

HOMEOSTASE E LACTACIDEMIA EM NADADORES JUVENIS DE ALTO RENDIMENTO COM PRETENSÃO À OLIMPÍADA DE 2016

L. S. Ferreira*, C. D. Andrade Júnior*, C. F. Carneiro**e J. C. Bassan*

*Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica UTFPR, Curitiba/PR, Brasil

**Laboratório de Densitometria Óssea e Fisiologia do Exercício, UTFPR, Curitiba/PR, Brasil

E-mail: lucas.sbf@hotmail.com

Resumo: Os estudos de lactacidemia e homeostase dentro da natação apresentam indicadores significativos para a melhora na *performance*, auxiliando na análise das intensidades do esforço físico, suas respostas cardiorrespiratórias, músculo esqueléticas e fisiológicas. A amostra consistiu de 10 nadadores da equipe juvenil de alto rendimento de um clube da cidade de Curitiba, foi realizado uma prova de 200 metros em uma piscina de 25 metros de comprimento e posteriormente coletados os parâmetros bioquímicos através de sangue capilarizado da polpa dos dedos da mão. Foram encontrados resultados estatisticamente significativos para os momentos de pós esforço e após 10 minutos ao teste para o lactato e após 10 minutos de exercício para o pH. Esses parâmetros tendem a ser auxiliares dentro da periodização nas atividades físicas de alto rendimento, tendo a pesquisa como objetivo a análise dos parâmetros bioquímicos em atletas de natação da categoria juvenil.

Palavras-chave: natação, lactato, equilíbrio ácido-básico.

Abstract: *Several studies regarding lactacidemia and homeostasis in swimmers has shown significant improvement in their performance. Analysing the intensities of physical activity, their cardiorespiratory and physiological responses. The sample consisted of 10 swimmers of the youth team at a club in the city of Curitiba. The test was a 200 meters swim and later on was collected capillary blood from the stern of the fingers for biochemical parameters. Statistically significant results were found in the moments of effort, 10 minutes post effort for lactate and after 10 minutes for pH. These parameters tend to be an improvement in the periodization of high performance athletes. The research aim to analyse the biochemical responses in youth athletes.*

Keywords: *swimming, lactate, acid-base balance.*

Introdução

As atividades desportivas de caráter competitivo ou de satisfação pessoal proporcionam um desafio a homeostase do corpo humano [1]. Se tratando de exercício intermitente, o mesmo pode ser caracterizado pela relação entre as intensidades do esforço, já o exercício contínuo procura manter a intensidade durante toda a realização do exercício, ambos proporcionam respostas que estão relacionadas a um aumento do

condicionamento cardiorrespiratório e uma maior oxidação de lipídios como fonte de energia [2].

Durante o exercício físico de alta intensidade o músculo esquelético produz uma quantidade de lactato condizente com o nível da intensidade e de treinamento do atleta [3] [4]. Também existe influência das respostas respiratórias e circulatórias no trabalho muscular, estas são sustentada nos primeiros segundos pela energia do metabolismo anaeróbio. Além de substrato neoglicogênico, o lactato facilita a instalação do trabalho muscular pela sua ação vasodilatadora muscular, estimuladora da frequência cardíaca e da ventilação pulmonar [5]. Além do lactato, outra resposta do exercício físico intenso é o desequilíbrio provocado pelo potencial de membrana do cátion K^+ extracelular tendendo a despolarizar, começando o processo de homeostase, gerando uma menor concentração e diminuindo a excitabilidade muscular [6] [7].

Nesta esteira, monitorar o comportamento do lactato e o distúrbio do equilíbrio ácido-básico tem se demonstrado de suma importância na busca do melhor desempenho desportivo, tendo seus valores dependentes de fatores como gênero, grau de treinamento, especificidade do estilo, distância e intensidade de esforço [8] [11] [12].

Com base em tais informações, ações podem ser planejadas no período de treinamento considerando a intensidade, volume e a recuperação ideal de cada sessão de treinamento [9]. Logo, as alterações bioquímicas e metabólicas, sofridas no metabolismo dos atletas devem ser analisadas e interpretadas com certa cautela, a fim de não cometer erros sobre o estado fisiológico do atleta em decorrência do estresse ocasionado pelas cargas de trabalho do treinamento físico [10].

Logo, o interesse do presente estudo surge da necessidade em responder um problema sobre a contribuição desses marcadores fisiológicos em esportes cíclicos, neste caso a natação. Sendo assim, a pesquisa tem como objetivo a análise dos parâmetros bioquímicos em atletas de natação da categoria juvenil.

Materiais e métodos

Seleção da amostra – A amostra consistiu de 10 nadadores (6 do sexo feminino e 4 do sexo masculino) com melhores resultados da equipe juvenil de alto rendimento de um clube da cidade de Curitiba. Estes

atletas têm como rotina uma média de 9 sessões de treino semanais, divididos em treinos específicos e exercícios resistidos, participando do programa de treinamento a no mínimo 6 anos. O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido foi assinado pelo atleta ou em alguns casos pelo responsável legal por este. Este artigo foi realizado após aprovação de projeto no Comitê de Ética em Pesquisa, de acordo com o CAAE 27951414.0.0000.5223, respeitando as características da modalidade e a periodização de treinamento do atleta.

Estatística– Os dados foram analisados por medidas de posição e dispersão (média e desvio padrão). Para verificar a significância, foi utilizado teste t *student* pareado, considerando 95% de significância. Os valores de referência foram retirados dos próprios atletas contribuindo para uma análise específica do grupo em momentos futuros.

Protocolo de avaliação– A avaliação consistiu em um protocolo que utilizou uma prova simulada de 200 metros em uma piscina de 25 metros de comprimento. Os atletas fizeram o teste após um período médio de aquecimento de 30 minutos, que foi realizado segundo as orientações do técnico.

Coleta sanguínea– Os procedimentos de coleta de sangue foram feitos em uma sala próxima à borda da piscina. Foi coletado sangue capilarizado da polpa dos dedos das mãos, utilizando lanceta descartável esterilizada e capilar com capacidade de 200µl, respeitando as normas descritas por Bishop e Martino [3]. A coleta sanguínea foi feita em cinco momentos. (1) Repouso, antes de o atleta entrar na piscina; (2) Pós-aquecimento de 30 minutos; (3) Pós-esforço, imediatamente após a realização do protocolo; (4) Após 5 minutos corridos do término do protocolo; (5) Após 10 minutos corridos do término do protocolo.

Condições ambientais– Houve o monitoramento da temperatura e umidade do ar. Todos os sujeitos da pesquisa estavam em fase de treinamento. Em função da objetividade do estudo não houve intervenção e controle dos fatores nutricionais, ou seja, se respeitou a rotina normal do atleta.

Resultados

Os resultados de média e desvio padrão expressados a seguir retratam os índices de lactato e pH nos atletas juvenis de natação anteriormente, pós aquecimento e posteriormente ao teste de 200 metros.

As alterações do lactato foram representadas na figura 1. As alterações estatisticamente significativas ($p < 0,05$) ocorreram nos momentos de pós-aquecimento para pós-esforço, e após 5 minutos para após 10 minutos de atividade, as médias seguiram os índices normais de produção e ressíntese de lactato em esportes cíclicos [2] [8] [11] [12] [14]. As variações de pós aquecimento para pós esforço foram de $11,4 \pm 0,6$ para $11,4 \pm 2,2$ e de após 5 minutos para após 10 minutos foram de $11,2 \pm 2,7$ para $9,2 \pm 2,5$. O desvio padrão apresentado no pós esforço tem característica multifatorial, nível de intensidade do esforço, gênero e grau de treinamento [8] [11] [12].

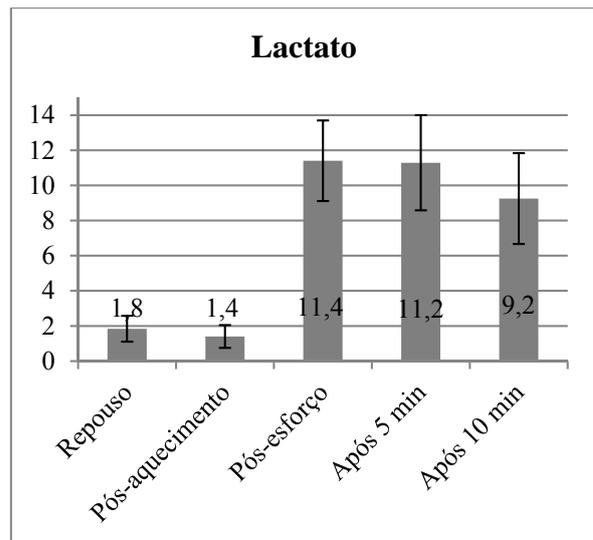


Figura 1: Concentração de Lactato (mmol/L), resultados significativos nos momentos de pós aquecimento para pós esforço e após 5 minutos para após 10 minutos. Índices de média representados numericamente nas colunas.

A variação de pH dos nadadores é apresentada na figura 2. Não houve diferença estatisticamente significativa para a maior parte dos momentos analisados ($p > 0,05$). Entretanto, apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) no momento após 5 minutos para após 10 minutos. As variações expressas foram de $7,2 \pm 0,05$ após 5 minutos para $7,7 \pm 0,05$ para após 10 minutos.

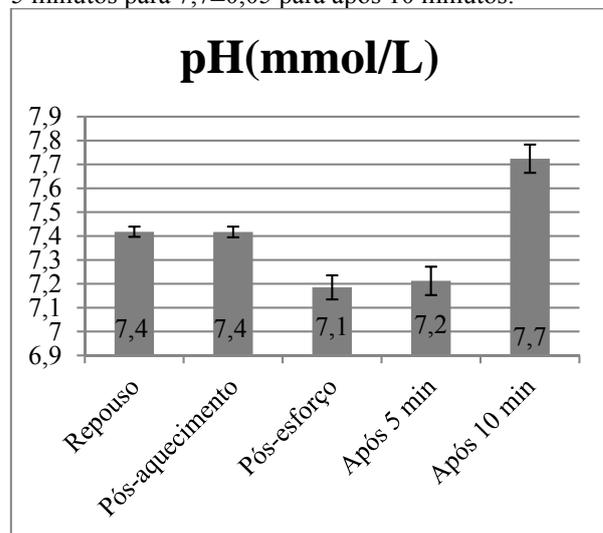


Figura 2: pH (mmol/L), resultados estatisticamente significativos no momento de após 5 minutos para após 10 minutos. Índices de média representados numericamente nas colunas

Os resultados expressos na figura estão dentro dos padrões encontrados na literatura. Para o repouso e pós aquecimento não há alteração em relação ao estado de equilíbrio ácido-básico de 7,4 [1] [8] [9]. Com o acúmulo de lactato proveniente da intensidade do exercício o pH diminui no pós-esforço, após 10 minutos com a diminuição do lactato e o corpo trabalhando para a homeostase o pH se torna alcalino em razão de uma supercompensação [9].

Discussão

Percebe-se que os marcadores bioquímicos, podem ser utilizados como ferramenta sensível para contribuir no ajuste do volume e intensidade do treinamento, a fim de evitar respostas negativas do organismo, devido a não recuperação completa do atleta, o que o levaria a um possível quadro de *overtraining* [3-8]. Neste esteio, marcadores como lactato e pH parecem ser norteadores para o controle da melhora na *performance* dos atletas de alto rendimento [4] [6] [9].

As diferenças nos valores de lactato dependem do nível de treinamento e outros fatores [8] [12]. Em estudo com a mesma faixa etária, atletas entre 12 a 14 anos, foram submetidos a um protocolo para teste de lactato onde deveriam atingir a intensidade de 4 mmol.L^{-1} , após o teste foram aumentadas as sessões de treinamento e realizado um pós teste onde os atletas conseguiram uma diferença estatisticamente significativa, melhorando a *performance* em comparação ao primeiro teste. [11]

O mecanismo de transporte, ressíntese, de lactato é auxiliado pelos altos níveis de CO_2 no sangue e treinamento do atleta. Isto reflete em uma melhor troca e remoção de lactato e conseqüentemente reduz a queda do pH em exercícios de curta duração. [12] [13]. Imediatamente após a realização de 200 m borboleta e nado livre, nadadores entre 17 anos apresentaram resultados de $11,54 \pm 2,3$ para o 200 m borboleta e de $10,42 \pm 1,21$ para o 200 m livre. O tempo para exaustão na velocidade de 4 mmol.L^{-1} relativo a concentração de lactato foi mais curta em indivíduos bem treinados comparando a indivíduos do alto rendimento, isso reflete os diferentes graus de treinamento e reitera a importância da periodização e especificidade no treinamento do atleta. [14]

Existe também um decréscimo na geração de força muscular e este está relacionado a uma diminuição do pH. Os estudos sugerem que uma grande concentração de H^+ muscular pode diminuir a funcionalidade muscular, reduzindo as transições das pontes cruzadas de actina e miosina, reduzindo a velocidade da contração, inibindo as miofibrilas, a enzima ATPase e a taxa de liberação de energia do sistema glicólico [15]. A queda do pH também está ligada a afinidade do cálcio com a troponina, ou seja, a queda do pH interfere no mecanismo do metabolismo contrátil [15] [18].

As informações retiradas do pH podem fornecer dados sobre a função respiratória, bastante solicitada dentro da natação. Um dos fatores que influenciam o equilíbrio ácido-básico é o CO_2 gerado como produto final da respiração celular, tendo alterações de pH na maneira como é eliminado. Para controlar os níveis de pH, o organismo utiliza dentre outros, o sistema de tamponamento [10]. As substâncias tampões adicionam ou subtraem íons de H^+ de acordo com a necessidade orgânica, controlando os níveis de pH. No espaço extracelular, os tampões mais importantes são as proteínas plasmáticas e o bicarbonato, que podem ser

auxiliares na melhora dos nadadores juvenis, enquanto no meio intracelular, a hemoglobina e os fosfatos atuam como tampões [15] [16].

Percebe-se que de todos os sistemas de controle biológicos a bomba de sódio-potássio é um regulador vital para todas as células, ela mantém os níveis de Na^+ e K^+ provendo impulsos necessários para outros transportes entre membranas [6] [16] [17]. A atividade do Na^+ , K-ATPase, é extremamente importante para manter a excitabilidade e capacidade de contração do músculo.

A Lei fisiológica do equilíbrio ácido-básico afirma que o organismo tende a manter o pH do sangue em torno de um valor normal (7,4) [15] [18] [19], representado pela figura 2 nos resultados. Em relação a isto, um fator importante é a interação entre o lactato e o mecanismo ácido-básico, onde o lactato atua como tampão e não somente como um subproduto do catabolismo energético, auxiliando novamente na produção de energia [15] [18].

Conclusão

As individualidades metabólicas e os fatores gênero, grau de treinabilidade, intensidade de esforço e especificidade esportiva tem demonstrado importância para uma melhora no rendimento dos atletas juvenis de natação.

Os resultados obtidos no estudo reiteram a utilização do acompanhamento bioquímico, de níveis de lactato e pH, como auxiliares e norteadores na *performance* de atletas.

É importante ressaltar a dificuldade para treinadores, técnicos e fisiologistas relativo há referências tão específicas na literatura sobre nadadores brasileiros, logo através da análise dos componentes bioquímicos nos atletas estudados, é possível, estabelecer parâmetros de controle, como também elaborar equações referentes as cargas de treinamento que auxiliarão no aumento do desempenho esportivo.

Com os dados obtidos diretamente da especificidade esportiva, o monitoramento sustentado na individualidade biológica do atleta, sem alterações na rotina diária, o trabalho possui fidedignidade e auxilia treinadores e atletas para resultados mais expressivos no rendimento esportivo na modalidade proposta.

Em suma o presente estudo contribui essencialmente para a elaboração de parâmetros individuais e brasileiros, mas também nos leva a conjecturar sobre outros possíveis fatores que interferem no rendimento desportivo tais como, psicologia, recursos ergogênicos e fundamentalmente um aporte multi disciplinar.

Referências

- [1] Wilmore, Jack H; Costill, David L. "Fisiologia do esporte e do exercício". 2.ed. Manole.2013.
- [2] de Lucas, R.D., Deadai, B.S., Greco, C.C; "Respostas fisiológicas durante o exercício contínuo e intermitente: implicações para a avaliação e a prescrição do

- treinamento aeróbio". Motriz, Rio Claro, v.15 n.4 p.810-820, out./dez. 2009.
- [3] Petibois, C.; Deleris, G. "Fourier-transform infrared spectrometry determination of the metabolic changes during a maximal 400-meter swimming test." *International Journal Sports Medicine* 24, 313-319. 2003.
- [4] Bishop, P.E; Martino, M; "Blood lactate measurement in recovery as adjunct to training: practical considerations". *Sports Medicine* 16(1): 5-13. 1993.
- [5] Nunan, D. "Development of a sports specific aerobic capacity test for Karate: a pilot study." *Journal of Sports Science and Medicine*. Bursa, v.5, p. 47-53, 2006.
- [6] Broch-Lips, M., de Paoli, F. Pedersen, T. H. Nielsen, O. B. Nielsen, O. B. Pedersen, T. H. de Paoli, F. Broch-Lips, Benziane, B. Chibalin, A. V. Pirkmajer, S. McKenna, M. J. Goodman, C. A. "Commentaries on viewpoint: maximal Na(+)-K(+)-ATPase activity is upregulated in association with muscle activity." *J Appl Physiol* (1985) 112(12): 2124-2126. (2012)
- [7] Green, H. J. Duhamel, T. A. Smith, I. C. Rich, S. M. Thomas, M. M. Ouyang, J. Yau, J. E. "Muscle fatigue and excitation-contraction coupling responses following a session of prolonged cycling." *Acta Physiol (Oxf)* 203(4): 441-455. (2011)
- [8] Benjamin H, Niklas B, Dieter B. The influence of sex, stroke and distance on the lactate characteristics in high performance swimming. *Plosone*. 2013.8;10.
- [9] Freitas, D.S.; Miranda, R.; Bara Filho, M. "Marcadores psicológico, fisiológico e bioquímico para determinação dos efeitos da carga de treino e do overtraining." *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*. 11(4):457-465. 2009.
- [10] Bhattarai, T., Bhattacharya, K. Chaudhuri, P. Sengupta, P. "Correlation of common biochemical markers for bone turnover, serum calcium, and alkaline phosphatase in post-menopausal women." *Malays J Med Sci* 21(1): 58-61. (2014)
- [11] Argyris GT, Aikaterini PT, Ilias GS, Helen TD, Savvas PT. Training-induced changes on blood lactate profile and critical velocity in young swimmers. *Journal of Strength and Conditioning research*. 2011. 25;6.
- [12] Jaime H, Alvaro Z, Diego C, Miguel L, Jair B. Effect of active versus passive recovery on performance in triathlon swimming competition. *Sports Health: A multidisciplinary approach*. 2013.
- [13] Gregorie PM, Roels B, Schmitt L, Worrans X, Richalet JP. Combining hypoxic methods for peak performance. *Sports Medicine*. 2010.40(1):1-25.
- [14] Jordan SC, Cristina G, Jon I, Iraia BL, Jon ZL, Susana M. Tempo para exaustão no acúmulo de lactato sanguíneo em corredores com diferentes habilidades atléticas. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. 2013. 19;4.
- [15] Gladden. L.B. "Lactate metabolism: a new paradigm for the third millennium". *Journal Physiol* 558.1, 2004.
- [16] Zhao, C., Zhang, J. Li, K. Yang, J. Yu, H. Duan, S. Jiang, K. Li, X. "Beta-Catenin regulates membrane potential in muscle cells by regulating the alpha2 subunit of Na,K-ATPase." *Eur J Neurosci*. (2014)
- [17] Mori, S.; Ohtani, Y.; Imanaka, K. "Reaction times and anticipatory skills of karate athletes." *Human Movement Science*. Amsterdam, 21(2):2013-230, 2002.
- [18] Bassan, J.C.; "Determinación de patrones bioquímico en el deporte de combate de alto rendimiento". Tese (Doutorado em Ciências da Saúde e Esporte) Universidad Católica San Antonio, Murcia, Espanha, 2007.
- [19] Radzyukevich, T. L., Neumann, J. C. Rindler, T. N. Oshiro, N. Goldhamer, D. J. Lingrel, J. B. Heiny, J. A. "Tissue-specific role of the Na,K-ATPase alpha2 isozyme in skeletal muscle." *J Biol Chem* 288(2): 1226-1237. (2013)