

Variabilidade do lactato sanguíneo em resposta a nados de aquecimento e de máxima intensidade

Variability of blood lactate in response on heating and maximum intensity swim

MATOS CC, CASTRO FAS. Variabilidade do lactato sanguíneo em resposta a nados de aquecimento e de máxima intensidade. **R. bras. Ci. e Mov** 2013;21(1):98-106.

Cristiano C. de Matos¹
Flávio Antônio de S. Castro¹

¹Universidade Federal do Rio Grande do Sul

RESUMO: Os objetivos do presente estudo foram (1) verificar as concentrações de lactato no sangue e sua variabilidade em resposta à intensidade característica de aquecimento e em resposta à máxima intensidade de nado; (2) verificar o comportamento das concentrações de lactato ao longo do tempo, e (3) testar a correlação entre valores de pico de concentração de lactato com o desempenho em 200 m nado *crawl*. Participaram 13 nadadores competitivos, com experiência de, no mínimo, 4 anos na modalidade. Foram obtidas amostras de sangue arterializado que foram analisadas com aparelho portátil para mensuração de lactato Accusport (Roche) em quatro momentos distintos: após 15 min de repouso em decúbito dorsal (M1), após 800 m nadados em intensidade de aquecimento (M2), um (M3) e três minutos (M4) após 200 m nadados em máxima intensidade no estilo *crawl*. O desempenho na distância de 200 m foi transformado em unidades pontuais (DESP) a fim de comparação com outros estudos. Os resultados apontaram para maiores concentrações de lactato em M3 e M4 em comparação à M1 e M2). Alta variabilidade inter e intra-indivíduos foi verificada. Nenhuma correlação entre desempenho e concentração de lactato sanguíneo foi encontrada. As diferenças inter individuais devem ser levadas em consideração quando se busca estudar o metabolismo energético em natação.

Palavras-chave: Natação; Avaliação; Treinamento.

ABSTRACT: The objectives of this study were (1) to verify the concentrations of lactate in the blood and its variability in response to the characteristic intensity of warming up and response to maximum intensity in swim, (2) to verify the behavior of lactate concentrations over time, and (3) to test the correlation between peak values of lactate concentration and performance in 200 m crawl. Subjects were 13 competitive swimmers, with experience of at least four years in the sport. Samples of arterial blood were obtained and analyzed through a portable device for lactate measurement Accusport (Roche) from four different times: after 15 min rest in the supine position (M1), after 800 m intensity heating swimming (M2), one (M3) and three minutes (M4) after a 200 m at maximum intensity swimming in front crawl stroke. The performance at the distance of 200 m was transformed on units (DESP) to compare to other studies. The results pointed to higher lactate concentration values in M3 and M4 when compared to M1 and M2. High variability within and between individuals were found. None correlation between performance and blood lactate concentration was found. The inter-individual differences should be taken into consideration when seeking to study energy metabolism in swimming.

Key Words: Swimming; Evaluation; Training.

Enviado em: 18/09/2012
Aceito em: 21/01/2013

Contato: Cristiano Cardoso de Matos - cristiano_cmatos@yahoo.com.br

Introdução

A fim de que o nadador consiga, durante sua prova, a manutenção da melhor técnica (relacionada à alta velocidade de nado e à longa distância percorrida por ciclo de braçada) para o melhor desempenho, as condições fisiológicas devem ser adequadas. Essas condições estão relacionadas à capacidade de fornecimento de energia para o adequado nível de contração muscular, o que pode ser avaliado pelo consumo de oxigênio (VO_2) e pela concentração de lactato sanguíneo ([LA])¹. Além disso, assume-se que treinadores e nadadores devem compreender o perfil metabólico de cada evento competitivo (distância nadada em determinados tempo e intensidade) e como incrementar os pontos mais fracos, a fim de desenvolver, de modo efetivo e específico para determinada prova, o programa de treinamento².

Natação competitiva, em piscina, é composta por provas nos quatro estilos olímpicos (livre, costas, peito e borboleta), envolvendo distâncias que variam dos 50 aos 1500 m. De modo mais específico, a prova de 200 m nado livre, devido a suas características metabólicas com grande participação do sistema glicolítico³, que estaria relacionado a altos níveis de fadiga, apresenta uma condição de desafio tanto para o técnico, quanto para o nadador. De acordo com Toussaint e Hollander⁴, o sistema metabólico glicolítico resulta, após a quebra da molécula de glicogênio, em liberação de energia para a ressíntese de ATP, principalmente, e, ao mesmo tempo, produção de ácido láctico, rapidamente transformado em lactato e levado à corrente sanguínea. Toussaint⁵ relatam que eventos competitivos em piscina envolvem contribuição anaeróbia no fornecimento de energia de 80%, ou mais, em provas de 50 e 100 m e, em provas de 400 a 1500 m, a contribuição do metabolismo aeróbio passa a predominar. Ou seja, a prova de 200 m, devido a sua duração, seria intermediária em relação às contribuições metabólicas.

Para Sawka⁶ e Vescovi⁷ mais altas concentrações de lactato sanguíneo têm sido registradas, em natação competitiva, após as provas de 100 e 200 m. Segundo Avlonitou⁸, durante um evento desportivo, entre 1 e 4

minutos de duração, a habilidade de produzir e sustentar altos níveis de lactato sanguíneo tem sido associada ao desempenho atlético de sucesso, sugerindo que a capacidade de produzir altos níveis de lactato é, provavelmente, adquirida pelo processo de treinamento. No entanto, Vilas-Boas⁹ relatam que a concentração de lactato sanguíneo é utilizada como indicador da deterioração do ambiente fisiológico, que, ao apresentar acidose, estará sujeito à fadiga. Conforme Keskinen¹⁰, a concentração de lactato no sangue é o resultado do aumento desse sal no sangue contra a sua eliminação e é também comumente utilizada para determinar a intensidade de nado. A diferença entre a concentração de lactato no sangue durante o exercício e a recuperação está relacionada com a sua produção, liberação, captação e oxidação pelas estruturas hepática e musculares (estriado cardíaco e esquelético)¹¹.

A verificação das concentrações de lactato sanguíneo, em resposta ao exercício, vem sendo utilizada com diversos objetivos em natação: determinação invasiva do limiar anaeróbio¹²⁻¹³, efeitos fisiológicos do treinamento^{7,14-17}, análise de exercícios de natação simulados em ergômetros específicos^{17,18}, respostas fisiológicas ao esforço máximo¹⁹ e predição do rendimento²⁰. De acordo com Whitebread²¹, a medida do declínio do lactato sanguíneo pode indicar um índice de treinamento ou de capacidade para desempenho em exercício de resistência. Este conceito tem obtido popularidade, como evidenciado por técnicos e atletas que utilizam as medidas de lactato sanguíneo pós-exercício a fim de avaliar o condicionamento e o progresso nos seus programas de treinamento para incremento da resistência. As adaptações obtidas com o treinamento de resistência possibilitariam: (a) incremento do metabolismo oxidativo, (b) incremento da atividade das enzimas piruvato-deidrogenase e malato-aspartato e (c) deslocamento da isoenzima lactato-deidrogenase de sua isoforma muscular para sua isoforma cardíaca, tais adaptações são capazes de acelerar a metabolização do lactato.

Por outro lado, as medidas das concentrações de lactato sanguíneo podem sofrer influência do (1) momento de medida, do (2) equipamento utilizado e das

(3) características individuais relativas tanto ao nível de condicionamento, quanto às diferenças genéticas e metabólicas dos indivíduos. Estes fatores devem levar a variações inter e intra-individuais nos valores de concentração e no modo como esses valores mudam ao longo do tempo, em resposta a diferentes intensidades de exercício.

Deste modo, os objetivos do presente estudo são de (1) verificar as concentrações de lactato no sangue e sua variabilidade em resposta à intensidade característica de aquecimento e em resposta à máxima intensidade de nado; (2) verificar o comportamento dos dados ao longo do tempo, e (3) e testar a correlação entre os valores de pico de concentração com o desempenho em 200 m nado *crawl*. O conhecimento à respeito da variabilidade do lactato sanguíneo deveria ser levado em consideração nas análises que treinadores de diferentes modalidades, em especial a natação, realizam a fim de monitorar os efeitos do treinamento em seus atletas.

Materiais e Métodos

O projeto que deu origem a este estudo foi avaliado pelo comitê de ética em pesquisa da Universidade onde foi realizado, tendo sido aprovado sob registro número 2007691. A amostra foi composta por 13 indivíduos do sexo masculino (idade: $18,3 \pm 2,9$ anos; estatura: $175,1 \pm 5,7$ cm; envergadura: $181,8 \pm 7,0$ cm e massa corporal total: $67,1 \pm 6,4$ kg). Os participantes eram de quatro equipes filiadas à Confederação Brasileira de Desportos Aquáticos e estavam treinando normalmente, sem interrupções, entre dois e três meses desde o início da temporada, após as férias de verão, todos em um período de acumulação de treino, com predomínio de treino de resistência aeróbica, com grandes volumes e baixas a médias intensidades. Quando das avaliações, os participantes realizavam entre cinco e nove sessões de treinamento semanais (nove participantes realizavam seis sessões semanais), totalizando, em média, por semana, 37 ± 7 km de natação. A média de melhor resultado dos participantes deste estudo, até a data das avaliações, na prova de 200 m nado livre, em piscina de 25 m, era de $126,2 \pm 2,9$ s. Todos os indivíduos

receberam instrução de, nas 24h prévias à coleta de dados, não realizarem esforços intensos, não consumirem bebidas com cafeína e/ou álcool e realizassem as refeições normalmente.

Foram definidas como variáveis de controle, deste estudo, a temperatura da água da piscina onde foram realizados os testes (entre 30,2 e 31,3°C) e a hora do dia de realização dos mesmos, todos no turno da manhã, entre 8h30min e as 12h. Variáveis intervenientes deste estudo foram o nível de condicionamento dos participantes, relacionado aos treinamentos realizados à época das coletas de dados e o nível de motivação dos mesmos em realizar um esforço máximo fora de competição.

O desempenho na distância de 200m (DES) foi expresso em segundos, tendo o tempo sido controlado por dois experientes cronometristas. A variável DES foi transformada em unidades pontuais (DESP) a fim de comparação com outros estudos. Para tal, o recorde mundial da prova, em piscina de 25m, à época do estudo (www.fina.org), foi assumido como 1000 pontos. Uma regra de três simples, então, foi aplicada para cada resultado individual de 200m¹⁹.

Para a obtenção dos valores de lactato sanguíneo foram utilizados: aparelho portátil para mensuração de lactato (Accutrend Plus - Cobas Roche – Alemanha); fitas para coleta de sangue (Roche); lancetas; álcool; papel-toalha; luvas cirúrgicas. O protocolo de avaliação foi aplicado em piscina de 25m. Após um período de repouso (15min), à borda da piscina, os nadadores realizaram aquecimento nadando 800m (duração de 720 a 900s) em baixa intensidade, após realizaram um teste máximo de 200m, no estilo *crawl*. As coletas de sangue para verificação das concentrações de lactato foram realizadas em quatro momentos: após permanecer 15min em repouso na posição de decúbito dorsal, sobre um colchonete, à borda de piscina: momento 1 (M1); imediatamente após (não mais do que 30s) a execução de 800m em baixa intensidade, característica subjetiva de aquecimento realizado previamente a uma competição: momento 2 (M2); e 1 e 3min após repetição máxima de 200m nado *crawl*: respectivamente M3 e M4. Em todas as coletas obtinha-se uma amostra de sangue da extremidade

distal do dedo indicador da mão esquerda do nadador para a leitura pelo lactímetro.

A análise estatística contou com o cálculo das médias, dos desvios-padrão e do coeficiente de variação dos dados, cuja normalidade foi verificada com o teste de Shapiro-Wilk. A análise da esfericidade foi realizada com o teste de Mauchly. A comparação entre os valores das concentrações de lactato foi realizada com uma ANOVA para medidas repetidas. Os efeitos principais foram verificados com a aplicação de um teste de Bonferroni. De modo complementar, a estatística ETA^2 foi realizada a fim de explicar a variância dos dados da variável dependente em relação aos momentos de análise. A fim de se verificar se as mudanças nas concentrações de lactato eram similares entre os participantes, análise das correlações entre os valores de lactato ao longo do tempo foi realizada com a aplicação do Índice de Correlação Intraclass. As correlações entre os valores mínimo e

máximo de concentração de lactato com o desempenho foi verificada com a aplicação do teste de Correlação Linear Produto-Momento de Pearson. Os cálculos foram realizados no programa SPSS v. 15.0 e o nível de significância foi estabelecido em 5%.

Resultados

Os nadadores apresentaram desempenho médio nos 200m de $130,0 \pm 2,8\text{s}$ (correspondendo a 2min e 10s utilizando a média como representativa do tempo total da amostra), este tempo, em pontos, correspondeu à $712,6 \pm 28$ pontos, sendo 1000 pontos o recorde mundial da prova à época das coletas. As concentrações de lactato sanguíneo, em média, desvio-padrão e coeficiente de variação, identificadas após 15min de repouso (M1), após aquecimento (M2) e 1 e 3min após o teste de 200 (respectivamente M3 e M4) são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Concentrações de lactato sanguíneo ($\text{mmol} \cdot \text{l}^{-1}$) nos momentos após 15min de repouso (M1) após aquecimento (M2), e após 200m em máxima intensidade: 1min (M3) e 3min (M4); $n = 13$

	M1	M2	M3	M4
Média ($\text{mmol} \cdot \text{l}^{-1}$)	3,05 *	2,2 *	10,1	9,7
Desvio-padrão ($\text{mmol} \cdot \text{l}^{-1}$)	1,1	0,6	3,0	3,5
Coeficiente de variação (%)	38,1	27,5	30,2	36,7

* indica diferenças para M3 e M4; ($p < 0,05$)

Diferenças foram encontradas entre as concentrações de lactato sanguíneo ($F(3; 36) = 73,4$; $p < 0,001$; $\text{eta}^2 = 0,86$; poder observado = 1,0). Independente do momento, a média de menor valor de [LA] antes da execução dos 200m (considerados os valores obtidos em M1 e M2) foi de $2,01 \pm 0,5 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$ e, independente do momento, após os 200m (considerados os valores obtidos em M3 e M4), a média de maior valor de [LA] foi de $11,6 \pm 1,6 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$. A Figura 1 apresenta a análise das mudanças individuais dos dados de [LA] ao longo do

tempo desde M1 até M4, cada sujeito está representando por uma linha, de S1 a S13.

A Tabela 2 apresenta os resultados dos coeficientes de correlação intraclass, calculados entre os valores de [LA] oriundos dos diferentes momentos de coleta, conforme apresentado na Figura 1.

Não foram encontradas correlações entre o desempenho na prova de 200m e os valores mínimos (antes da execução da repetição máxima) e máximos (após a execução da repetição máxima) de [LA].

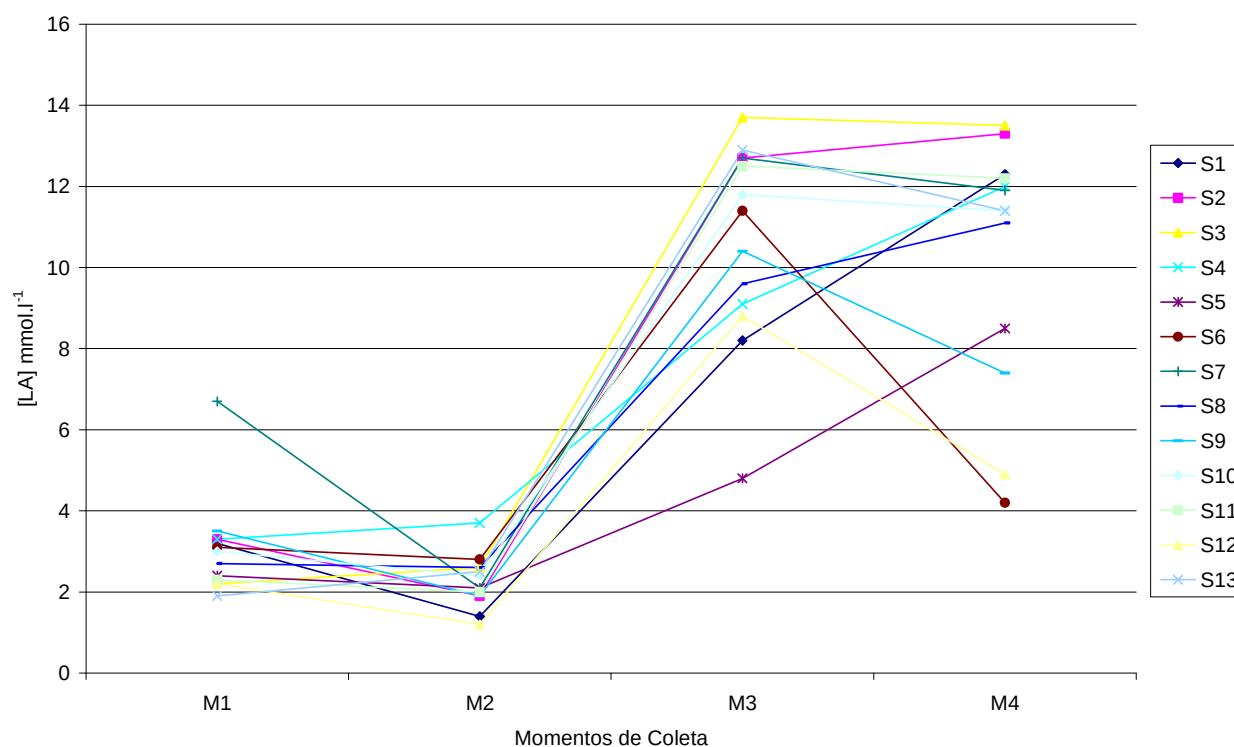


Figura 1. Comportamento individual da concentração de lactato sanguíneo ($\text{mmol} \cdot \text{l}^{-1}$) nos momentos pós 15min de repouso (M1), pós-aquecimento (M2), pós 200 m em máxima intensidade: 1min (M3) e 3min (M4); $n = 13$ (S1 a S13: sujeito 1 a sujeito 13)

Tabela 2. Resultados da análise dos coeficientes de correlação intraclass (CCI) e respectivos limites inferior e superior do intervalo de confiança e nível de significância, aplicados nos valores de [LA] obtidos ao longo dos quatro momentos do estudo (M1 a M4), $n = 13$

	M1 a M4	M1-M2	M2-M3	M3-M4
CCI	0,030	-0,12;	0,007	0,384
Intervalo de confiança 95%	-0,014; 0,153	-0,378; 0,468	-0,026; 0,102	-0,218; 0,765
<i>p</i>	0,081	0,508	0,936	0,098

Discussão

Mais importante que os próprios valores de [LA], cujos resultados dependentes de diferentes intensidades de exercício são bem conhecidos²¹, a variabilidade inter-indivíduos merece ainda atenção de pesquisadores, professores e treinadores devido às possibilidades de melhor compreensão das respostas individuais às mesmas intensidades. Resultados apresentados na Tabela 1 mostram, de modo geral, menores valores de [LA] pré e pós-aquecimento (M1 e M2), quando comparados aos valores pós 200m (M3 e M4). Entre os momentos M1 e M2 ocorreu o aquecimento realizado

em nado de baixa intensidade, já entre os momentos M3 e M4, houve apenas 2min em repouso passivo. Entre os momentos M2 e M3 os nadadores realizaram o teste de 200m em máxima intensidade, cujo tempo médio de 130s caracteriza o esforço, em relação à contribuição metabólica²², com, aproximadamente, 40% de contribuição anaeróbia e 60% de contribuição aeróbia, o que gerou o incremento de [LA]. Pode-se verificar que aproximadamente 86% da variância da [LA] neste estudo é explicada pelos momentos de coleta ($\eta^2 = 0,86$).

Na comparação entre os dados de percentual de variação de [LA] (Tabela 1), pode-se observar um decréscimo de M1 para M2 e um incremento de M3 para M4. Ou seja, havia maior variabilidade dos dados de [LA] após 15min de descanso passivo em comparação à situação após 800m nadados em baixa intensidade (aproximadamente 13min de duração) e maior variabilidade dos dados de [LA] 3min após o esforço máximo em comparação à situação 1 min após o esforço máximo. Esses resultados são devidos à, provavelmente, efeito diferenciado sobre o metabolismo individual de lactato em resposta à nado de baixa intensidade e, ainda, às diferenças interindividuais sobre o metabolismo do lactato sanguíneo após o esforço máximo. As baixas [LA] pós-aquecimento ($2,2 \pm 0,6$), estaria relacionada com a baixa intensidade executada durante o mesmo. Intensidades de aquecimento entre 40 e 60% do VO_2 máximo demonstram causar mínima diminuição dos fosfatos de alta energia, aumentando a temperatura muscular e causando melhora do desempenho em curto prazo²³. A diminuição desse valor também estaria relacionada à capacidade aeróbia dos indivíduos, facilitando os processos de remoção de lactato residual²¹. Aquecimento realizado por longos períodos e/ou com intensidades muito elevadas está correlacionado com a diminuição do conteúdo de glicogênio muscular e diminuição da capacidade de armazenar calor²⁴, o que, provavelmente, não foi o caso da situação de aquecimento deste estudo.

O aquecimento tem a finalidade de adequar o corpo do atleta para futuras exigências (desempenho de alta intensidade); preparando-o fisiologicamente por meio de incremento da temperatura muscular, sensibilidade do músculo a alguns substratos, redução do déficit de oxigênio, aumento das reações musculares oxidativas, aumento da vasodilatação, aumento do fluxo sanguíneo muscular, aumentos na glicogenólise muscular, glicólise, e concentração de fosfatos de alta energia durante o exercício entre outros^{22,25,26}. Provavelmente esses efeitos foram capazes de reduzir a variação interindividual de [LA] observada pelos coeficientes de variação e entre M1 e M2. Por outro lado, quando

comparados os percentuais de variação após o esforço máximo (M3 e M4), pode-se verificar o incremento da variação após o descanso passivo, ou seja, os indivíduos apresentam diferentes capacidades metabólicas em relação à [LA] após descanso passivo.

Quando analisados os comportamentos intraindividuais (Figura 1 e Tabela 2), pode-se verificar que há alta variabilidade no comportamento das concentrações de lactato. De acordo com análise visual da Figura 1, e confirmado pelos resultados do coeficiente de correlação intraclassa (Tabela 2), houve muitos cruzamentos entre os indivíduos entre os momentos, ou seja, aquele indivíduo que, em determinado momento, apresentava o maior valor de [LA], não apresentava esta situação no momento seguinte, por exemplo. Esses resultados indicam uma alta variabilidade inter-indivíduo. O maior valor de CCI encontrado foi entre M3 e M4 - 0,384, ainda considerado nível pobre de correlação intra-classe²⁷ mas não significativo.

Em relação à comparação dos valores de pico de concentração de lactato sanguíneo encontrados no presente estudo, com os encontrados em outros estudos, pode se verificar que foram similares aos encontrados por alguns autores^{7,8,28}. No presente estudo foi encontrado um pico máximo de concentração de lactato sanguíneo de $11,6 \pm 1,6 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$ de sangue, independente do momento da coleta (entre M3 e M4). Após a prova de 200m nado livre, em competição, Avlonitou⁸ encontrou, independente do tempo após a realização do esforço, picos de concentração de lactato de $12,7 \pm 1,2 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$ de sangue (coeficiente de variação de 9,4%), para o grupo de nadadores de $21,6 \pm 2,4$ anos de idade e de $11,5 \pm 2,1 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$ de sangue (coeficiente de variação de 918,2%) para o grupo de nadadores de $16,7 \pm 0,5$ anos de idade. Capelli²⁸, em estudo que buscou compreender a participação percentual de cada rota metabólica em esforços máximos de 50, 100 e 200 jardas, nos quatro estilos competitivos, encontraram, entre oito nadadores ($19 \pm 1,2$ anos de idade) valores de $11,4 \pm 1,6 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$ (coeficiente de variação de 14,6%) após esforço

máximo de 200 jardas (183m). Vescovi⁷ analisaram a influencia do sexo, idade e velocidade de nado em relação as [LA] após a realização do nado. Foram avaliados os valores de pico das [LA] de 50 homens e 50 mulheres, média de idade de $20,2 \pm 3,3$ anos, observou-se para os 50m valores de $9,1 \pm 1,9 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$, 100 m $13,9 \pm 1,9 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$, 200 m $14,0 \pm 1,7 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$, 400 m $12,9 \pm 2,9 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$, 800 m $10,2 \pm 2,1 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$ e 1500 $6,4 \pm 1,6 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$.

Por outro lado, os valores de pico de concentração de lactato encontrados no presente estudo, diferiram daqueles de Pelayo¹⁶ que, analisando os efeitos de 23 semanas de treinamento (13 com predomínio de treinamento aeróbio e 10 com predomínio de treinamento anaeróbio) sobre as [LA], encontraram os seguintes valores nas semanas 1 (em competição), 2 (teste), 6 (teste), 10 (teste), 14 (teste), 18 (teste), 21 (teste) e 23 (competição): $15,8 \pm 1,6$ (10,1%); $17,3 \pm 2,1$ (12,1%); $18,7 \pm 1,0$ (5,3%); $14,9 \pm 1,2$ (8,0%); $18,6 \pm 1,9$ (10,2%); $15,7 \pm 2,6$ (16,5%); $17,8 \pm 2,5$ (14,0%) e $16,6 \pm 2,0$ (12,0%) $\text{mmol} \cdot \text{l}^{-1}$ de sangue. As coletas de sangue do estudo de Pelayo¹⁶ foram realizadas 3min após esforço máximo de 200m nado livre em competição e/ou quatro repetições de 50m, com 10s de intervalo, em máxima intensidade, entre seis nadadores de nível nacional e internacional ($19,5 \pm 1,6$ anos de idade, com média de melhor tempo na prova de 200m nado livre de $116,83 \pm 3,74$ s), sendo estes especialistas nos 200m nado livre. A especialidade dos nadadores pode ser um dos fatores que tenham determinado a diferença entre o presente estudo e o de Pelayo¹⁶, já que os nadadores do presente estudo não eram especialistas em 200m nado livre, mas nadadores competitivos de diferentes especialidades.

Em nenhum dos estudos citados o equipamento utilizado para a dosagem da [LA] foi o mesmo que o utilizado no presente estudo (portátil), o que pode estar relacionado aos sempre maiores valores de coeficiente de variação do presente estudo em comparação à literatura, mesmo que os valores absolutos tenham sido semelhantes.

Os valores de concentração sanguínea de lactato, após esforços máximos competitivos, foram verificados e comparados por Avlonitou⁸. Segundo a autora, o pico de concentração de lactato sanguíneo pode ser um indicador do esforço no exercício, especialmente, em natação, se a prova for de curta duração, como ocorre na maior parte dos eventos de natação. Neste estudo de Avlonitou⁸, os critérios de seleção obedeceram à participação no ranqueamento nacional por categoria e absoluto, e participaram os melhores nadadores do país nas diversas provas. Segundo a autora, os resultados do estudo mostraram que o desempenho em natação, nas distâncias de 100 e 200m, independente do estilo, do sexo e da idade, foi, de maneira significativa, correlacionada positiva e significativamente com o pico de lactato sanguíneo. Este resultado diferiu do presente estudo, que não encontrou qualquer correlação entre desempenho e concentração de lactato. Como a situação de avaliação do presente estudo não era competitiva, embora os nadadores tenham sido altamente estimulados em relação ao esforço, esta limitação, relativa à motivação em executar máximas intensidades, pode ter influenciado os resultados. Além disso, os nadadores do presente estudo, embora competitivos, não estavam entre os melhores do ranking nacional na distância avaliada.

Ainda, em relação ao substrato lactato, segundo Lambert²⁹, além de ser um resíduo do metabolismo, age como um sinalizador, atuando no sistema tele antecipatório (correlaciona-se com alterações de aferentes periféricos, metabólicos, meio externo e experiências adquiridas com exercícios já realizados)¹³ com o intuito de proteger, fazendo com que o sistema nervoso central diminua a intensidade da atividade realizada e o recrutamento de unidades motoras. O lactato também pode ter ação nos centros relacionados à dor no sistema nervoso central e causar a percepções de dor devido à alta intensidade do exercício¹². Em suma, atuando como um mecanismo regulador da intensidade do exercício. No entanto, os resultados encontrados por Posterino³⁰ não indicam que exista uma correlação entre

o acúmulo de lactato no músculo esquelético em atividades intensas com a fadiga muscular.

Conclusão

As concentrações de lactato variam de acordo com a intensidade do nado, ao mesmo tempo em que suas variabilidades, inter e intra-indivíduos, são altas, podendo ser resultado das diferenças metabólicas individuais entre os nadadores e da utilização de equipamento portátil para identificar as concentrações de lactato. Não foram encontradas correlações entre desempenho e concentração de lactato, o que pode ser devido a fatores motivacionais, principalmente.

Ao se analisar valores de lactato em protocolos de avaliação em natação, treinadores devem levar em consideração não apenas o valor absoluto encontrado, mas, principalmente, as condições para obtenção dos valores. Essas condições e seus efeitos diferenciados sobre os indivíduos impedem as comparações entre os diferentes indivíduos e devem ser levadas em consideração quando das comparações entre diferentes momentos de avaliação.

Referências

- Smith D, Norris S, Hogg J. Performance evaluation of swimmers: scientific tools. **Sports Med** 2002;32(9):539-554.
- Ogita F. Energetics in competitive swimming and its application for training. In Villas-Boas JP, Alves F, Marques A. (eds.) **Biomechanics and Medicine in Swimming X**. Porto. **Rev Port Cien Desp** 2006;6(2):117-121.
- Gastin P. Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. **Sports Med** 2001;31(10):725-741.
- Toussaint HM, Hollander AP. Energetics of competitive swimming, Implications for training programmes. **Sports Med** 1994;18(6):384-405.
- Toussaint HM, Wakaioshi K, Hollander P, Ogita F. Simulated front crawl swimming performance related to critical speed and critical power. **Med Sci Sports Exerc** 1998;30(1):144-151.
- Sawka MN, Knowlton RG, Miles DS, Critz JB. Post competition blood lactate concentrations in collegiate swimmers. **Eur J Appl Physiol** 1979;41:93-99.
- Vescovi JD, Falenchuk O, Weils GD. Blood lactate concentration and clearance in elite swimmers during competition. **Int J Sports Physiol Perform** 2011;6:106-117.
- 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.
- Villas-Boas JP, Souto S, Pinto J, Ferreira MI, Duarte M, Silva JVS, et al. Estudo cinemático 3D da afetação da técnica de nado pela fadiga específica da prova de 200 m livres. **Anais do IX Congresso Brasileiro de Biomecânica**. Gramado, 2001; p.31-41.
- Keskinen OP, Keskinen KL, Mero AA. Effect of pool length on blood lactate, heart rate, and velocity in swimming. **Int J Sports Med** 2006;28:407-413.
- Greenwood JD, Moses GE Bernardino FM Gaesser GA Weltman A. Intensity of exercise recovery, blood lactate disappearance, and subsequent swimming performance. **J. sports. sci** 2008;26(1):29-34.
- Olbrecht J, Madsen O, Mader A, Liesen H, Hollmann W. Relationship between swimming velocity and lactic concentration during continuous and intermittent training exercises. **Int J Sports Med** 1985;6(2):74-77.
- Greco CC, Oliveira MFM, Caputo F, Pelarigo JG, Denadai BS. Efeitos do desempenho aeróbico na máxima fase estável de lactato sanguíneo determinada em protocolo intermitente na natação. **Rev Bras Med Esporte** 2010;16(2).
- Kirwan JP, Costill DL, Flynn MG, Mitchell JB, Fink WJ, Neuffer PD, Houmard JA. Physiological responses to successive days of intense training in competitive swimmers. **Med Sci Sports Exerc** 1988;20(3):255-259.
- Wakayoshi K, Yoshida T, Ikuta Y, Miyashita M. Adaptations to six months of aerobic swim training, changes in velocity, stroke rate, stroke length and blood lactate. **Int J Sports Med** 1993;14:268-372.
- Pelayo P, Mijika I, Sidney M, Chatard JC. Blood lactate recovery measurements, training, and performance during a 23-week period of competitive swimming. **Eur J App Physiol** 1996;74:107-113.
- Caputo F, Machado RS, Lucas RD, Denadai BS. Efeitos de oito semanas de treinamento de natação no limiar anaeróbico determinado na piscina e no ergômetro de braço. **Rev Bras Med Esporte** 2002;8(1):7-12.
- Konstantaki M, Swaine IL. Lactate and cardiopulmonary responses to simulate arm-pulling and leg-kicking in collegiate and recreational swimmers. **Int J Sports Med** 1999;20:118-121.
- Avlonitou E, Georgiou E, Douskas G, Louizi A. Estimation of body composition in competitive swimmers by means of three different techniques. **Int J Sports Med** 1997;18:363-368.
- Ribeiro JP, Cadavid, E, Baena J, Mansalvete E, Barna A, Rose EH. Metabolic predictors of middle-distance swimming performance. **Br J Sports Med** 1990;24(3):196-206.

21. Whitebread MT, Boyd JC, Magal M, ESCHBACH LC, Angelopoulos TJ, Zoeller RF. Post-exercise blood lactate decline after training in competitive cyclists and triathletes. **Res Q Exerc Sport** 2005;76(2):238-242.
22. Seto CK, Way CK, O'conor N. Environmental illness in athletes. **Clin Sports Med** 2005; 24:695-718.
23. Bishop D. Warm up II performance changes following active warm up and how to structure the warm up. **Sports Med** 2003;33(7):483-498.
24. Gregson W, Batterham A, Drust B, Cable NT. The effects of pre warming on the metabolic and thermoregulatory responses to prolonged intermittent exercise in moderate ambient temperatures. **J. sports. sci** 2002;20(1):49-50.
25. Febbraio MA, Carey ME, Snow RJ, Stathis CG, Hargreaves M. Influence of elevated muscle temperature on metabolism during intense exercise. **Am. J. Physiol** 1996;271:R1251-1255.
26. Zochowski T, JOHNSON EG, Sleivert GG. Effects of varying post-warm-up recovery time on 200-m time-trial swim performance. **Int J Sports Physiol Perform** 2007;2:201 -211.
27. Müller R, Büttner P. A critical discussion of intraclass correlation coefficients. **Stat Med** 1994;13(23-24):2465-2476.
28. Capelli C, Pendergast D, Termin, B. Energetics of swimming at maximal speed in humans. **Eur J Appl Physiol** 1998;78:385-93.
29. Lambert EV, Gibson ASC, Noakes TD. Complex systems model of fatigue: integrative homeostatic control of peripheral physiological systems during exercise in humans. **Br J Sports Med** 2005;39:52-62.
30. Posterino GS, Dutka TL, Lamb G. L(+)-lactate does not affect twitch and tetanic responses in mechanically skinned mammalian muscle fibers. **Pflugers Arch** 2001;442:197-203.