

Efeitos de oito semanas de treinamento de natação no limiar anaeróbio determinado na piscina e no ergômetro de braço

Fabrizio Caputo, Renata Schmidt Machado, Ricardo Dantas de Lucas e Benedito Sérgio Denadai

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

RESUMO

O objetivo deste estudo foi analisar os efeitos do treinamento de natação na intensidade do limiar anaeróbio (LAn), determinado na piscina e no ergômetro de braço, verificando se este pode ser utilizado para avaliar os efeitos do treinamento em nadadores. Participaram do estudo sete nadadores de ambos os sexos, com nível de *performance* regional, que foram submetidos aos seguintes testes, antes e após oito semanas de treinamento: 1) dois tiros de 400m, um a 85% e outro a 95% do máximo, com coleta de 25µl de sangue do lóbulo da orelha no 1º, 3º e 5º minuto após cada tiro, para posterior análise do lactato sanguíneo (YSI 1500); 2) teste contínuo progressivo realizado no ergômetro de braço (UBE 2462 Cybex), com carga inicial de 33,3W e incrementos de 16,6W a cada três minutos até a exaustão voluntária, com coleta de sangue ao final de cada estágio. Um grupo controle de indivíduos não ativos (n = 9), que se manteve sedentário, realizou somente o procedimento 2 no mesmo intervalo de tempo. O LAn na natação (NLAn) e no ergômetro de braço (BLAn) foi encontrado através de interpolação linear, considerando uma concentração fixa de lactato de 4mM e 3,5mM, respectivamente. Os resultados demonstram diferença significativa para o grupo treinado, entre o pré ($130,4 \pm 20,4W$) e o pós-teste ($137,7 \pm 17,9W$) para o BLAn. Porém, não foi encontrada diferença significativa para o NLAn ($1,09 \pm 0,1m.s^{-1}$ e $1,13 \pm 0,1m.s^{-1}$, $p = 0,06$). No grupo controle não foi encontrada diferença para o BLAn entre o pré ($93,2 \pm 11,5W$) e o pós-teste ($87,7 \pm 7,2W$).

Pode-se concluir através desses dados que a determinação do LAn no ergômetro de braço é útil para detectar adaptações na capacidade aeróbia de nadadores com nível de *performance* regional.

Palavras-chave: Ergômetro de braço. Natação. Especificidade. Limiar anaeróbio.

ABSTRACT

Effect of eight weeks of swimming training on the anaerobic threshold determined in the swimming pool and by arm ergometer

The objective of this study was to analyze the effect of swimming training on the intensity corresponding to the anaerobic threshold (AnT) determined in the swimming pool and by arm ergometer, and also to check if the arm ergometer can be used to evaluate the effect of training on swimmers. Participants were seven swimmers of both sexes, with regional performance level, that had been submitted to the following tests before and after eight weeks of training: 1) 2 crawl sprints of 400 m at an intensity of 85% and 95% of their best velocity at each one of the distances, with 25 µl of blood collection at the 1st, 3rd and 5th minute after each shot, for posterior analysis of blood lactate (YSI 1500); 2) incremental continuous test in the arm ergometer (2462 UBE Cybex): initial workload was 33.3 W and intensity was increased by 16.6 W every 3 min until voluntary exhaustion, with 25 µl of blood collection at the end of each stage. A control group of non-active individuals (n = 9), kept sedentary carried out procedure 2 in the same interval of time. The AnT in swimming (SAnT) and in the arm ergometer (AAAnT) was determined by linear interpolation, considering a fixed lactate concentration of 4 and 3.5 mM, respectively. Results demonstrate a significant difference for the trained group, between pre- ($130.4 \pm 20.4 W$) and post-training ($137.7 \pm 17.9 W$) for the AAAnT. However, no difference was found for the SAnT ($1.09 \pm 0,1 m.s^{-1}$ and $1.13 \pm 0.1 m.s^{-1}$ $p = 0.06$). In the control group there was no difference for the AAAnT between pre- (93.2 ± 11.5) and

Recebido em: 10/10/2001

Aceito em: 22/11/2001

Endereço para correspondência:

Benedito Sérgio Denadai
Laboratório de Avaliação da Performance Humana
Instituto de Biociências
Av. 24A, 1.515 – Bela Vista
13506-900 – Rio Claro, SP – Brasil
E-mail: bdenadai@rc.unesp.br
Apoio: CNPq

post-training (87.7 ± 7.2 W). The authors can conclude that the determination of the AnT by arm ergometer is useful to detect adjustments of swimmers with regional performance to aerobic capacity.

Key words: Arm ergometer. Swimming. Specificity. Anaerobic threshold.

INTRODUÇÃO

O aumento, manutenção ou mesmo a perda da aptidão aeróbia são dependentes de uma série de fatores: sobrecarga aplicada no treinamento (intensidade, duração da sessão e frequência semanal)¹, estado inicial de condicionamento², fatores genéticos³ e a especificidade do movimento empregado⁴.

Em relação à especificidade do movimento, os efeitos que determinado tipo de exercício pode apresentar sobre a aptidão aeróbia parecem depender da integração do grupo muscular empregado e do estado de condicionamento. Quando se analisam as possíveis transferências dos efeitos do treinamento aeróbio entre grupos musculares bem diferentes (*i.e.*, membros inferiores para superiores e vice-versa), muitos estudos indicam que tanto a potência aeróbia ($\dot{V}O_{2max}$) como a capacidade aeróbia (limiar anaeróbio) não são modificadas no segmento que não realizou o treinamento, independente do estado de treinamento^{5,6}.

Por outro lado, quando são analisados grupos musculares semelhantes (*i.e.*, corrida e ciclismo, corrida dentro e fora da água), a transferência dos efeitos do treinamento parece depender do nível inicial de condicionamento. Assim, quando os indivíduos são sedentários ou moderadamente treinados, parece ser possível a melhora ou pelo menos a manutenção da aptidão aeróbia por períodos de tempo relativamente longos (quatro a seis semanas), mesmo que não se empregue no treinamento o movimento especificamente utilizado nas competições^{6,7}.

Especificamente para a natação, muitos pesquisadores têm procurado analisar a validade dos testes que são empregados para a avaliação aeróbia e anaeróbia de nadadores^{4,8-10}. Nesses estudos, o princípio da especificidade tem sido um dos aspectos mais investigados, a maioria dos resultados indicando a necessidade de as avaliações dos nadadores serem realizadas em um ergômetro específico (*swimming flume*) ou na própria piscina^{4,11}.

Como isso nem sempre é possível, alguns estudos têm procurado analisar a validade do ergômetro de braço para a avaliação aeróbia^{8,12,13} e anaeróbia de nadadores^{8,10,14}. Para a avaliação aeróbia, o único modelo utilizado para validar ou não o ergômetro de braço tem sido a análise do nível de correlação de índices aeróbios ($\dot{V}O_{2max}$ e limiar anaeróbio) determinados no ergômetro com a *performance* durante a

natação em distâncias que variam entre 100 e 1.600m^{10,12,13}. Esses estudos têm verificado que o ergômetro de braço pode ser válido para a avaliação de nadadores, já que os níveis de correlação entre os índices obtidos no ergômetro e a *performance* têm sido de moderados a altos.

Entretanto, outros modelos de estudo são necessários para validar de forma mais ampla o emprego do ergômetro de braço, pois existe muita dificuldade de acesso a um ergômetro específico (*swimming flume*), ou ainda pode ser necessário obter informações de nadadores em condições laboratoriais mais controladas. Nessas situações, o ergômetro de braço pode ser uma opção interessante para a avaliação de nadadores. Com base nessas informações, os objetivos deste estudo foram: 1) analisar os efeitos de oito semanas de treinamento de natação na intensidade correspondente ao limiar anaeróbio (LAn), determinado na piscina e no ergômetro de braço em nadadores de nível regional e; 2) comparar as modificações do LAn nesses dois modos de exercícios, verificando se o ergômetro de braço pode ser utilizado para avaliar os efeitos do treinamento nesses nadadores.

MATERIAL E MÉTODOS

Sujeitos

Participaram deste estudo sete nadadores (cinco homens e duas mulheres), com *performance* de nível regional, que estavam treinando regularmente e já competiam há pelo menos dois anos. Participou também um grupo controle (seis mulheres e três homens), que se manteve sedentário durante todo o período do experimento e realizou somente o teste de laboratório no ergômetro de braço. As características de todos os sujeitos estão descritas na tabela 1. Todos os sujeitos foram informados sobre os riscos e benefícios dos testes, tendo assinado um termo de consentimento.

Procedimentos

Os nadadores foram submetidos a dois testes, um na piscina e outro no ergômetro de braço, para a determinação do LAn. Os indivíduos do grupo controle realizaram ape-

TABELA 1
Valores médios \pm DP das características dos sujeitos

Sujeitos	Idade (anos)	Massa corporal (kg)	Estatura (cm)	Gordura corporal (%)
Nadadores (n = 7)	16,5 \pm 1,6	58,2 \pm 5,0	166,2 \pm 6,9	13,2 \pm 8,8
Controle (n = 9)	19,7 \pm 1,4*	56,8 \pm 8,6	163,2 \pm 7,1	20,8 \pm 3,8*

* p < 0,05 em relação aos nadadores.

nas os testes no ergômetro de braço. Esses testes foram realizados antes (pré-treinamento) e após (pós-treinamento) um período de oito semanas.

Determinação do limiar anaeróbio na piscina – NLAn

Para a determinação do NLAn foram realizados dois tiros, um a 85% e outro a 95% da *performance* máxima nos 400m. Para o cálculo foi utilizada a mais recente *performance* de competição, realizada uma semana antes do início do estudo. Após cada tiro foram coletados 25µl de sangue do lóbulo da orelha no 1º, 3º e 5º minuto da recuperação, para posterior análise do lactato sanguíneo (*YSI 1500*). Cada tiro foi separado por um período de pelo menos 30 minutos. A velocidade do nadador foi controlada a cada 25m, através de um avaliador que o acompanhava pela borda da piscina. O NLAn foi encontrado através de interpolação linear, entre a velocidade média para cada intensidade e sua respectiva concentração de lactato, em que foi considerada uma concentração fixa de lactato de 4mM¹⁵. Os testes foram realizados numa piscina de 25 metros coberta e aquecida, com a temperatura da água mantida a 29°C.

Determinação do limiar anaeróbio no ergômetro de braço – BLAn

O BLAn foi determinado através de um teste contínuo progressivo realizado no ergômetro de braço (*UBE 2462 Cybex*), com rotação fixa de 60rpm. O ergômetro foi ajustado de modo que ombro permanecesse na mesma altura do eixo da manivela e os cotovelos não ficassem completamente estendidos. A carga inicial foi de 33,3W, com incrementos de 16,6W a cada três minutos até a exaustão voluntária, com coleta de sangue ao final de cada estágio. O BLAn foi encontrado através de interpolação linear, em que foi considerada uma concentração fixa de lactato de 3,5mM¹⁵. Com base nos dados de Heck *et al.*¹⁵, protocolos incrementais e contínuos com estágios inferiores a cinco minutos devem utilizar a concentração fixa de 3,5mM de lactato, para não superestimar a intensidade do LAn. Os nadadores e os indivíduos do grupo controle não possuíam experiência prévia em testes realizados no ergômetro de braço.

Treinamento de natação

As coletas foram realizadas no período específico (pré-treinamento) e posteriormente ao período competitivo (pós-treinamento), separadas por um intervalo de oito semanas. A metragem semanal inicial de treinamento foi de 15.000m (1ª e 2ª semana), aumentando para 20.000 (3ª à 7ª semana), sendo reduzida para 15.000 na última semana, distribuída em quatro ou cinco sessões. Nas primeiras semanas a intensidade da série principal variou entre 65 e 85% do

máximo para as distâncias empregadas (50 a 400m). Posteriormente, as intensidades ficaram entre 75 e 95%, chegando a 100% na última semana, utilizando neste caso distâncias mais curtas (12,5 a 100m). Nas séries principais o percentual de nado *crawl* ficou entre 50 e 100%, dependendo da semana e do estilo principal do nadador.

Análise estatística

Os dados estão expressos como média ± desvio padrão (DP). A análise dos valores pré e pós-treinamento para o BLAn e NLAn foi realizada pelo teste *t* de Student para dados pareados e pelo teste de correlação de Pearson. A comparação entre os nadadores e o grupo controle foi feita pelo teste *t* de Student para dados não pareados. Para todos os testes, adotou-se um nível de significância de $p \leq 0,05$.

RESULTADOS

Os valores obtidos pelos nadadores durante o pré-treinamento para o BLAn (130,4 ± 20,4W) foram significativamente diferentes ($p < 0,05$) dos obtidos durante o pós-treinamento (137,7 ± 17,9W). Para o NLAn não houve diferença significativa ($p = 0,06$) entre os testes pré (1,09 ± 0,1 m.s⁻¹) e o pós-treinamento (1,13 ± 0,1 m.s⁻¹) (tabela 2). No grupo controle, os valores de pré-treinamento (93,2 ± 11,5W) para a BLAn não apresentaram diferença estatística em relação ao pós-treinamento (87,7 ± 7,2W), mas foram significativamente diferentes dos valores pré e pós-treinamento apresentados pelos nadadores (tabela 2). A percentagem média de mudança apresentada pelos nadadores entre o pré e o pós-treinamento para o BLAn e NLAn foi de 5,9 ± 7,9 e 3,0 ± 4,3%, respectivamente (tabela 3).

As potências correspondentes ao BLAn antes e após o treinamento foram significativamente correlacionadas com a velocidade do NLAn ($r = 0,74$ e $r = 0,75$, respectivamente) (figura 1).

TABELA 2
Valores médios ± DP do limiar anaeróbio determinado na natação (NLAn) e no ergômetro de braço (BLAn) para os nadadores e do BLAn para o grupo controle

Período	Nadadores (n = 7)		Controle (n = 9)
	NLAn (m.s ⁻¹)	BLAn (W)	BLAn (W)
Pré	1,09 ± 0,1	130,4 ± 20,4	93,2 ± 11,5**
Pós	1,13 ± 0,1	137,4 ± 18,0*	87,7 ± 7,2**

* $p < 0,05$ em relação ao pré-treinamento dentro do mesmo grupo.

** $p < 0,05$ em relação aos nadadores dentro do mesmo período.

TABELA 3
Valores individuais do limiar anaeróbio determinado na natação (NLAn) e no ergômetro de braço (BLAn) para os nadadores e da percentagem de mudança entre pré e pós-treinamento (%)

Sujeitos	BLAn (W)			NLAn (m.s ⁻¹)		
	Pré	Pós	%	Pré	Pós	%
1	122,8	118,0	-3,9	1,02	1,01	-0,9
2	120,5	133,3	10,6	1,06	1,11	4,7
3	120,5	139,5	15,7	0,99	1,03	4,0
4	105,6	120,5	14,1	1,05	1,06	0,9
5	158,5	153,5	-3,1	1,29	1,26	-2,3
6	159,3	168,1	5,5	1,13	1,25	10,6
7	125,6	129,0	2,7	1,15	1,20	4,3

DISCUSSÃO

O objetivo deste estudo foi verificar os efeitos do treinamento de natação no LAn determinado na piscina e no ergômetro de braço, verificando se este pode ser utilizado para avaliar os efeitos do treinamento em nadadores. O principal achado foi que, em relação a cada sujeito, as mudanças (aumento ou diminuição) do BLAn ocorreram no mesmo sentido do NLAn. Além disso, concordando com estudos anteriores¹⁶, verificou-se que as intensidades referentes ao LAn no ergômetro de braço e na natação foram moderadamente correlacionadas, tanto antes como depois do treinamento, sugerindo que o ergômetro de braço é válido para a avaliação do LAn em atletas de *performance* regional.

A determinação do $\dot{V}O_{2max}$ no ergômetro de braço com a finalidade de caracterizar o perfil fisiológico de triatletas^{17,18} e realizar a predição de *performance* aeróbia de nadadores tem sido bastante empregada¹². Em relação à validade para predição de *performance*, os dados ainda são antagônicos. Obert *et al.*¹² encontraram correlação significativa entre o $\dot{V}O_{2max}$ (ml/kg/min), obtido durante o teste realizado no ergômetro de braço, e a *performance* nas provas de 100, 200 e 400m nado *crawl*, indicando, assim, que este índice fisiológico é adequado para prever a *performance* de nado, apesar de o exercício ter sido realizado no ergômetro de braço. Entretanto, Loftin *et al.*¹³ não observaram correlação significativa entre o $\dot{V}O_{2max}$ obtido no ergômetro de braço e a *performance* de nado (1.600m) em 14 triatletas recreacionais, embora para as outras modalidades (42,3km de ciclismo e 10km de corrida) o $\dot{V}O_{2max}$ determinado no ergômetro específico tenha sido correlacionado de forma significativa com a *performance*. A ausência de validade para a predição de *performance* aeróbia nessas condições pode não ser apenas pela falta de especificidade do ergômetro de braço, pois mesmo o $\dot{V}O_{2max}$ determinado no *swim-*

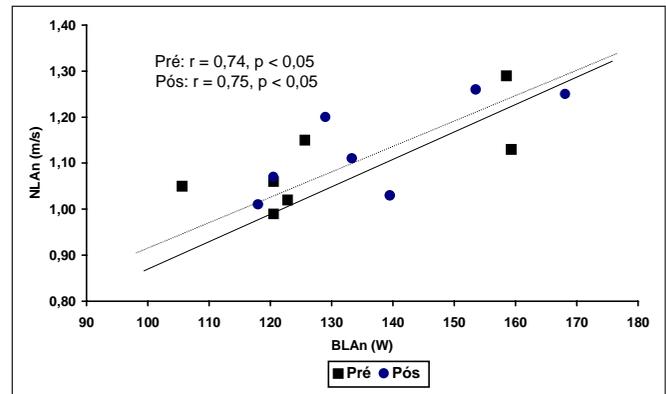


Fig. 1 – Correlação entre a intensidade referente ao limiar anaeróbio (LAn) determinado no ergômetro de braço (B) e na natação (N) antes (pré) e depois (pós) do treinamento

*ming flume*⁹, no *tethered swimming*¹⁹ ou na piscina^{11,20} também não é um bom preditor da velocidade de 400m na natação.

A resposta do lactato sanguíneo ao exercício, identificada por diferentes terminologias (limiar de lactato, limiar anaeróbio ou máxima fase estável de lactato), tem mostrado maior validade para a predição da *performance* aeróbia do que o $\dot{V}O_{2max}$ ^{21,22}. A utilização de uma concentração fixa de lactato (4mM) para a identificação da máxima fase estável de lactato pode não ser apropriada, pois o estado nutricional²³, a variabilidade individual²⁴ e o tipo de exercício²⁵ podem influenciar nesta predição. Entretanto, diversos estudos têm mostrado que a intensidade correspondente a 4mM de lactato sanguíneo é válida para a predição de *performance* aeróbia na natação^{9,20}.

Em nosso estudo, foi encontrada correlação significativa ($r = 0,75$) entre o BLAn e NLAn, tanto antes como após o treinamento, sugerindo que a resposta metabólica é semelhante entre a natação e o ergômetro de braço. Esses dados também foram relatados recentemente por Guglielmo e Denadai¹⁶, que encontraram correlação muito semelhante ($r = 0,75$) entre o limiar no ergômetro de braço e na piscina em um grupo de nadadores e triatletas de *performance* regional e estadual. Neste estudo foi encontrada também correlação significativa ($r = -0,67$) entre o LAn no ergômetro de braço e o melhor tempo nos 400m, sugerindo que a ausência de validade do $\dot{V}O_{2max}$ determinado no ergômetro de braço para a predição de *performance* é mais dependente da menor capacidade de predição do índice ($\dot{V}O_{2max}$) do que da falta de especificidade do ergômetro.

Poucos estudos têm analisado os efeitos que determinados programas de treinamento podem apresentar sobre as respostas cardiovasculares e metabólicas durante o exercício no ergômetro de braço. Os poucos existentes têm utili-

zados indivíduos sedentários que realizaram treinamento de força ou de características aeróbias no próprio ergômetro, ou ainda indivíduos com paraplegia ou com doenças cardiovasculares^{5,26-28}. Swensen *et al.*²⁶ verificaram, em um grupo de sedentários, que um programa de treinamento contra resistência (3 x 10 repetições máximas) durante quatro semanas aumentou a potência aeróbia máxima no ergômetro de braço. Bhambhani *et al.*⁵, utilizando um grupo de indivíduos sedentários, que treinaram durante oito semanas no ergômetro de braço ou na bicicleta ergométrica, verificaram que as respostas máximas ($\dot{V}O_{2max}$) ou submáximas (limiar ventilatório) só foram alteradas quando os indivíduos foram avaliados no ergômetro em que o treinamento foi realizado, sugerindo que as adaptações ao treinamento foram específicas ao movimento empregado nas sessões de treino.

Em nosso estudo, o LAn determinado no ergômetro de braço aumentou após as oito semanas de treinamento na natação. Como esse comportamento não foi observado no grupo controle, que permaneceu sem treinamento, podemos descartar um possível efeito de aprendizagem no teste incremental realizado no ergômetro de braço, que poderia ter melhorado o LAn dos nadadores, independente do treinamento. Além disso, houve concordância total no sentido das adaptações de cada atleta (aumento ou diminuição) no

LAn determinado no ergômetro de braço e na piscina. Importante destacar que o LAn tem-se mostrado extremamente válido para controlar os efeitos do treinamento de natação, mesmo em um grupo de altíssima *performance* (nível olímpico)²⁹.

Assim, as adaptações determinadas pelo treino de natação sobre a resposta metabólica também são detectadas pelo exercício realizado no ergômetro de braço, mesmo com a musculatura empregada e a posição do corpo não sendo exatamente as mesmas nas duas condições. Vale destacar que aproximadamente 70% da propulsão durante o nado *crawl* é determinada pelos membros superiores³⁰.

Deve-se destacar, entretanto, que o número de nadadores empregados em nosso estudo é relativamente pequeno, o que pode limitar a aplicação destes dados de forma mais ampla. Além disso, são necessários outros estudos que analisem nadadores com maiores níveis de *performance* e/ou em diferentes períodos de treinamento, para que se possam obter informações mais definitivas sobre a adequação ou não do ergômetro de braço para a avaliação aeróbia de nadadores.

Podemos concluir através desses dados que a determinação do LAn no ergômetro de braço é útil para detectar adaptações na capacidade aeróbia de nadadores com nível de *performance* regional.

REFERÊNCIAS

1. Weltman A, Seip RL, Snead D, Weltman JY, Haskvitz EM, Evans WS, et al. Exercise training at and above the lactate threshold in previously untrained women. *Int J Sports Med* 1992;13:257-63.
2. Wilmore JH, Costill DL. *Physiology of sport and exercise*. Champaign: Human Kinetics, 1994.
3. Bouchard C, Dione FT, Simoneau JA, Boulay MR. Genetics of aerobic and anaerobic performances. *Exerc Sport Sci Rev* 1992;20:27-58.
4. Magel JR, Foglia GF, McArdle WD, Gutin B, Pechar GS, Katch FI. Specificity of swim training on maximal oxygen uptake. *J Appl Physiol* 1975;38:151-5.
5. Bhambhani YN, Eriksson P, Gomes PS. Transfer effects of endurance training with the arms and legs. *Med Sci Sports Exerc* 1991;23:1035-41.
6. Loy SF, Hoffmann JJ, Holland GJ. Benefits and practical use of cross-training in sports. *Sports Med* 1995;19:1-8.
7. Machado FA, Denadai BS. Efeito do treinamento de *deep water running* no limiar anaeróbio determinado na corrida em pista de indivíduos sedentários. *Rev Bras Ativ Fis Saúde* 2000;5:17-22.
8. Hawley JA, Williams MM, Vickovic MM, Handcock PJ. Muscle power predicts freestyle swimming performance. *Br J Sports Med* 1992;26:151-5.
9. Wakayoshi K, Yoshida T, Udo M, Kasai T, Moritani T, Mutoh Y, et al. A simple method for determining critical speed as swimming fatigue threshold in competitive swimming. *Int J Sports Med* 1992;13:367-71.
10. Guglielmo LGA, Denadai BS. Assessment of anaerobic power of swimmers: the correlation of laboratory tests on an arm ergometer with field tests in a swimming pool. *J Strength Cond Res* 2000;4:395-8.
11. Costill DL, Thomas R, Hargreaves M. Effects of reduced training on muscular power in swimmers. *Physician Sports Medicine* 1985;13:94-101.
12. Obert P, Falgairette G, Bedu M, Coudert J. Bioenergetic characteristics of swimmers determined during an arm-ergometer test and during swimming. *Int J Sports Med* 1992;13:298-303.
13. Loftin M, Warren BL, Zingraf S, Brandon JE, Skudlt A, Scully B. Peak physiological function and performance of recreational triathletes. *J Sports Med Phys Fitness* 1988;28:330-5.
14. Bar-Or O, Zwiren LD. Maximal oxygen consumption test during arm exercise – Reliability and validity. *J Appl Physiol* 1975;38:424-6.
15. Heck H, Mader A, Hess G, Mucke S, Muller, R, Hollmann W. Justification of the 4 mmol/l lactate threshold. *Int J Sports Med* 1985;6:117-30.
16. Guglielmo LGA, Denadai BS. Assessment of anaerobic threshold and performance of swimmers in crawl sprints of 400 m. *Med Sci Sports Exerc* 1999;31:5.
17. Albrecht TJ, Foster VL, Dickinson AL, Debever JM. Triathletes: exercise parameters measured during bicycle, swim bench, and treadmill testing. *Med Sci Sports Exerc* 1986;18:86.
18. O'Toole ML, Hiller DB, Crosby LO, Douglas PS. The ultraendurance triathlete: a physiological profile. *Med Sci Sports Exerc* 1987;19:45-50.
19. Kohrt WM, Morgan DW, Bates B, Skinner JS. Physiological responses of triathletes to maximal swimming, cycling, and running. *Med Sci Sports Exerc* 1987;19:51-5.
20. Wakayoshi K, Yoshida T, Udo M, Harada T, Moritani T. Does critical swimming velocity represent exercise intensity at maximal lactate steady-state? *Eur J Appl Physiol* 1993;66:90-5.

-
21. Coyle EF. Integration of the physiological factors determining endurance performance ability. *Exerc Sport Sci Rev* 1995;23:25-63.
 22. Weltman A. The blood lactate response to exercise. Champaign: Human Kinetics, 1995.
 23. Maassen N, Buse, MW. The relationship between lactic acid and work load – A measure for endurance capacity or an indicator of carbohydrate deficiency? *Eur J Appl Physiol* 1989;58:728-37.
 24. Stegmann H, Kindermann W, Schnabel A. Lactate kinetics and individual anaerobic threshold. *Int J Sports Med* 1981;2:160-5.
 25. Beneke R, von Duvillard SP. Determination of maximal lactate steady state response in selected sports events. *Med Sci Sports Exerc* 1996;28:241-6.
 26. Swensen T, Mancuso P, Howley ET. The effect of moderate resistance weight training on peak arm aerobic power. *Int J Sports Med* 1993;14:43-7.
 27. Keyser RE, DeLaFuente K, McGee J. Arm and leg cycle cross-training effect on anaerobic threshold and heart rate in patients with coronary heart disease. *Arch Phys Med Rehabil* 1993;74:276-80.
 28. Haddad S, Silva PR, Barretto AC, Ferraretto I. The effects of aerobic physical training of short duration using upper limbs in paraplegic persons with mild hypertension. *Arq Bras Cardiol* 1997;69:169-73.
 29. Pyne DB, Lee H, Swanwick KM. Monitoring the lactate threshold in world-ranked swimmers. *Med Sci Sports Exerc* 2001;33:291-7.
 30. Maglischo E. *Nadando ainda mais rápido*. São Paulo: Manole, 1999.