

RESPOSTA DA FREQUÊNCIA CARDÍACA E DA CONCENTRAÇÃO DE LACTATO APÓS CADA SEGMENTO DO TRIATHLON OLÍMPICO



HEART RATE AND BLOOD LACTATE CONCENTRATION RESPONSE AFTER EACH SEGMENT OF THE OLYMPIC TRIATHLON EVENT

Renata Fiedler Lopes^{1,2}
Raul Osiecki¹
Luis Manuel Pinto Lopes Rama²

1. CEPEFIS – Centro de Estudos da Performance Física, Universidade Federal do Paraná – Curitiba, PR, Brasil.

2. Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física, Universidade de Coimbra – Coimbra, Portugal.

Correspondência:

Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física, Estádio Universitário Coimbra Pavilhão-III, 3040-156 Coimbra, Portugal
E-mail: refiedlerlopes@gmail.com

RESUMO

Introdução: As respostas fisiológicas de cada uma das modalidades envolvidas no triathlon são diferentes. Cargas de treino poderiam ser melhores prescritas se consideradas as individualidades fisiológicas de cada segmento para cada atleta. **Objetivo:** Observar o comportamento das variáveis fisiológicas, frequência cardíaca (FC) e concentração de lactato sanguíneo, antes e depois de cada segmento do triathlon: natação, ciclismo e corrida. **Métodos:** Doze atletas do sexo masculino cumpriram uma prova de triathlon com distância olímpica. Coletas de sangue da polpa digital foram feitas antes do início da prova, após a natação, após o ciclismo, após a corrida e, ainda, uma hora após a prova. Cada atleta foi monitorizado com frequencímetro (Polar® S610) durante toda a prova. Análises estatísticas foram realizadas através da correlação de Spearman e teste de Wilcoxon para amostras não paramétricas ($p < 0,05$). **Resultados:** Nesta pesquisa, a maior intensidade foi registrada, em ambos os parâmetros fisiológicos, durante o ciclismo (86,3% da frequência cardíaca máxima ($FC_{máx}$); 6,98mmol), seguida pela natação (85,2% $FC_{máx}$; 5,75mmol) e corrida (83,6% $FC_{máx}$; 4,47mmol), respectivamente. **Conclusão:** Conclui-se que a prescrição da carga de treino para o triathlon será mais eficiente se baseada nas respostas fisiológicas (FC e o lactato sanguíneo) individuais de cada modalidade.

Palavras-chave: natação, ciclismo, corrida, sangue, monitoração cardíaca.

ABSTRACT

Introduction: The physiological responses of each part of Triathlon are different; better training loads could be prescribed for athletes considering each segment of this sport. **Objective:** The purpose of this study was to investigate the behavior of physiological variables – heart rate and blood lactate concentration – before the event, after each segment of an Olympic Triathlon: swimming, cycling and running, and after recovery time. **Methods:** The sample included twelve male triathletes who participated in a triathlon event with Olympic distance. Capillary blood samples were taken from the fingertip in the beginning of the event (pre-event), after each segment (swimming, cycling, running) and after 1 hour of recovery. Each athlete was monitored during the entire event by a heart rate monitor (Polar® S610). Statistical procedures included: Spearman correlations and Wilcoxon non parametric tests ($p < 0.05$). **Results:** The study results showed that the highest intensity was reached during cycling (HR_{max} : 86.3%; Lac: 6.98 mmol/L) in both physiological parameters, followed by swimming (HR_{max} : 85.2%, Lac: 5.75 mmol/L) and running (HR_{max} : 83.6%, lac: 4.47mmol), respectively. **Conclusions:** Training load prescription based on different physiological markers responses – such as heart rate and blood lactate concentration – of each triathlon segment will be more efficient for the Olympic triathlon demands.

Keywords: swimming, cycling, running, blood, cardiac monitoring.

INTRODUÇÃO

Em desportos de longa duração é frequente a utilização da frequência cardíaca (FC) na prescrição da carga de treino. Este parâmetro fisiológico tem sido assumido como um bom marcador da intensidade do treino, constituindo um método simples de monitorização do treino para atletas e treinadores¹.

Outro indicador frequentemente utilizado neste âmbito é a resposta da concentração de lactato sanguíneo. Esse marcador mostra-se eficiente no controle do treino, e a partir de valores fixos pode-se avaliar o desempenho dos atletas em diferentes momentos e ajustar a exigência imposta pela carga de treino. Apesar de ser reconhecido o comportamento individual na cinética da acumulação de lactato, neste

estudo assumiremos em concordância com Sjodin e Jacobs² o valor fixo igual a 4,0mmol/L (OBLA – Onset Blood Lactate Accumulation). Muitos autores³⁻⁵ consideram esse valor fixo como o ponto de quebra do equilíbrio da produção/remoção de lactato, o que conduz ao aumento da sua concentração no sangue (*anaerobic threshold*).

A associação destes dois parâmetros – frequência cardíaca e concentração de lactato sanguíneo – poderá constituir um instrumento importante no controle das cargas de treino. Alguns estudos sustentam a relação entre essas duas variáveis na adequação do processo durante a temporada de treino e em competições em diversas modalidades, como em esquetistas⁶, ciclistas^{7,8}, corredores^{9,10} e pilotos de automobilismo¹¹.

O propósito do nosso estudo foi observar se há relação direta entre as intensidades do exercício e as variáveis fisiológicas de predição de esforço durante uma prova de triathlon olímpico, relacionando os valores de frequência cardíaca e concentração de lactato sanguíneo após a realização de cada um dos segmentos-modalidade: natação, ciclismo e corrida.

MÉTODOS

A amostra foi composta por 12 triatletas brasileiros do sexo masculino com envolvimento de, no mínimo, dois anos de treino sistemático, participantes em competições oficiais promovidas pela Confederação Brasileira de Triathlon com distância olímpica. Os doze atletas (média (EP) de idade 27,9 (1,73) anos, peso 73,88 (2,16) kg, estatura 177,9 (1,73) cm e % de gordura 7,3 (0,55) %) realizaram uma prova de triathlon com distâncias equivalentes a um triathlon olímpico (1.500m de natação, 40km de ciclismo e 10km de corrida).

O protocolo experimental foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Federal do Paraná, de acordo com a Declaração de Helsinki (1975) para experimentação com seres humanos, e todos os atletas assinaram um termo de consentimento de responsabilidade e anonimato antes de realizarem as avaliações.

Teste laboratorial

A frequência cardíaca máxima individual ($FC_{máx}$) foi determinada em laboratório. Utilizou-se um protocolo de esforço progressivo em esteira que consistiu na realização de patamares de dois minutos de esforço iniciando, com uma velocidade de 6km/h com incrementos de 1km/h a cada patamar e 1% de inclinação constante. Todos os atletas atingiram um coeficiente respiratório superior a 1,0 ao final do teste máximo. Para a obtenção da resposta da FC todos os atletas foram monitorados por um frequencímetro Polar® S610.

Teste em campo

O segmento da prova de natação decorreu em uma piscina coberta e aquecida (27°C) de dimensões olímpicas (50m), o ciclismo e a corrida foram realizados ao ar livre, o primeiro em um circuito fechado de 2.100m e o segundo, em uma pista de atletismo de 400m. A amplitude térmica ambiente foi de: mínima de 18,2°C e máxima de 25°C, e umidade relativa do ar foi 77,1%.

Foram realizadas coletas de sangue antes do início da prova (pré-prova), após a natação, depois do ciclismo, após a corrida e, ainda, uma hora após a prova. Em cada uma das cinco coletas foram colhidos 25µl de sangue da polpa digital.

O sangue foi retirado da polpa digital através de um tubo capilar heparinizado calibrado para 25µl, transferido imediatamente para tubos de plástico com tampa (Ependorf) contendo 50µl de fluoreto de sódio a 1%. As amostras foram analisadas num analisador de lactato da marca YSP 1500 STAT®.

Durante a realização do protocolo todos os atletas estavam equipados com um frequencímetro, da marca Polar® S610, programado para gravar e armazenar os dados a cada cinco segundos de esforço.

Não foi permitido nenhum tipo de alimentação ou suplementação calórica durante a prova, como forma de reduzir a existência de fatores contaminadores dos resultados. Somente a água era disponibilizada durante o ciclismo e corrida, *ad libitum*.

Procedimentos estatísticos

Os dados foram expressos em média e erro padrão. Devido à dimensão da amostra e o fato de não poder ser assegurada a normalidade de distribuição em todas as variáveis através do teste de

Shapiro-Wilk, determinou-se a utilização do teste não paramétrico de Wilcoxon, com a aceitação de um nível de significância de $p < 0,05$. As variáveis estudadas foram correlacionadas entre si através da correlação não paramétrica de Spearman ($p < 0,05$). As análises foram realizadas através do pacote estatístico computacional SPSS versão 13.0 para Windows.

RESULTADOS

O triathlon olímpico exige aos atletas a exibição de capacidades físicas elevadas por um período de mais de duas horas. Neste estudo o tempo total médio de prova foi de 2h12min31seg, sendo que, deste tempo total, 23min19s foram gastos na natação, 1h02min21s durante o ciclismo e 47min31seg na corrida.

O objetivo principal deste estudo é analisar o comportamento de algumas variáveis que mostram uma relação direta com o desempenho de uma prova de triathlon olímpico.

O teste de esforço máximo permitiu a determinação da frequência cardíaca máxima, e, a partir de tais valores, diagnosticar o percentual de esforço durante a prova de triathlon olímpico (tabela 1).

Os resultados da FC revelam que a maior intensidade foi atingida durante o ciclismo, seguida pela natação e pela corrida. Essa intensidade mostrou-se diferente significativamente entre o ciclismo e a corrida ($p < 0,05$).

Todas as frequências cardíacas mostram-se altamente correlacionadas, isto é, os atletas que tiveram valores absolutos mais elevados na natação também demonstraram frequências cardíacas mais altas no ciclismo (0,825, $p < 0,01$) e na corrida (0,681, $p < 0,05$); assim como entre o ciclismo e a corrida (0,869, $p < 0,01$).

Na tabela 2 estão descritos os valores absolutos da concentração de lactato imediatamente antes da prova, e após cada um dos segmentos do triathlon e após uma hora de recuperação.

Os valores de lactato pré-prova mostraram-se um pouco elevados por terem sido coletados após o aquecimento na piscina dos atletas. As concentrações de lactato sanguíneo, apesar de sofrerem algumas alterações devidas à temperatura ambiente e desidratação, foram mais elevadas durante o ciclismo (6,98mmol/L), seguidas pela natação (5,75mmol/L) e pela corrida (4,47mmol/L). Tais valores foram condizentes com as intensidades percentuais de cada modalidade, mostrados pela frequência cardíaca mais elevada no ciclismo (86,3%), seguida pela natação (85,2%) e pela corrida (83,6%), de acordo com a figura 1.

Tabela 1. Comportamento da frequência cardíaca (FC) em termos absolutos e relativos durante a prova. Valores expressos em média (erro padrão).

	Natação		Ciclismo		Corrida	
	FC (bpm)	FC (%)	FC (bpm)	FC (%)	FC (bpm)	FC (%)
$FC_{máx}$ (bpm)	162,7 (3,9) ^{ab}	85,2 (1,5)	164,6 (2,3) ^a	86,3 (0,9)	159,5 (3,3) ^b	83,6 (1,3)

*diferença significativa entre letras diferentes ($p \leq 0,05$). Variáveis com letras iguais são iguais estatisticamente. Valor ab não apresenta diferenças estatísticas nem no valor com letra a nem no valor com letra b, porém $a \neq b$.

Tabela 2. Concentração de lactato sanguíneo durante a prova. Valores expressos em média (erro padrão).

	Pré-prova	Após natação	Após ciclismo	Após corrida	1h após
LAC(mmol/L)	2,06 (0,22) ^a	5,75 (0,35) ^{bc}	6,98 (0,74) ^b	4,47 (0,5) ^c	2,5 (0,19) ^a

*diferença significativa entre letras diferentes ($p \leq 0,05$). Variáveis com letras iguais são iguais estatisticamente. Quando $a = a$, os valores não apresentam diferenças estatísticas. Quando $b = b$, os valores não apresentam diferenças estatísticas. Quando bc , o valor bc não apresenta diferenças estatísticas nem nos valores com letra b, nem nos valores com letra c, porém $b \neq c$.

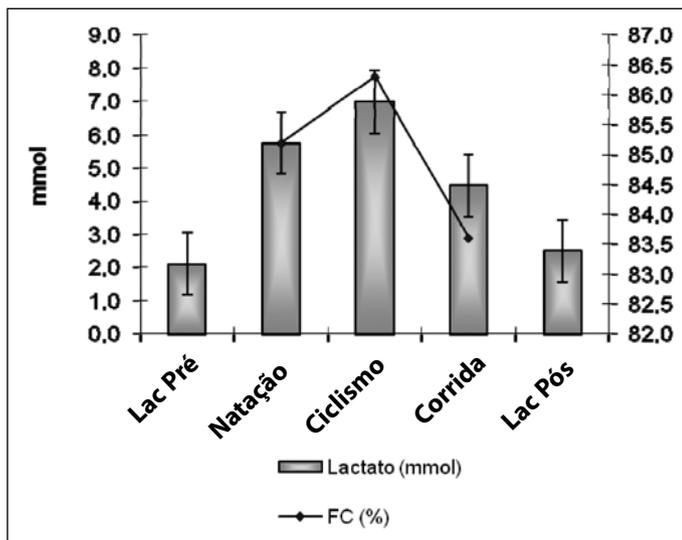


Figura 1. Concentração de lactato sanguíneo e percentual da frequência cardíaca máxima durante o triatlon olímpico. Dados expressos em média e erro padrão.

DISCUSSÃO

De acordo com a variável fisiológica – frequência cardíaca – pode-se reparar que os valores absolutos e relativos da frequência cardíaca máxima mostram-se superiores aos expostos por Rohde *et al.*¹², que encontraram em um triatlon, com distâncias superiores a uma prova olímpica, uma média da frequência cardíaca durante o ciclismo de 148bpm, ou 74% da $FC_{máx}$; e, na corrida, uma média de 159bpm ou uma intensidade de 81% em relação à frequência cardíaca máxima. No entanto, neste estudo a suplementação e ingestão de líquidos foram permitidas e não controladas, o que poderia influenciar um melhor nível de condicionamento físico e metabólico dos atletas em relação aos resultados obtidos no atual estudo.

Utilizando uma relação proposta pelo Colégio Americano de Medicina Desportiva¹³, e confirmado por alguns autores em diferentes populações^{14,15}, a intensidade de 70% da frequência cardíaca de reserva seria equivalente a 70% do $\dot{V}O_{2máx}$ e que tais intensidades referenciarium um equivalente de aproximadamente 85% da frequência cardíaca máxima.

A partir desta relação, a única modalidade que ficaria um pouco abaixo dos 70% do $\dot{V}O_{2máx}$, mas ainda seria considerada como um exercício intenso, seria a corrida de 10km, que teve uma média de 83,6% da $FC_{máx}$; já as intensidades da natação de 85,2% da $FC_{máx}$ e do ciclismo de 86,3% da $FC_{máx}$ revelam a capacidade desses atletas em trabalhar neste nível de intensidade por mais de duas horas.

Em um nível semelhante de intensidade de esforço, indivíduos diferentes podem se encontrar em fases distintas em relação à cinética do lactato, o que é determinante para a duração e manutenção da qualidade do exercício¹⁶.

Os valores de lactato sanguíneo durante a prova mostram que, apesar do triatlon ser uma prova de predominância aeróbica, o metabolismo glicolítico está bastante presente em todos os segmentos. Sabe-se que o perfil de acumulação do lactato é individual. No entanto, a interpolação a um valor fixo garante uma margem de controle das cargas de treino em relação às intensidades de uma prova de triatlon. Se considerarmos o padrão proposto por Sjödin e Jacobs², em que o valor fixo de 4,0mmol/L identifica o limiar anaeróbico (OBLA), a prova teria sido realizada com intensidade acima desse valor. Autores³⁻⁵ que assumem a lactacidemia de 4,0mmol/L justificam a escolha desta concentração fixa em função de a maioria dos sujeitos apresentarem, nessa intensidade do exercício, o máximo equilíbrio entre a produção e a remoção do lactato.

No nosso conhecimento, nenhum estudo antes reportou valores de referência de lactato durante uma prova de triatlon, nem a associação da lactacidemia por modalidade com os valores respectivos da frequência cardíaca e o desempenho final de uma prova.

Acreditamos que a natação, por ser a primeira modalidade de um triatlon, contribua para a acumulação inicial de lactato que se reflete nas modalidades subsequentes. Apesar de parecer existir uma tendência para a remoção de lactato durante a corrida, os valores no ciclismo foram elevados, caracterizando uma intensa produção de metabólitos influentes no desempenho.

Concluindo, a relação entre as duas variáveis fisiológicas de desempenho usadas neste estudo, frequência cardíaca e concentração de lactato, mostraram-se diretamente relacionadas à intensidade de cada um dos segmentos-modalidades do triatlon olímpico. A utilização dessas variáveis fisiológicas permitiu discriminar e caracterizar a intensidade de esforço em todas as modalidades, sendo mais elevadas durante o ciclismo (86,3% $FC_{máx}$; 6,98mmol), seguida pela natação (85,2% $FC_{máx}$; 5,75mmol) e pela corrida (83,6% $FC_{máx}$; 4,47mmol).

Tendo em consideração estes resultados, parece justificar-se a necessidade de ajustar a prescrição da intensidade das tarefas de treino diferenciadamente, de acordo com cada segmento da prova de triatlon.

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

REFERÊNCIAS

- Lopes RF, Thiele E, Dourado AC, Osiecki R. Comportamento da frequência cardíaca e concentração de lactato sanguíneo durante teste de esforço progressivo em triatletas. *Jornal Brasileiro de Medicina (JBM)* 2005; 88:54-60.
- Sjödin B, Jacobs I. Onset of blood lactate accumulation and marathon running performance. *Int J Sports Med* 1981;2:23-36.
- Heck H, Mader A, Hess G, Mucke S, Muller R, Hollmann W. Justification of the 4mmol/l lactate threshold. *Int J Sports Med* 1985;6:117-30.
- Kinderman W, Simon G, Keul J. The significance of the aerobic-anaerobic transition for the determination of work load intensities during endurance training. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1979;42:25-34.
- Mader A, Heck HA. Theory of the metabolic origin of anaerobic threshold. *Int J Sports Med* 1986;7:45-65.
- Foster C, Fitzgerald DJ, Spatz P. Stability of the blood lactate-heart rate relationship in competitive athletes. *Med Sci Sports Exerc* 1999;31:578-82.
- Jeukendrup A, Van Diemen A. Heart rate monitoring during training and competition in cyclists. *J Sports Sci* 1998;16:591-9.
- Lucía A, Hoyos J, Pérez M, Chicharro J. Heart rate and performance parameters in elite cyclists: a longitudinal study. *Med Sci Sports Exerc* 2000; 32:1777-82.
- Conconi F, Grazzi G, Casoni C. The conconi test: Methodology after 12 years of applications. *Int J Sports Med* 1996;17:509-19.
- Reid SA, Speedy DB, Thompson JMD, Noakes TD, Mulligan G, Page T, et al. Study of hematological and biochemical parameters in runners completing a standard marathon. *Clin J Sport Med* 2004; 14:344-53.
- Gobatto CA, Mendonça ER, Matsushigue KA. Respostas do lactato sanguíneo e da frequência cardíaca em duas diferentes provas do automobilismo. *Rev Bras Med Esporte* 2000; 6:1-29-34.
- Rohde T, MacLean DA, Hartkopp A, Pedersen BK. The immune system and serum glutamine during a triathlon. *Eur J Appl Physiol* 1996;74:428-34.
- ACSM's Guidelines for exercising Testing and Prescription. American College of Sports Medicine, 7th ed. 2006
- Osiecki R, Lopes RF, Oliveira S, Koppe PG, Santos F, Bittencourt L, et al. Relação entre o $\dot{V}O_{2máx}$, frequência cardíaca e frequência cardíaca de reserva em mulheres universitárias. *Rev Bras Ci e Mov* 2005;13(4): 161-167.
- Swain DP, Parrott JA, Bennett AR, Branch JD, Dowling EA. Validation of a new method for estimating $\dot{V}O_{2máx}$ based on $\dot{V}O_2$ reserve. *Med Sci Sports Med* 2004; 36:1421-6.
- Mcardle WD, Katch FT, Katch VI. *Sports & Exercise Nutrition*. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins; 1999.