



Série de treinamento intervalado de alta intensidade como índice de determinação da tolerância à acidose na predição da *performance* anaeróbia de natação

Rafael Deminice¹, Lucas Gabarra¹, Arthur Rizzi² e Vilmar Baldissera¹

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi determinar a tolerância à acidose através de uma série de nados intervalados de alta intensidade e relacionar com a velocidade de limiar anaeróbio (V_{Lan}), concentração de lactato sanguíneo de pico ([Lac]_{pico}), capacidade de trabalho anaeróbio (CTA), frequência de braçada (fB), comprimento de braçada (CB) e índice de braçada (IB) na predição da *performance* de 100m de natação. Dez nadadores realizaram seis nados máximos de 100m no estilo *crawl* com intervalo de seis minutos. Amostras de sangue foram coletadas cinco minutos após cada nado para posterior análise de lactacidemia ([Lac]). Através da razão entre [Lac] e os respectivos tempos de execução dos seis nados, determinou-se a tolerância à acidose (TA). O número de braçadas realizadas durante os seis esforços foi anotado para determinação da fB, CB, IB. Um nado máximo de 100m foi utilizado como parâmetro de *performance* (P100) e amostras de sangue foram coletadas para determinação da concentração de lactato sanguíneo de pico ([Lac]_{pico}). Três esforços progressivos de 400m foram realizados para determinação da V_{Lan} correspondente à concentração fixa de 3,5mM de lactato. Esforços máximos de 200 e 400m foram realizados para determinação da CTA por regressão linear (coeficiente linear). Os resultados apresentaram significativas correlações ($p < 0,05$) da TA com V_{Lan} ($r = 0,77$), [Lac]_{pico} ($r = 0,81$), CB ($r = 0,85$) e IB ($r = 0,84$). Além disso, a P100 foi correlacionada com V_{Lan} ($r = 0,88$), TA ($r = 0,95$), [Lac]_{pico} ($r = 0,77$), CB ($r = 0,97$) e IB ($r = 0,96$). Conclui-se que a TA determinada a partir de série de treinamento intervalado de alta intensidade parece ser útil para determinar a aptidão anaeróbia e prever a *performance* de 100m de natação, além de ser influenciada pelo CB e IB.

ABSTRACT

High intensity interval training series as indices of acidosis tolerance determination in swimming anaerobic performance prediction

The aim of the present study was to determine the acidosis tolerance through one high intensity interval swim serie and to relate with anaerobic threshold speed (ATS), blood lactate peak concentration ([Lac]_{peak}), anaerobic work capacity (AWC), stroke rate (SR), stroke length (SL) and stroke index (SI) in swimming 100 m performance prediction. Ten swimmers performed six maximal swims along 100 m by crawl style with 6 minutes for a rest. Blood samples were taken 5 minutes before each swim for lactate anal-

Palavras-chave: Natação. Treinamento intervalado. Tolerância à acidose. Parâmetros de braçada. Performance.

Keywords: Swimming. Interval training. Acidosis tolerance. Stroking parameters. Performance.

yses ([Lac]). Through the division of the [Lac] for the time to complete the 6 swims, was determined acidosis tolerance (AT). The numbers of strokes in the six efforts were taken for SR, SL and SI determination. A maximal 100 m swim was considered as performance parameter (P100) and blood samples were taken for blood lactate peak concentration determination ([Lac]_{peak}). Three progressive efforts along 400 m were accomplished for ATS determination corresponding to 3.5 mM lactate fixed concentration; 200 and 400 m maximal efforts were accomplished for AWC determination by linear regression (linear coefficient). The results showed significant correlations ($p < 0.05$) of AT with ATS ($r = 0.77$), [Lac]_{peak} ($r = 0.81$), SL ($r = 0.85$) and SI ($r = 0.84$). Moreover, P100 was correlated with ATS ($r = 0.88$), AT ($r = 0.95$), [Lac]_{peak} ($r = 0.77$), SL ($r = 0.97$) and SI ($r = 0.96$). It was concluded that AT determined through a high intensity training series appears to be useful to anaerobic fitness determination and 100 m swim performance prediction, besides suffer SL and SI influence.

INTRODUÇÃO

Ao contrário do que acontece com os métodos de determinação das intensidades para o treinamento aeróbio, as metodologias para mensurar variáveis anaeróbias não são bem desenvolvidas⁽¹⁻²⁾. Esse fato evidencia um problema, pois a maioria dos eventos de natação requer significativa contribuição tanto de vias aeróbias quanto anaeróbias (provas de 50 a 400 metros com 25s a 4 min de duração). Maglischo⁽³⁾ sugeriu como forma de avaliar a capacidade anaeróbia a determinação da concentração de lactato sanguíneo após esforços máximos; baixos valores de lactato, juntamente com desempenhos insatisfatórios, poderiam indicar a deterioração dessa capacidade. Esses níveis de lactato sanguíneo de pico ([Lac]_{pico}) também podem ser um ótimo indicativo da energia derivada da glicólise anaeróbia durante o esforço e importante ferramenta para identificar a contribuição dos mecanismos anaeróbios em determinadas provas específicas na natação⁽⁴⁻⁵⁾. Entretanto, durante a *performance* competitiva, não só a habilidade de produzir, mas também a de sustentar altos níveis de lactato sanguíneo durante os últimos metros da prova estão associadas ao sucesso da mesma. Holroyd e Swanwick⁽⁶⁾ propuseram que a taxa de tolerância ao lactato, definida como a diferença de velocidade entre a concentração de lactato sanguíneo de 5 a 10mM no teste progressivo, pode ser utilizada para monitorar as mudanças decorrentes do treinamento anaeróbio. Pyne *et al.*⁽⁷⁾, utilizando-se dessa metodologia, concluíram que a relação entre tolerância ao lactato e a *performance* reflete mudanças específicas do treinamento de alta intensidade.

1. Laboratório de Fisiologia do Exercício/UFSCAR.

2. Laboratório de Fisiologia e Nutrição Experimental/UNAERP.

Aceito em 22/11/06.

Endereço para correspondência: Rafael Deminice, Rua Arnaldo Victalino, 971, Iguatemi – 14091-220 – Ribeirão Preto, SP, Brasil.
E-mail: deminice@ig.com.br

Para treinar a tolerância à acidose, Maglischo⁽³⁾ sugere séries intervaladas com distâncias entre 75 e 200m em velocidades máximas ou muito próximas às máximas, pois devem ser suficientemente demoradas e intensas para que ocorra acidose grave. Segundo Seiler e Hetlelid⁽⁹⁾, a finalidade principal do treinamento intervalado de alta intensidade é acumular um bom ritmo de treinamento em altas intensidades, o que não poderia ser mantido em esforço constante. Estudos têm mostrado que quatro a seis semanas desse tipo de treinamento são suficientes para melhorar a capacidade de tamponamento, aumentar a ativação neural e concentração de lactato sanguíneo⁽⁹⁾, melhorar a *performance* de ciclistas⁽¹⁰⁾, além de aumentar a tolerância à dor causada pela acidose⁽³⁾. Deminice *et al.*⁽¹¹⁾, em estudo recente, encontraram significativas correlações entre a relação tempo de execução *versus* concentração de lactato sanguíneo obtidas através de uma série de treinamento intervalado de alta intensidade e as *performances* de 100, 200 e 400m em natação.

A capacidade de trabalho anaeróbio (CTA) é teoricamente correspondente à variável anaeróbia do modelo de velocidade crítica, sendo representada pelo coeficiente linear (intercepto- γ) e considerado um método não invasivo e de fácil aplicação para avaliar a capacidade anaeróbia. Essa variável tem sido estudada como preditora da aptidão anaeróbia⁽²⁾, sensibilidade ao treinamento intervalado de alta intensidade⁽¹²⁾, treinamento intenso⁽¹³⁾, resistido⁽¹⁴⁾, e também como preditora do sucesso em natação^(1,15). No entanto, esses autores evidenciam a necessidade de novas pesquisas empenhadas em investigar a utilização da CTA como índice preditor da *performance* e da aptidão anaeróbia na natação devido à alta incidência de resultados controversos na literatura.

A mecânica de nado também desempenha papel decisivo no complexo de fatores determinantes do rendimento. Por esse motivo, essas variáveis técnicas têm sido o foco de muitos estudos em natação⁽¹⁶⁻²⁰⁾. Esses autores relatam que a *performance* na natação é indicada por boa variabilidade do comprimento de braçada (CB) e da frequência de braçada (*fB*), dando boa indicação de eficiência mecânica, sendo bastante útil para avaliar a economia de energia e, principalmente, o progresso individual técnico do nado durante treinamentos ou provas. Alberty *et al.*⁽²⁰⁾, estudando as modificações na braçada do *crawl* sob condições de exaustão, concluíram que tais modificações têm estreita relação com a resistência muscular do atleta, sendo esse um dos fatores que mais influenciam os parâmetros de braçada, limitando a manutenção da alta velocidade de nado durante a prova.

Assim, poucos são os autores que têm estudado a utilização da lactacidemia em séries de treinamento intervalado de alta intensidade como forma de determinar a tolerância à acidose, sua capacidade de refletir a aptidão anaeróbia e suas possíveis associações com habilidade técnica na predição da *performance* de atletas de natação.

O objetivo do presente estudo foi determinar a tolerância à acidose (TA) em nadadores de nível competitivo através de uma série de nados intervalados de alta intensidade e relacionar com a velocidade de limiar anaeróbio (VLan), concentração de lactato sanguíneo de pico ([Lac]_{pico}), capacidade de trabalho anaeróbio (CTA), frequência de braçada (*fB*), comprimento de braçada (CB) e índice de braçada (IB) na predição da *performance* de 100m de natação.

MÉTODOS

Participantes

Participaram voluntariamente do presente estudo 10 nadadores (oito do sexo masculino e dois do feminino), com 16,2 ± 1,8 anos, 65,3 ± 10,1kg de massa corporal, 1,70 ± 8,6m de altura e 1,74,5 ± 9m de envergadura, pertencentes à equipe de natação da Sociedade Portuguesa de Desportos da cidade de Ribeirão Preto-SP. Após a aprovação do projeto em questão pelo Comitê de

Ética em Pesquisa da Universidade de Ribeirão Preto, os voluntários foram informados sobre os objetivos e possíveis riscos envolvidos no estudo e assinaram um termo de consentimento. Os atletas realizavam treinamento regular, participavam de competições estaduais havia mais de três anos e estavam familiarizados com as séries de treinamento intervalado de alta intensidade dentro da rotina de treinamento.

Procedimentos

O estudo foi realizado em piscina semi-olímpica (25 x 12 metros), da Associação Portuguesa de Desportos (Ribeirão Preto-SP), com temperatura da água de 27°C ± 1°C.

Foram realizados três dias de testes em estilo *crawl* com intervalo de no mínimo 48 horas entre os mesmos. Antes de cada teste, os nadadores realizaram um período de aquecimento padronizado de aproximadamente 1.000m em estilo *crawl*.

Determinação da velocidade de limiar anaeróbio (VLan)

Para determinação do VLan, os nadadores foram submetidos a três esforços progressivos de 400 metros nas intensidades correspondentes a 85, 90 e 100% da velocidade máxima para a distância. Foi realizado um intervalo de três minutos entre cada nado. As três tentativas foram iniciadas com saídas dentro da água. Os participantes foram estimulados verbalmente durante todo o teste e receberam informações gestuais para o controle da intensidade de nado. Foram coletadas amostras de sangue (25µl do lóbulo da orelha) um minuto após o final de cada nado e um, três e cinco minutos após o término do teste para análise da lactacidemia. Para cada nado, foi calculada a velocidade média e a concentração de lactato sanguíneo. A velocidade de limiar anaeróbio (VLan) foi assumida como a velocidade de nado correspondente à concentração fixa de 3,5mM de lactato na relação lactato *versus* velocidade por ajuste de curva de crescimento exponencial⁽²¹⁾.

Determinação da tolerância à acidose (TA)

Para determinação da TA, foram realizados seis nados máximos de 100m com seis minutos de intervalo entre eles. Amostras de sangue foram coletadas cinco minutos após cada nado e no terceiro e quinto minutos após o final da série para análise de lactacidemia. Os atletas foram estimulados verbalmente durante todo o teste para garantir a realização do esforço máximo (adaptado de Maglischo⁽³⁾ e Santiago *et al.*⁽²²⁾). A TA foi correspondente à razão entre o valor médio de lactato sanguíneo ([Lac]) e o tempo para 100m (t) dos seis nados realizados (equação 1).

$$TA = \Sigma([Lac])/t/6 \quad (\text{equação 1})$$

Determinação da *performance* de 100m (P100) e concentração de lactato de pico em 100m ([Lac]_{pico})

Um esforço máximo de 100m foi realizado 48h antes dos testes citados acima. A velocidade média para completar 100m foi adotada como parâmetro de *performance* (P100). Amostras de sangue foram coletadas um, três e cinco minutos após o nado. O maior valor encontrado entre as três amostras foi considerado como concentração de lactato sanguíneo de pico ([Lac]_{pico}).

Amostras de sangue

Foram coletados 25µl de sangue do lóbulo da orelha para mensuração da concentração de lactato [Lac]. As amostras foram armazenadas em tubos Eppendorf de 1,5ml contendo 50µl de fluoreto de sódio a 1% (NaF). O homogenado foi analisado em lactímetro eletroquímico YSI modelo 1500 Sport (YSI, Ohio, EUA). As concentrações de lactato foram expressas em mM.

Determinação da capacidade de trabalho anaeróbio (CTA)

Para determinação da CTA, foram realizados esforços máximos de 200 e 400m. Os valores de distância e tempo para completar

os esforços foram submetidos ao procedimento de regressão linear (modelo distância-tempo). O coeficiente linear (intercepto-y) representou a capacidade de trabalho anaeróbio como proposto por Wakayoshi *et al.*⁽²³⁾.

Determinação dos parâmetros de braçada (fB, CB e IB)

Para determinação da frequência de braçada (fB), comprimento de braçada (CB) e do índice de braçada (IB), no teste TA, o número de braçadas (nb) realizadas a cada 25m foi anotado para o total de 100m de cada nado. O comprimento de braçada (CB) foi determinado pela razão entre a distância (d) e o número de braçadas (equação 2). A velocidade de nado (V) foi calculada a partir da razão entre distância de 100m (d) pelo tempo para completar a mesma (t) (equação 3). A frequência de braçada (fB) foi correspondente à razão da V pelo CB (equação 4). O índice de braçada (IB) foi calculado de acordo com Costill *et al.*⁽²⁴⁾, através do produto da V pelo CB (equação 5). A fB, CB e IB foram determinadas nos seis nados de 100m para todos os atletas.

$$CB = d/nb \quad (\text{equação 2})$$

$$V = d/t \text{ em } 100m \quad (\text{equação 3})$$

$$fB = V/CB \quad (\text{equação 4})$$

$$IB = V \times CB \quad (\text{equação 5})$$

Análise estatística

Os valores são expressos em média \pm desvio-padrão. Foi utilizado o teste de correlação de Pearson para verificar possíveis associações entre TA e P100. O teste de correlação de Pearson ainda foi utilizado para verificar associações dos parâmetros TA e P100 com V_{Lan}, CTA, [Lac]_{pico}, fB, CB e IB. ANOVA para medidas repetidas com teste *post-hoc* de Tukey foi utilizada para avaliar possíveis diferenças no tempo de execução, fB, CB e IB entre os nados da série de tolerância à acidose. Em todos os casos, o nível de significância foi prefixado para $\leq 0,05$.

RESULTADOS

A figura 1 demonstra o comportamento da lactacidemia durante o teste de TA. A média de concentração de lactato sanguíneo alcançada pelos atletas nos seis nados foi de $13,5 \pm 1,6$ mM. As altas concentrações de lactato sanguíneo alcançadas e as velocidades superiores ao V_{Lan} nos seis nados realizados demonstram o perfil anaeróbio da série proposta. A concentração de lactato

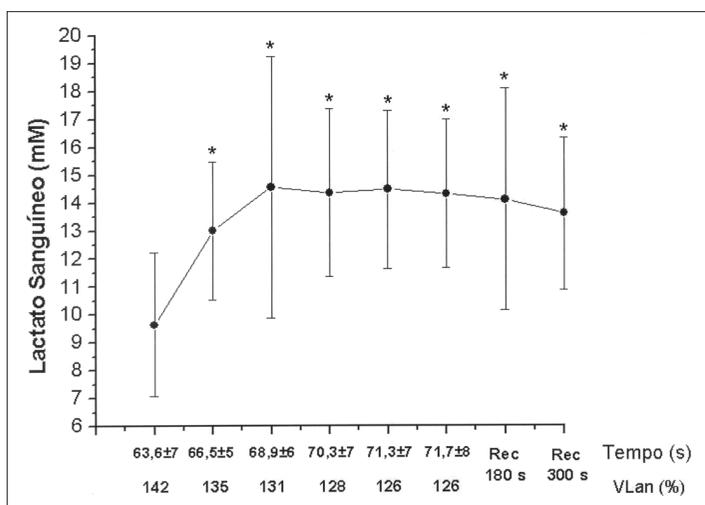


Figura 1 – Comportamento da lactacidemia em relação ao tempo de execução de cada nado de 100m (média \pm DP) e intensidade relativa à V_{Lan} (%) durante o teste de tolerância à acidose e em três e cinco minutos de recuperação (Rec) (*: diferença significativa ($p < 0,05$) com relação ao primeiro nado de 100m).

sanguíneo do primeiro nado ($9,6 \pm 2,5$ mM) foi significativamente menor que as encontradas do segundo ao sexto nado ($13 \pm 2,4$; $14,5 \pm 4,6$; $14,3 \pm 3$; $14,4 \pm 2,8$ e $14,3 \pm 2,6$ mM, respectivamente) e no terceiro e quinto minutos de repouso ($14,1 \pm 3,9$ e $13,6 \pm 2,7$ mM, respectivamente). Estabilização da lactacidemia foi observada a partir do segundo nado até os valores de repouso (figura 1).

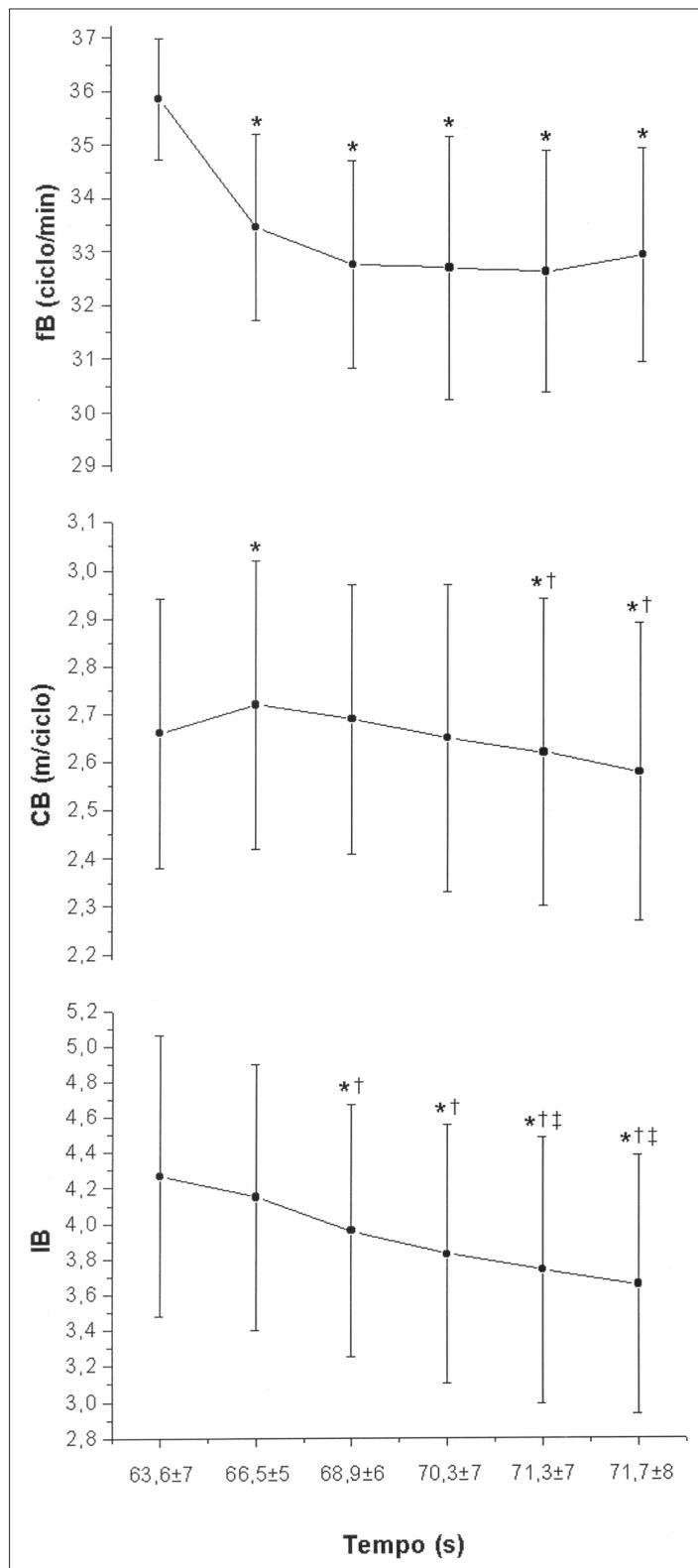


Figura 2 – Comportamento do comprimento de braçada (CB), frequência de braçada (fB) e índice de braçada (IB) em relação ao tempo de execução de cada nado de 100m (média \pm DP) no teste de tolerância à acidose (*: diferença significativa ($p < 0,05$) com relação ao primeiro nado de 100m; †: diferença significativa com relação ao segundo nado de 100m; ‡: diferença significativa com relação ao terceiro nado de 100m).

A figura 2 representa o comportamento dos parâmetros de braçada durante o teste de TA. Foi observada queda significativa do primeiro ($35,8 \pm 1,1$ ciclos/min) para o segundo nado ($33,4 \pm 1,7$ ciclos/min) e posterior estabilidade do terceiro ao sexto nado ($32,7 \pm 1,9$; $32,6 \pm 1,4$; $32,6 \pm 2,2$ e $32,9 \pm 2$ ciclos/min, respectivamente) com relação à fB. O contrário foi observado para o CB, o qual aumentou do primeiro ($2,66 \pm 0,2$ m/ciclo) para o segundo nado ($2,72 \pm 0,3$ m/ciclo) e posteriormente diminuiu significativamente no final do teste com relação ao primeiro nado ($2,69 \pm 0,2$; $2,65 \pm 0,3$; $2,62 \pm 0,3$ e $2,58 \pm 0,3$ m/ciclo, respectivamente, do terceiro ao sexto nado). A partir do terceiro nado, o IB diminuiu significativamente em relação aos dois primeiros nados e essa queda continuou sucessivamente até o último nado ($4,27 \pm 0,7$; $4,15 \pm 0,7$; $3,96 \pm 0,7$; $3,83 \pm 0,7$; $3,74 \pm 0,7$ e $3,66 \pm 0,7$, respectivamente, do primeiro ao sexto nado) (figura 2).

Foi encontrada correlação positiva significativa da TA com VLan, $[Lac]_{pico}$, CB e IB. A P100 foi fortemente correlacionada com a TA, além das correlações positivas significativas com relação à VLan, $[Lac]_{pico}$, CB e IB (tabela 1).

TABELA 1

Valores de correlação de Pearson (r) entre as variáveis tolerância à acidose (TA), performance em 100m (P100), limiar anaeróbio (VLan), concentração de lactato sanguíneo de pico ($[Lac]_{pico}$), capacidade de trabalho anaeróbio (CTA), frequência de braçada (fB), comprimento de braçada (CB) e Índice de braçada (IB)

	TA	VLan	$[Lac]_{pico}$	CTA	fB	CB	IB
TA		0,77*	0,81*	0,15	-0,49	0,85*	0,84*
P100	0,95*	0,88*	0,77*	0,03	0,02	0,97*	0,96*

* $p < 0,05$

DISCUSSÃO

As séries de treinamento intervalado de alta intensidade têm duas finalidades principais: aumento da velocidade de nado, o que permitirá aos nadadores iniciarem e terminarem as provas mais rapidamente, e melhora da capacidade de tamponamento, de forma que eles possam manter suas velocidades durante a prova, a despeito do acúmulo de ácido láctico⁽³⁾. As duas juntas referem-se à capacidade anaeróbia⁽²⁵⁾. Assim, é evidente a importância do metabolismo anaeróbio para os velocistas, pois altas velocidades de nado não podem ser alcançadas sem elevadas taxas de glicólise anaeróbia. Porém, o período no qual os atletas podem tolerar tais elevadas taxas do metabolismo anaeróbio pode limitar sua performance. Os exercícios de treinamento intervalados de alta intensidade aumentam a atividade das proteínas monocarboxilato transportadoras de lactato (MCT1 e MCT4) através da membrana muscular, o que permite o aparecimento mais rápido do lactato no sangue⁽²⁶⁾. Esse tipo de treinamento funciona também por meio do aumento da capacidade de tamponamento nos músculos e no sangue e pelo aumento de tolerância à dor causada pela acidose⁽³⁾. Quando a capacidade de tamponamento melhora, os nadadores tornam-se capazes de manter mais tempo a velocidade rápida de produção de lactato, retardando a diminuição na velocidade de nado, uma das possíveis adaptações produzidas pela tolerância a esses exercícios, conhecido como tolerância ao lactato.

No presente estudo, propusemos uma série de treinamentos de alta intensidade com intervalos de seis minutos, longos o suficiente para permitir alta velocidade de nado e conseqüentes elevados níveis de ácido láctico e, ao mesmo tempo, curtos o suficiente para garantir que os músculos continuem em acidose. As séries de tolerância à acidose, portanto, precisam ser designadas em relação ao tempo nadado em altos níveis de lactato⁽³⁾. As altas concentrações de lactato sanguíneo após os nados e a estabilização da curva de lactato encontrada durante o teste de tolerância à

acidose (figura 1) demonstram o perfil anaeróbio da série proposta. Esses resultados confirmam que a série de treinamento específica proposta corresponde diretamente ao componente biomotor postulado. As significativas correlações encontradas da TA com a $[Lac]_{pico}$ e P100 (tabela 1) demonstram a aplicabilidade da série utilizada como determinante da aptidão anaeróbia e preditora da performance de 100 metros de natação. As correlações encontradas entre $[Lac]_{pico}$ e P100 confirmam a utilização desse parâmetro como preditor da performance em natação⁽⁴⁻⁵⁾.

No entanto, algumas precauções devem ser tomadas com a utilização dessas séries de tolerância à acidose durante a temporada de treinamento. Esse tipo de treinamento é muito estressante para o atleta, tanto em nível físico quanto psicológico. A motivação dos atletas foi uma das grandes dificuldades encontradas na realização da série proposta nesse estudo. Maglischo⁽³⁾ ressalta que há necessidade de muita resistência psicológica para suportar regularmente a dor provocada pela acidose. Ainda, a intensidade de força muscular exigida juntamente com a intensa acidose produzida pode levar a lesão temporária do tecido muscular. Por esses motivos, o uso excessivo de séries de treinamento de tolerância à acidose pode levar ao estado de supertreinamento do atleta, prejudicando seu desempenho dentro da temporada de treinamento.

Para determinar o VLan no presente estudo, utilizamos um protocolo validado por Pereira *et al.*⁽²¹⁾ que, com o propósito de otimizar o tempo dos testes, utilizaram a concentração fixa de 3,5mM. A utilização dessa concentração contraria Heck *et al.*⁽²⁷⁾, que sugerem a concentração fixa de 3,5mM apenas para protocolos com estágios com duração de até 3 min, inferiores aos utilizados nesse estudo (4 a 5 min). O uso da concentração fixa de 4mM, sugerida por esses autores, quando a duração dos estágios for de 5 min, parece superestimar o VLan na natação, se a pausa entre os esforços incrementais for pequena, provavelmente devido à existência de efeitos residuais do metabolismo e da fadiga específica dos estágios anteriores⁽²¹⁾. As significativas correlações encontradas, nesse estudo, do VLan com a P100 ($r = 0,88$) e com TA ($r = 0,77$) confirmam a utilização dessa metodologia como preditora da performance em natação⁽²⁸⁾ e demonstram a importância da capacidade aeróbia como base para o desenvolvimento da capacidade anaeróbia⁽⁷⁾. As melhoras nas capacidades aeróbia e anaeróbia reduzirão a velocidade de instalação da acidose, retardando o estado de fadiga durante a prova⁽³⁾.

A grande vantagem de utilizar métodos indiretos para avaliar nadadores está principalmente relacionada ao baixo custo e fácil aplicabilidade. A exemplo do mencionado por Papoti *et al.*⁽¹⁾, que não encontraram associações da capacidade de trabalho anaeróbio com a aptidão anaeróbia e com a performance, em nosso estudo, a CTA não apresentou correlação significativa com nenhum dos parâmetros correlacionados (tabela 1). Guglielmo e Denadai⁽¹⁵⁾ também não encontraram correlações entre a CTA de nadadores com a potência média determinada durante esforços máximos de 30 segundos em ergômetro de braço isocinético. Dekerle *et al.*⁽²⁹⁾ não constataram correlação significativa entre CTA e a máxima distância anaeróbia em nadadores e sugeriram a não utilização desse parâmetro para controlar variáveis anaeróbias. A utilização de apenas dois esforços máximos (200 e 400m), como ocorreu no presente estudo, pode limitar o emprego da CTA, pois pequenas variações na velocidade de nado podem resultar em significativas alterações no intercepto- y ⁽²⁹⁾. Toussaint *et al.*⁽³⁰⁾ ressaltam que a CTA sofre influência proveniente tanto do sistema aeróbio quanto do anaeróbio, não fornecendo estimativa real da capacidade anaeróbia.

Confirmando em parte a validade dos índices técnicos para predição da performance, verificaram-se nesse estudo altas correlações entre o CB, IB e a P100 (tabela 1). As significativas correlações entre o CB, IB e TA demonstram a importância da habilidade técnica do nadador e confirmam a relação existente entre parâ-

metros fisiológicos e técnicos em natação^(16-18,20,24). Essas correlações podem ser explicadas pela diferença de habilidade dos nadadores em conseguir realizar maior número de braçadas com melhor aplicação de força, o que é importante na minimização do arrasto e diminuição da fadiga, podendo desenvolver força por mais tempo, mesmo em exercícios de altas intensidades, onde o acúmulo de ácido láctico pode causar grande desconforto, perda da eficiência e coordenação do nadador⁽²⁰⁾. Assim, a causa da queda do CB e do IB durante a série (figura 1) pode ser atribuída à habilidade técnica do nadador em conjunto com sua aptidão anaeróbia⁽¹⁹⁾.

A grande limitação do presente estudo foi a utilização do esforço máximo de 100m, realizado na forma de simulação competitiva no ambiente de treinamento, como parâmetro de *performance* (P100). Pyne *et al.*⁽⁷⁾ utilizaram o Sistema de Pontuação Internacional, reconhecido pela FINA (Federação Internacional de Natação Amadora), para avaliar a *performance* em seu estudo com nadadores australianos de elite. Esse sistema permite comparar qualquer *performance*, independente do gênero e da prova realizada pelo atleta, e ainda reflete a informação real do ambiente de competição, além da possibilidade de avaliar e comparar os atletas nas suas provas específicas.

Para estabelecer um bom período de treinamento de acordo com as capacidades do nadador, parece importante determinar tanto parâmetros fisiológicos como técnicos e considerar suas interações e inter-relações. No entanto, existe ainda pouco respaldo científico quanto aos critérios e possíveis aplicações de parâmetros de determinação da aptidão anaeróbia juntamente com parâmetros técnicos e suas possíveis relações com a *performance* em natação.

Através dos resultados obtidos, pode-se concluir que a TA determinada a partir de série de treinamento intervalado de alta intensidade apresentou ser um parâmetro útil para determinar aptidão anaeróbia e prever a *performance* de 100m de natação. Além disso, a grande influência dos parâmetros de braçada como CB e IB sobre a TA demonstra a importância da habilidade técnica do nadador a despeito da sua aptidão anaeróbia.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao técnico José Carlos Lopes, do Laboratório de Fisiologia do Exercício da UFSCar, pelo auxílio com a análise das amostras.

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

REFERÊNCIAS

1. Papoti M, Zagatto AM, Freitas Jr PB, Cunha AS, Martins LEB, Gobatto CA. Utilização do intercepto-y na avaliação da aptidão anaeróbia e predição da performance de nadadores treinados. *Rev Bras Med Esporte*. 2005;11(2):126-30.
2. Dekerle J, Brickley G, Hammond AJ, Pringle JS, Carter H. Validity of the two-parameter model in estimating the anaerobic work capacity. *Eur J Appl Physiol*. 2005;1:1-8.
3. Maglischo EW. Nadando ainda mais rápido. São Paulo: Ed. Manole; 1999.
4. Bonifazi M, Martinelli G, Marugo L, Sardella F, Carli G. Blood lactate accumulation in top level swimmers following competition. *J Sports Med Phys Fitness*. 1993;33:13-8.
5. Avlonitou E. Maximal lactate values following competitive performance varying according to age, sex and swimming style. *J Sports Med Phys Fitness*. 1996;36:24-30.
6. Holroyd AM, Swanwick KM. A mathematical model for lactate profiles and a swimming power expenditure for use in conjunction with it. *J Swimming Research*. 1993;9:25-31.
7. Pyne DB, Lee H, Swanwick KM. Monitoring the lactate threshold in world-ranked swimmers. *Med Sci Sports Exerc*. 2001;33:291-7.
8. Seiler S, Hetlelid KJ. The impact of rest duration on work intensity and RPE during interval training. *Med Sci Sports Exerc*. 2005;37(9):1601-7.
9. Creer AR, Ricard MD, Conlee RK, Hoyt GL, Parcell AC. Neural, metabolic, and performance adaptations to four weeks of high intensity sprint-interval training in trained cyclists. *Int J Sports Med*. 2004;25(2):92-8.
10. Westgarth-Taylor C, Hawley JA, Rickard S, Myburgh KH, Noakes TD, Dennis SC. Metabolic and performance adaptations to interval training in endurance-trained cyclists. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1997;75(4):298-304.
11. Deminice R, Gabarra L, Rizzi A, Baldissera V. Série de treinamento intervalado de alta intensidade como índice determinante das performances de 50, 100, 200 e 400m em natação. *Rev Bras Ciên e Mov. (suplemento)* 2005;13(4):61.
12. Hill DW, Jimmy C, Smith C. A method to ensure the accuracy of estimates of anaerobic capacity derived using the critical power concept. *J Sports Med Phys Fitness*. 1994;34:23-37.
13. Jenkins DG, Quigley BM. The influence of high-intensity exercise training on the Wlim-Tlim relationship. *Med Sci Sports Exerc*. 1993;25(2):275-82.
14. Bishop D, Jenkins DG. The influence of resistance training on the critical power function & time to fatigue at critical power. *Aust J Sci Med Sport*. 1996;28:101-5.
15. Guglielmo LGA, Denadai BS. Correlação do teste de Wingate de braço com a capacidade de trabalho anaeróbio determinada através do conceito de velocidade crítica na natação. *Motriz (Supl)* 1999;5:92.
16. Dekerle 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.
17. Deminice R, Papoti M, Zagatto AM, Prado Júnior MV. Validade do teste de 30 minutos (T-30) na determinação da capacidade aeróbia, parâmetros de braçada e *performance* aeróbia de nadadores treinados. *Rev Bras Med Esporte*. 2007;13(3):195-9.
18. Wakayoshi K, Acquisto LJD, Cappaert JM, Troup JP. Relationship between oxygen uptake, stroke rate and swimming velocity in competitive swimming. *Int J Sports Med*. 1995;16:19-23.
19. Laffite LP, Vilas-Boas JP, Demarle A, Silva J, Fernandes R, Billat VL. Changes in physiological and stroke parameters during a maximal 400 m free swimming test in elite swimmers. *Can J Appl Physiol*. 2004;29(Suppl):S17-S31.
20. Alberty M, Sidney M, Huot-Marchand F, Hespel JM, Pelayo P. Intracyclic velocity variations and arm coordination during exhaustive exercise in front crawl stroke. *Int J Sports Med*. 2005;26(6):471-5.
21. Pereira RR, Papoti M, Zagatto AM, Gobatto CA. Validação de dois protocolos para determinação do limiar anaeróbio em natação. *Motriz*. 2002;8:63-8.
22. Santiago V, Ramos da Silva AS, dos Santos FC, Gobatto CA. Avaliação da tolerância à acidose em nadadoras em três momentos distintos de um ciclo periodizado de treinamento. *Rev Bras Ciên Mov. 2004;(edição especial):S192*.
23. Wakayoshi K, Yoshida T, Udo M, Harada T, Moritani T, Mutoh Y, et al. Does critical swimming velocity represent exercise intensity at maximal lactate steady state? *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1993;66(1):90-5.
24. Costill D, Kowaleski J, Porter D, Kirwan J, Fielding R, King D. Energy expenditure during front crawl swimming: predicting success in middle-distance events. *Int J Sports Med*. 1985;6:266-70.
25. Issurin VB, Kaufman LE, Tenenbaum G. Modeling of velocity regimens for anaerobic and aerobic power exercises in high-performance swimmers. *J Sports Med Phys Fitness*. 2001;41:433-40.
26. Juel C, Klarskov C, Nielsen JJ, Krstrup P, Mohr M, Bangsbo J. Effect of high-intensity intermittent training on lactate and H⁺ release from human skeletal muscle. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2004;286:E245-51.
27. Heck H, Mader A, Hess G, Mucke S, Muller R, Hollman W. Justification of 4-mmol/l lactate threshold. *Int J Sports Med*. 1985;6:117-30.
28. Denadai BS. Avaliação aeróbia: determinação indireta do lactato sanguíneo. Rio Claro: Motrix; 2000.
29. Dekerle J, Sidney M, Hespel JM, Pelayo P. Validity and reliability of critical speed, critical stroke rate, and anaerobic capacity in relation to front crawl swimming performances. *Int J Sports Med*. 2002;23:93-8.
30. Toussaint HM, Wakayoshi K, Hollander AP, Ogita F. Simulated front crawl swimming performance related to critical speed and critical power. *Med Sci Sports Exerc*. 1998;30:144-51.