e  $1,08 \pm 0,04$ m.s<sup>-1</sup>, respectivamente) e MLSSi ( $1,26 \pm 0,05$  e  $1,11 \pm 0,05$ m.s<sup>-1</sup>, respectivamente). No entanto, a diferença percentual entre a MLSSc e a MLSSi foi estatisticamente similar entre os grupos (3%). Não houve diferença significativa entre a concentração de lactato na MLSSc e na MLSSi nos dois grupos. Com base nesses resultados, pode-se concluir que o exercício intervalado utilizado permite um aumento na intensidade do exercício correspondente a MLSS, sem modificação na concentração de lactato, independente do nível de desempenho aeróbio.

**Palavras-chave:** capacidade aeróbia, respostas metabólicas, *performance*.

### ABSTRACT

Endurance athletes frequently perform intermittent exercises with the aim to increase training intensity. A very important index in the evaluation of these athletes is the maximal lactate steady state (MLSS), which is usually determined by a continuous protocol. However, the interruptions during intermittent exercise may alter the metabolic conditions of the exercise. The objective of this study was to compare the intensity at MLSS determined by continuous (MLSSc) and intermittent protocols (MLSSi) in athletes with different aerobic performance levels. Twelve male swimmers ( $22 \pm 8$  years,  $69.9 \pm 7.6$  kg and  $1.76 \pm 0.07$  m) and eight male triathletes ( $22 \pm 9$  years,  $69.5 \pm 10.4$  kg and  $1.76 \pm 0.13$  m) performed the following tests on different days in a 25 m swimming pool: 1) 400 m performance test (v400) 2) 2 to 4 repetitions with 30 min duration at different intensities to determine MLSSc, and 4) 2-4 repetitions of 12 x 150 s with an interval of 30 s (5:1) at different intensities to determine MLSSi. The swimmers showed v400 ( $1.38 \pm 0.05$  and  $1.26 \pm 0.06$  ms<sup>-1</sup>, respectively), MLSSc ( $1.23 \pm 0.05$  and  $1.08 \pm 0.04$  ms<sup>-1</sup>, respectively) and MLSSi ( $1.26 \pm 0.05$  and  $1.11 \pm 0.05$  ms<sup>-1</sup>, respectively) values higher than triathletes. However, the percentage difference between MLSSc and MLSSi was statistically similar between groups (3%). There was no difference between blood lactate concentration at MLSSc and MLSSi in either group. Based on these results, it can be concluded that the intermittent exercise used enables increase in the exercise intensity at MLSS, without change in lactate concentration regardless of the aerobic performance level.

**Keywords:** aerobic capacity, metabolic responses, *performance*.

## INTRODUÇÃO

A resposta do lactato sanguíneo ao exercício pode ser identificada por diferentes protocolos e critérios, determinado a existência de diferentes terminologias e intensidades de exercício associados a esse índice<sup>(1)</sup>. Dentre os diversos protocolos e critérios, a máxima fase estável de lactato sanguíneo (MLSS) tem sido considerada como o padrão-ouro para a avaliação aeróbia<sup>(1-3)</sup>. A MLSS pode ser definida com a maior intensidade de exercício de carga constante onde ainda pode ser observada estabilidade na concentração sanguínea de lactato. Em função disso, muitos autores têm proposto a sua utilização para a prescrição do treinamento da capacidade aeróbia<sup>(4-7)</sup>. Ressalta-se ainda que, em função das dificuldades técnicas da determinação do consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2max}$ ) durante a natação, a resposta do lactato sanguíneo ao exercício é o índice que pode apresentar a maior especificidade na seleção da intensidade de treinamento aeróbio nessa modalidade.

Entretanto, a quase totalidade dos protocolos de treinamento na natação, mesmo quando se prescrevem os estímulos para a melhora da capacidade aeróbia, é realizada de forma intermitente<sup>(4,8,9)</sup>. Uma das grandes vantagens desse tipo de treinamento é a possibilidade de se realizar a mesma duração de exercício, porém com intensidade maior do que a na qual o indivíduo conseguiria realizar de forma contínua. Isso se dá em função das mudanças metabólicas que ocorrem durante o período de recuperação (ressíntese de creatina fosfato e/ou remoção do lactato)<sup>(10,11)</sup>, permitindo que condições metabólicas similares sejam alcançadas em intensidades absolutas diferentes<sup>(5,12)</sup>. Assim, a utilização de intensidades correspondentes à MLSS determinada de forma contínua (MLSSc) pode não ser adequada para a prescrição do treino da capacidade aeróbia realizado de modo intermitente na natação. Confirmando essa possibilidade, Beneke *et al.*<sup>(4)</sup> verificaram no ciclismo que as intensidades correspondentes à MLSS determinadas durante o exercício intervalado (MLSSi) de recuperação passiva (intervalos de 30s ou 90s a cada cinco minutos de exercício) foram significativamente maiores (300W, 79% Pmax e 310W, 81% Pmax, respectivamente) do que a determinada de modo contínuo (277W, 73% Pmax). A concentração de lactato na MLSS não foi diferente entre o exercício contínuo e o intermitente. Portanto, ao se realizar o exercício de forma intermitente na mesma carga absoluta correspondente à MLSSc, a resposta metabólica tende a ser menor, o que subestima o nível de esforço realizado pelo atleta<sup>(4)</sup>.

Entretanto, esses dados obtidos por Beneke *et al.*<sup>(4)</sup> não podem ser diretamente aplicados ao treinamento de natação, onde o gasto energético e a eficiência propulsiva se relacionam de modo não linear com o aumento da intensidade de exercício. Outro aspecto importante a ser considerado na análise do exercício intervalado é a possível interação entre o período de recuperação e o nível de aptidão aeróbia dos atletas. Diversos estudos têm verificado uma relação positiva entre as taxas de ressíntese de creatina fosfato<sup>(13)</sup> e de remoção do lactato sanguíneo<sup>(14,15)</sup> com a aptidão aeróbia ( $VO_{2max}$  e resposta de lactato ao exercício). Com isso, para o mesmo período de recuperação, indivíduos com maior aptidão aeróbia poderiam restaurar mais creatina fosfato e remover mais lactato, determinando menores acúmulos desse metabólito e maior aumento na MLSSi. Assim, baseado nos dados citados anteriormente, pode-se hipotetizar que a intensidade de nado correspondente a MLSSi é maior do que a MLSSc. Além disso, essa diferença pode depender do nível de rendimento aeróbio dos atletas.

Desse modo, o objetivo deste estudo foi comparar a intensidade de nado correspondente MLSSc e MLSSi em atletas com diferentes níveis de rendimento aeróbio.

## MÉTODOS

### Sujeitos

Participaram deste estudo 12 nadadores meio-fundistas e fundistas ( $22 \pm 8$  anos;  $69,9 \pm 7,63$ kg e  $1,76 \pm 0,07$ m) e oito triatletas do gênero masculino ( $22 \pm 9$  anos;  $69,5 \pm 10,4$ kg e  $1,76 \pm 0,13$ m). Os atletas possuíam pelo menos três anos de experiência na modalidade e competiam regularmente em provas de nível regional e estadual. Os nadadores e os triatletas nadavam um volume médio semanal de 50km e 12km em uma frequência de seis e três vezes por semana, respectivamente. Todos 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 097/2007).

### Delineamento experimental

Inicialmente, foram obtidas as medidas antropométricas massa corporal e estatura. A seguir, foram realizados em diferentes dias os seguintes testes: um teste máximo na distância de 400m; duas a quatro repetições com duração de 30 minutos em diferentes intensidades, para a determinação da MLSSc; e duas a quatro repetições de 12 x 150 segundos em diferentes intensidades para a determinação da MLSSi. Todos os testes foram realizados em uma piscina de 25m. Os indivíduos compareceram ao local do teste, com um intervalo de um a três dias; haviam sido instruídos a não treinar exaustivamente no dia anterior ao da avaliação e a comparecer alimentados e hidratados no dia do teste. Para cada atleta os testes foram executados no mesmo horário do dia.

### Determinação da performance aeróbia

Para a determinação do rendimento aeróbio foi realizado um tiro máximo na distância de 400m (v400) com saída de dentro da piscina. Anterior ao teste foi realizado um aquecimento de 10 minutos, com exercícios em intensidade moderada. O tempo foi registrado por meio de um cronômetro manual. A v400 tem sido utilizada para estimar a velocidade correspondente ao  $VO_{2max}$ <sup>(16)</sup>.

### Determinação da máxima fase estável de lactato sanguíneo contínuo

Para a determinação da MLSSc foram realizadas de duas a quatro tentativas com duração de 30 minutos, em velocidade constante, com a primeira tentativa sendo mantida a 88% v400<sup>(17)</sup>. Nas próximas tentativas foram utilizados aumentos ou reduções de 2,5% na velocidade entre cada teste, até que um aumento menor ou igual a 1mM de lactato entre o 10º e 30º minuto fosse observado como critério para determinação da MLSSc<sup>(18)</sup>. No 10º minuto e ao final do teste, 25µl de sangue arterializado foram coletados do lóbulo da orelha por meio de um capilar heparinizado e imediatamente transferidos para microtúbulos de polietileno com tampa tipo Eppendorff de 1,5ml contendo 50µl de NaF (1%) para a mensuração da [La] (YSL 2300 STAT, Yellow Springs, OH, EUA.). A frequência cardíaca (FC) foi monitorada durante todo o teste (Polar S810i, Kempele, Finlândia). Para expressar a concentração de lactato correspondente a essa velocidade, foi feita a média dos valores obtidos no 10º minuto e ao final do teste. Para o controle da velocidade, foram colocadas marcações no fundo da piscina a cada 5m. O ritmo foi determinado por meio de bipes gravados em um aparelho MP3 (Acqua Player, Mormaii, Garopaba, Brasil), que tocaram em intervalos constantes, na velocidade determinada. Assim, o nadador deveria passar em cima de uma das marcas ou realizar a virada ao ouvir o sinal sonoro.

## Determinação da máxima fase estável de lactato sanguíneo intermitente

Para a determinação da MLSSi foram realizadas duas a quatro tentativas com duração de 30 min (sem inclusão das pausas), em velocidade constante, com a primeira tentativa mantida 5% acima da velocidade encontrada na MLSSc. No entanto, foram utilizadas 12 repetições de 150 segundos com intervalo de 30 segundos, nas quais o nadador parava em qualquer local da piscina para o descanso. A relação esforço:pausa utilizada foi de 5:1, ou seja, para cada cinco segundos de nado, um segundo de recuperação. Essa relação foi escolhida por ser próxima da utilizada nas sessões de treinamento de capacidade aeróbia e por proporcionar uma individualização pela *performance* dos nadadores. Nas próximas tentativas foram utilizados aumentos ou reduções de 2,5% entre cada teste até que um aumento menor ou igual a 1mM na [La] entre o 10º e 30º minuto (sem inclusão das pausas) fosse observado como critério para determinação da MLSSi. No 10º min e ao final do teste, 25µl de sangue arterializado foram coletados para a análise da [La]. A FC foi monitorada durante todo o teste. Para expressar a [La] correspondente a essa velocidade, foi feita a média dos valores obtidos no 10º min e ao final do teste. O controle da velocidade foi similar ao utilizado no teste para determinar a MLSSc.

### Análise estatística

Os valores estão expressos como média ± desvio-padrão (DP). A existência da normalidade dos dados foi verificada através do teste de Shapiro-Wilk. A comparação das variáveis correspondentes à MLSSc e MLSSi foi realizada através da ANOVA para dois caminhos (grupo x protocolo), complementada pelo teste de Scheffé. O teste de Mann-Whitney foi utilizado para comparar a diferença percentual da MLSSc e MLSSi entre os grupos. Em todos os testes foi adotado um nível de significância de  $p \leq 0,05$ .

## RESULTADOS

Os valores médios ± DP da v400 e das velocidades correspondentes à MLSSc e MLSSi expressas em valores absolutos e relativos (%v400) estão descritos na tabela 1. Os nadadores apresentaram todas as velocidades significativamente maiores do que os triatletas ( $p < 0,05$ ). Nos dois grupos a MLSSc foi significativamente menor do que a MLSSi ( $p < 0,05$ ). A diferença percentual entre as duas velocidades foi estatisticamente similar ( $p > 0,05$ ) entre os grupos (Figura 1).

A tabela 2 apresenta os valores médios ± DP da concentração de lactato e FC correspondentes à MLSSc e MLSSi. Existiu diferença estatisticamente significativa apenas na concentração de lactato da MLSSc dos nadadores em relação aos triatletas ( $p < 0,05$ ).

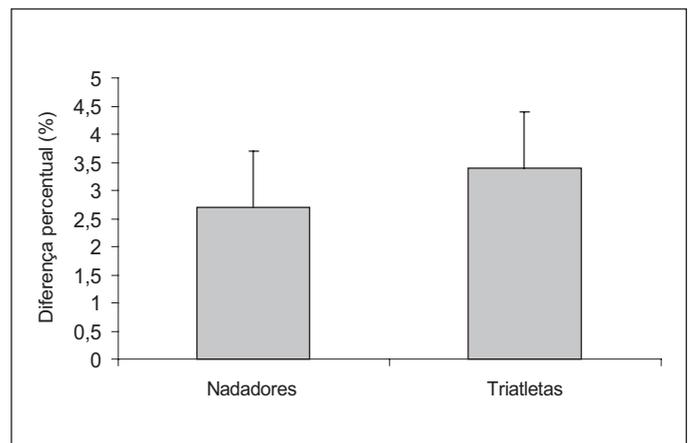
## DISCUSSÃO

Para o nosso conhecimento, este é o primeiro estudo que comparou a velocidade e a concentração de lactato sanguíneo correspondentes à MLSS obtida de forma contínua e intermitente na natação.

**Tabela 1.** Valores médios ± DP da velocidade de 400 metros (v400) e das velocidades correspondentes à máxima fase estável de lactato contínua (MLSSc) e intermitente (MLSSi) expressas em valores absolutos (vel) e relativos (%v400) dos nadadores (N = 12) e triatletas (N = 8).

	MLSSc			MLSSi	
	v400 (m.s <sup>-1</sup> )	vel (m.s <sup>-1</sup> )	%v400	vel (m.s <sup>-1</sup> )	%v400
Nadadores	1,38 ± 0,05	1,23 ± 0,05	89,3 ± 2,0	1,26 ± 0,05 <sup>+</sup>	91,3 ± 2,6 <sup>+</sup>
Triatletas	1,26 ± 0,06*	1,08 ± 0,04*	85,8 ± 2,6*	1,11 ± 0,05**	88,8 ± 1,2**

\* P < 0,05 em relação aos nadadores  
<sup>+</sup> P < 0,05 em relação à MLSSc



**Figura 1.** Diferença percentual entre as velocidades correspondentes à máxima fase estável de lactato contínua e intermitente dos nadadores (N = 12) e triatletas (N = 8).

**Tabela 2.** Valores médios ± DP da concentração de lactato (lac) e frequência cardíaca (FC) correspondentes à máxima fase estável de lactato contínua (MLSSc) e intermitente (MLSSi) dos nadadores (N = 12) e triatletas (N = 8).

	MLSSc		MLSSi	
	lac (mM)	FC (bpm)	lac (mM)	FC (bpm)
Nadadores	3,4 ± 1,0	172,7 ± 6,1	3,9 ± 1,2	170,8 ± 7,4
Triatletas	4,9 ± 0,9*	166,5 ± 11,5	4,4 ± 0,9	166,5 ± 9,3

\* P < 0,05 em relação aos nadadores

Nosso principal achado foi que o modelo de exercício intervalado utilizado neste estudo permite um aumento de aproximadamente 3% na intensidade do exercício correspondente à MLSSi, sem a correspondente modificação da concentração de lactato. Além disso, o nível de desempenho aeróbio (v400 e MLSSc) parece não influenciar nesse comportamento.

Os valores de v400 foram significativamente maiores nos nadadores do que nos triatletas. Essa intensidade tem sido tradicionalmente utilizada para estimar a velocidade aeróbia máxima na natação, ou seja, a intensidade onde o VO<sub>2</sub>max é atingido durante o exercício incremental<sup>(16)</sup>. Confirmando indiretamente essa possibilidade, verificamos recentemente em nosso laboratório que a v400 não foi diferente da velocidade final de um teste incremental realizado em um grupo de nadadores com diferentes níveis de *performance*<sup>(19)</sup>. Do mesmo modo, a MLSSc foi maior nos nadadores, mostrando que a capacidade aeróbia também foi diferente entre os grupos. Assim, as diferenças na potência (v400) e a capacidade aeróbia (MLSSc) entre os grupos indicam que o objetivo de analisar atletas com diferentes níveis de desempenho aeróbio foi alcançado.

Poucos estudos têm analisado o efeito da interrupção do exercício na MLSS. Beneke *et al.*<sup>(4)</sup> verificaram que as MLSSi determinadas com pausa passiva de 30s (300W) ou 90s (310W) foram 8% e 11% acima da MLSSc, respectivamente. Em nosso estudo, os indivíduos atingiram a MLSSi em uma intensidade aproximadamente 3% maior do que a MLSSc. A comparação entre esses estudos não pode ser feita diretamente, pois a relação esforço-pausa (10:1 e 3,3:1) e o tipo de exercício (ciclismo) foram diferentes do presente estudo (2:1 e natação, respectivamente). De qualquer modo, levando-se em consideração que na natação a potência exercida pelo nadador para vencer a resistência imposta pela água está relacionada com o cubo da velocidade, pode-se verificar que o aumento da intensidade observado em nosso estudo é similar ao obtido por Beneke *et al.*<sup>(4)</sup>.

Em nosso estudo, apesar de a duração da pausa ter sido proporcionalmente curta (30s) em relação à duração do estímulo (2,5 min.), provavelmente houve restauração parcial das reservas de creatina fosfato<sup>(20)</sup> e remoção parcial do lactato, que podem ter contribuído para que o atleta conseguisse atingir uma intensidade maior, porém, com a mesma resposta metabólica. Durante cada intervalo de descanso, a taxa glicolítica é reduzida enquanto o consumo de oxigênio total do organismo continua elevado. Em condições de saturação de substrato, situação bastante comum na intensidade estudada, a taxa de remoção do lactato é diretamente relacionada com o consumo de oxigênio<sup>(21)</sup>. Além disso, Beneke<sup>(2)</sup> demonstrou que um período de cinco minutos de esforço é insuficiente para o lactato sanguíneo poder atingir estabilidade. Portanto, assumindo que na intensidade de MLSS a taxa da glicólise seria relativamente constante, repetidos intervalos de descanso preveniram que a [La] atingisse um estado estável em um maior valor, podendo explicar a semelhança nas concentrações de lactato entre a MLSSc e MLSSi.

A nossa hipótese de que o nível de rendimento aeróbio pudesse interferir na intensidade correspondente à MLSSi não foi confirmada, já que os aumentos percentuais foram similares entre os grupos (Figura 1). A primeira possibilidade para explicar esse comportamento é o fato de que as diferenças percentuais entre os grupos nos índices analisados ( $v400 = 8\%$ ;  $MLSSc = 12\%$ ) possam ser insuficientes para modificar as respostas metabólicas durante o exercício intermitente. Sem excluir essa hipótese, deve-se considerar também que a  $v400$  e mesmo a  $MLSSc$  não são determinadas apenas por diferenças nas capacidades metabólicas dos grupos analisados. Na natação, a habilidade técnica também contribui de modo importante no gasto energético e, conseqüentemente, no desempenho. Assim, é importante lembrar que uma parte das diferenças entre os grupos na  $v400$  e  $MLSSc$  pode ter sido determinada pelo aspecto técnico, o qual não modificaria as respostas metabólicas durante a recuperação. Essas considerações apontam para pelo menos duas importantes implicações. A primeira é que os dados aqui obtidos não deveriam ser diretamente aplicados no ciclismo e corrida, onde a influência da técnica no desempenho e nos índices fisiológicos é proporcionalmente menor. Por outro lado,

nossos dados permitem afirmar que o nível de desempenho aeróbio não parece ser importante no ajuste da prescrição do treinamento intervalado em relação à intensidade obtida em protocolos de exercício contínuo na natação.

Em nadadores de *endurance* e triatletas, parte importante do treinamento é realizada em intensidades próximas à MLSS. Assim, com base em nossos resultados, a realização de sessões de treinamento para a melhora da capacidade aeróbia desses atletas de forma intermitente pode ter importantes vantagens. A primeira é a possibilidade de realizar maior intensidade com condição metabólica similar, o que pode resultar em maior carga de treinamento<sup>(9)</sup> e menor risco de supertreinamento<sup>(4)</sup>. Esse 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 e da *performance* aeróbia<sup>(9)</sup>. Entretanto, sugere-se que o protocolo de determinação da MLSS observe as características do treino intervalado (duração do estímulo e da pausa), para que este se aproxime ainda mais das condições reais de treinamento. A MLSSi determinadas nessas condições parece ser válida para o controle dos efeitos do treinamento, pois o aumento da mesma em relação a  $MLSSc$  foi similar entre os dois grupos.

## CONCLUSÃO

Com base nos resultados deste estudo, pode-se concluir que o modelo de exercício intervalado utilizado permite um aumento de aproximadamente 3% na intensidade do exercício correspondente à MLSS, sem a correspondente modificação da concentração de lactato nessa intensidade, independente do nível de desempenho aeróbio ( $v400$  e  $MLSSc$ ). É importante que essas diferenças sejam consideradas ao se realizar a prescrição do treinamento intervalado a partir do protocolo contínuo de determinação da MLSS.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro da Fapesp e do CNPq.

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.

## REFERÊNCIAS

1. Denadai BS. Índices fisiológicos de avaliação aeróbia: conceitos e aplicações. 1ª ed. Ribeirão Preto: BSD; 1999.
2. Beneke R. Methodological aspects of maximal lactate steady state-implications for performance testing. *Eur J Appl Physiol* 2003;89:95-9.
3. Jones AM, Doust JH. The validity of the lactate minimum test for determination of the maximal of the maximal lactate steady state. *Med Sci Sports Exerc* 1998;30:1304-13.
4. 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.
5. 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.
6. Slawinski J, Demarle A, Koralsztein JP, Billat V. Effect of supra-lactate training on the relationship between mechanical stride descriptors and aerobic energy cost in trained runners. *Arch Physiol Biochem* 2001;109:110-6.
7. 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. *Eur J Appl Physiol* 1990;61:197-201.
8. 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.
9. Laursen PB, Jenkins DG. The scientific basis for high-intensity interval training. Optimizing training programmes and maximizing performance in highly trained endurance athletes. *Sports Med* 2002;32:53-73.
10. 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.
11. 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 Biomed* 1996;9:13-9.
12. 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.
13. Tomlin DL, Wenger HA. The relationship between aerobic fitness and recovery from high intensity intermittent exercise. *Sports Med* 2001;31:1-11.
14. Messonnier L, Freund H, Féasson L, Prieur F, Castells J, Denis C, et al. Blood lactate exchange and removal abilities after relative high-intensity exercise: effects of training in normoxia and hypoxia. *Eur J Appl Physiol* 2001;84:403-12.
15. Gmada N, Bouhlef E, Mrizak I, Debabi H, Ben Jabrallah M, Tabka Z, et al. Effect of combined active recovery from supramaximal exercise on blood lactate disappearance in trained and untrained man. *Int J Sports Med* 2005;26:874-9.
16. Lavoie JM, Montpetit RR. Applied physiology of swimming. *Sports Med* 1986;3:165-89.
17. Deckerle J, Nesi X, Lefevre T, Depretz S, Sidney M, Marchand FH, et al. Stroking parameters in front crawl swimming and maximal lactate steady state speed. *Int J Sports Med* 2005;26:53-8.
18. Heck H, Mader A, Hess G, Mücke S, Müller R, Hollmann W. Justification of the 4mmol/l lactate threshold. *Int J Sports Med* 1985;6:117-30.
19. Oliveira MFM. Respostas metabólicas e da técnica de nado durante o exercício realizado na velocidade correspondente à máxima fase estável de lactato sanguíneo determinada de forma contínua e intermitente. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2008.
20. Bogdanis GC, Nevill ME, Boobis LH, Lakomy HK, Nevill AM. Recovery of power output and muscle metabolites following 30 s of maximal sprint cycling in man. *J Physiol* 1995;482:467-80.
21. Eldridge FL. Relationship between turnover rate and blood concentration of lactate exercising dogs. *J Appl Physiol* 1975;39:231-4.