

LACTATO SANGÜÍNEO EM PROVAS COMBINADAS E ISOLADAS DO TRIATLO: POSSÍVEIS IMPLICAÇÕES PARA O DESEMPENHO

José Mário Pinto COSTA*
Eduardo KOKUBUN*

RESUMO

Com o propósito de verificar a variação do lactato sangüíneo em provas de Short Triathlon e sua repercussão sobre o desempenho, oito atletas foram submetidos a três sessões de avaliações. Na primeira, os atletas realizaram a prova completa do Short Triathlon constituída de 750 m de natação, 20 km de ciclismo e 5 km de corrida. Na segunda e terceira sessões, os atletas realizaram, respectivamente a prova de ciclismo e de corrida isoladamente. Ao final de cada uma das provas e na transição na prova combinada, foram coletadas amostras de sangue para análise de lactato. As velocidades em ciclismo e corrida foram maiores quando realizadas isoladamente do que quando combinadas (aumento de respectivamente, 4,1% e 8,0%). Não houve diferença significativa entre os valores da concentração de lactato, que variou entre 6,68 a 9,11 mM. Contudo, as diferenças de tempo e de lactato entre as provas combinadas e isoladas apresentaram correlação significativa ($r = -0,53$). Esses resultados sugerem que a diminuição do desempenho na prova combinada pode ser atribuída à alta acidose que se verifica em qualquer uma das três provas.

UNITERMOS: Triatlo; Prova combinada; Prova isolada; Lactato sangüíneo.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o uso do lactato sangüíneo, como indicador do estado de condicionamento físico, ou da intensidade de treinamento, ganhou grande impulso. Isto se deve, principalmente, à facilidade na obtenção e análise de amostras através de instrumentos semi-automatizados (Jacobs, 1986). Em particular, esta medição tem sido amplamente utilizada em exercícios aeróbios e anaeróbios (Hopkins, 1991).

Dentre os esportes que envolvem resistência, o triatlo tem ganhado grande popularidade nos últimos anos. A prova considerada mais importante o Ironman - é constituída de 3,8 km de natação, 180 km de ciclismo de estrada e maratona de 42,195 km, a serem realizadas em um único dia. Entretanto, com o intuito de facilitar a popularização deste esporte, foi introduzido o Short Triathlon cujas distâncias das provas de natação, ciclismo e corrida foram reduzidas, respectivamente, para 750 m, 20 km e 5 km.

Nos exercícios de longa duração, com duração superior a 30 minutos, a energia para a contração muscular provém da combustão aeróbica do glicogênio, gorduras e proteínas (Astrand & Rodahl, 1980; Fox & Mathews, 1983). Em exercícios de baixa intensidade, há predominância da utilização de gorduras sobre a de glicogênio, ocorrendo o inverso nos de alta intensidade (Holloszy & Coyle, 1984).

Em exercícios de longa duração, o atleta está sujeito a fadiga devido a vários fatores: depleção de glicogênio muscular, acidose induzida pelo lactato, desequilíbrio hídrico ou mineral, etc (Roberts & Smith, 1989).

* Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista (Rio Claro - SP).

A acidose induzida pelo lactato é um importante fator de fadiga (Jacobs, 1986). Tem-se demonstrado que elevada lactacidemia pode induzir fadiga em exercício, independente do músculo em atividade (Weltman & Reagan, 1983). Esta situação pode ocorrer, no triatlo, quando um atleta realiza as primeiras provas em intensidades muito elevadas. Na natação, há predominância da utilização de membros superiores. Contudo, se houver acúmulo de lactato na natação, as provas subseqüentes, apesar da predominância da atividade de membros inferiores, devem estar prejudicadas. Embora a produção de energia através da metabolização do glicogênio a lactato seja predominante em exercícios com duração de até três minutos (Fox & Mathews, 1983), atletas bem condicionados podem tolerar elevadas concentrações de lactato durante muito tempo (Sahlin & Henriksson, 1984; Stegemann, 1982).

A depleção de glicogênio muscular é reconhecida, há muito tempo, como um importante fator de fadiga no exercício de longa duração (Bergstrom, Hermansen, Hultman & Saltin, 1967). Além disso, sabe-se que a depleção de glicogênio muscular ocorre, predominantemente, nas fibras musculares recrutadas no exercício (Fox & Mathews, 1983). Em outras palavras, exercícios de alta intensidade produzem depleção de glicogênio em fibras brancas, enquanto que os de baixa intensidade em fibras vermelhas. Já que o glicogênio muscular é o substrato primário da produção de lactato, a depleção daquele resulta em menor produção deste ácido.

O presente estudo foi elaborado com o propósito de verificar se a realização das primeiras provas do Short Triathlon podem induzir fadiga nas provas subseqüentes, em particular a participação do lactato neste processo.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram sujeitos deste estudo, oito triatletas do sexo masculino (idade $26,3 \pm 4,1$ anos, peso $65,1 \pm 2,5$ kg e estatura $1,75 \pm 0,04$ m), que realizavam treinamento regular para esta modalidade. Os dados foram coletados em três sessões realizadas com intervalo de pelo menos 24 horas. Na primeira sessão, os atletas realizaram uma prova completa de Short Triathlon (natação 750 m, ciclismo 20 km e corrida 5 km). Ao final de cada uma das três provas, foi feita uma coleta de sangue para análise de lactato. Na segunda sessão, os atletas realizaram a corrida de 5 km, sendo o sangue coletado para análise de lactato imediatamente após a realização da prova. Na terceira sessão, os atletas realizaram a prova de ciclismo de 20 km, com nova coleta de sangue. Em todas as provas foram tomados os tempos, e calculadas as velocidades médias.

O sangue foi coletado do lóbulo da orelha, através de um tubo capilar heparinizado calibrado para 25 ml, e imediatamente transferido para tubos plásticos com tampa contendo 50 ml de fluoreto de sódio a 1%. A concentração de lactato no sangue foi determinada através de método eletroquímico, utilizando-se o aparelho YSL 2300 STAT (Yellow Spring Co., EUA, gentilmente cedido pela PROCYON INSTRUMENTAÇÃO CIENTÍFICA LTDA, São Paulo, SP).

As médias de velocidade e de lactato obtidas na prova combinada foram comparadas com as médias nas provas isoladas (ciclismo e corrida), através do teste t de Student para amostras pareadas. Foram calculadas as diferenças de tempo e de lactato, entre a prova isolada e combinada, da corrida e ciclismo. Foi calculado o coeficiente de correlação de Pearson entre as diferenças de tempo e lactato. Adotou-se o nível de significância de $p < 0,05$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na TABELA 1 estão apresentados os tempos e as velocidades das provas combinadas e isoladas.

TABELA 1 - Média (\bar{X}) e desvio padrão (SD) de tempo e velocidade de provas combinadas e isoladas.

	Natação	Ciclismo		Corrida		
		combinada	isolada	combinada	isolada	
Tempo (min:seg)						
\bar{X}	10:59	33:57	32:38	19:43	18:12	
SD	1:02	1:59	2:08	1:54	1:43	
Velocidade (m/min)						
\bar{X}	68,9	590,9	615,5	255,8	276,4	
SD	6,6	32,1	38,3	21,8	20,4	
Diferença de velocidade em m/min (combinada - isolada)						
\bar{X}			-24,6*		-20,6*	
SD			20,6		6,9	

* Diferença significativa entre a prova combinada e isolada ($p < 0,05$).

As velocidades no ciclismo e na corrida foram significativamente maiores, respectivamente, de 4,1% e 8,0% na prova isolada do que na combinada.

Na TABELA 2 estão apresentadas as médias do lactato sanguíneo nas diferentes provas. Não houve diferença significativa entre as provas combinadas e isoladas. Todos os sujeitos avaliados apresentaram menor tempo nas provas isoladas de ciclismo e corrida do que na prova combinada. Porém, com relação ao lactato, houve uma distribuição semelhante entre aqueles que aumentaram e aqueles que diminuíram a concentração deste metabólito. Dentre os oito sujeitos, apenas um apresentou o lactato sanguíneo inferior a 5,0 mM e um outro entre 4,8 e 6,0 mM na prova combinada. Todos os demais sujeitos realizaram as três provas combinadas com lactato superior a 6,0 mM.

TABELA 2 - Média (\bar{X}) e desvio padrão (SD) do lactato de provas combinadas e isoladas.

	Natação	Ciclismo		Corrida		
		combinada	isolada	combinada	isolada	
Lactato sanguíneo (mM)						
\bar{X}	6,68	7,39	9,11	6,79	7,16	
SD	1,83	2,85	1,49	1,55	2,06	
Diferença de lactato em mM (combinada - isolada)						
\bar{X}			-1,72		-0,37	
SD			2,64		1,93	

Houve correlação negativa ($r = -0,53$, $p < 0,05$) entre as diferenças de lactato e de tempo entre as provas isoladas e combinadas de corrida e ciclismo. Embora esta correlação não seja elevada, reflete a tendência de que quanto maior a melhora de tempo nas provas isoladas, maior foi o aumento no lactato.

Segundo Pereira (1989), as intensidades de exercício podem ser expressas pela concentração de lactato sanguíneo em quatro níveis:

- 1) trabalho de aeróbio, correspondendo a lactato de até 2,0 mM;
- 2) trabalho de baixa acidose, com lactato até 4,0 mM;
- 3) trabalho de média acidose, com lactato de até 6,0 mM e
- 4) trabalho de elevada acidose, com lactato superior a 6,0 mM.

Considerando as concentrações de lactato obtidas no presente estudo, a prova de Short Triathlon pode ser classificada como trabalho com elevada acidose.

Conforme Jacobs (1986), quando a concentração de lactato atinge valores superiores a 5 mM, há fadiga evidente no exercício subsequente. Na prova combinada, os atletas iniciaram a prova de ciclismo e de corrida com concentração de lactato sempre superiores a 6 mM. Esse resultado é compatível com a hipótese de que a elevada concentração de lactato na natação levaria à diminuição do desempenho no ciclismo. Do mesmo modo, a elevada lactacidemia nesta última levaria à fadiga na prova de corrida.

Demonstrou-se que a concentração de lactato sanguíneo diminui quando há depleção de glicogênio (Roberts & Smith, 1989). A depleção de glicogênio é um importante fator de fadiga em exercícios com duração de 90 minutos ou mais (Bergstrom et alii, 1967). Na prova combinada de triatlo, analisada neste estudo, a duração foi de 64 minutos, portanto mais curta do que aqueles associados com a exaustão devido à depleção de glicogênio. Além disso, a menor velocidade na prova combinada, deve estar associada à menor concentração de lactato. Assim, é provável que no Short Triathlon, o conteúdo de glicogênio muscular não seja limitante para o desempenho na prova, e sim, a sua realização em constante estado de elevada acidose.

Farber, Arbetter, Schaefer, Hill & Dallal (1987) verificaram que a concentração do lactato em competição de Ironman permanecia estável. van Rensburg, Kielblock & van der Linde (1986) verificaram que a concentração plasmática de glicerol e ácidos graxos livres aumentava ao longo da mesma competição. Esses achados estão de acordo com a hipótese de que, em provas de longa duração, tal como o Ironman, a mobilização e oxidação de lípidos aumenta ao longo de sua realização, agindo como importante mecanismo de economia de glicogênio muscular (O'Toole, Douglas & Hiller, 1989).

A influência da combinação de provas sobre o desempenho, especificamente no triatlo, foi investigada por vários autores. Borchers & Buckenmeyer (1987) verificaram que a realização de 20 minutos de natação não afetava nem o consumo de oxigênio, nem a frequência cardíaca no exercício em cicloergômetro realizado posteriormente. Mayers, Holland, Rich, Vincent & Heng (1986) verificaram que, após 45 minutos de ciclismo, a velocidade máxima de corrida era significativamente diminuída. Kreider, Cundif, Hammett, Cortes & Williams (1988) verificaram que após 60 minutos de ciclismo, havia aumento do consumo de oxigênio, lactato sanguíneo, frequência cardíaca e ventilação pulmonar quando os sujeitos realizavam corrida em velocidade constante. Esses achados sugerem que a prova de natação não afeta o desempenho em ciclismo, porém, este último, afeta o desempenho na corrida. Os resultados do presente trabalho confirmam o efeito residual da prova de ciclismo sobre a de corrida. Contudo, não está de acordo com o trabalho de Borchers & Buckenmeyer (1987), talvez devido à menor duração da natação neste estudo. Como está bem estabelecido, quanto menor a duração do esforço, maior é a intensidade do exercício e conseqüentemente, a concentração do lactato.

Em vista dos achados do presente trabalho, duas possibilidades podem ser apontadas para o treinamento em Short Triathlon:

- 1) treinamento para aumentar a tolerância à acidose, através de exercícios anaeróbios, ou
- 2) treinamento para diminuir a produção de lactato, através de exercícios aeróbios.

Entretanto, o treinamento de alta intensidade está inversamente correlacionado com a capacidade aeróbica (Plisk, 1991). Há depressão da capacidade respiratória celular (Chen & Gollnick, 1994) que pode reduzir a capacidade oxidativa muscular em até 55% e a atividade da citocromo oxidase em 40% (Booth & Thomason, 1991). Por outro lado, o treinamento aeróbio resulta em aumento da atividade enzimática mitocondrial, e, em conseqüência, a capacidade de oxidação de gorduras e carboidratos. Disto resulta (O'Toole et alii, 1989): menores concentrações muscular e sanguínea de lactato, menor taxa de depleção de glicogênio e maior aproveitamento das gorduras para o metabolismo energético. O treinamento aeróbio produz queda na atividade de enzimas glicolíticas, tais como a glicogênio fosforilase, fosfofrutoquinase, gliceraldeído-3-fosfato desidrogenase, piruvato quinase e lactato desidrogenase (Holloszy, 1975; Holloszy & Coyle, 1984). Essas adaptações resultam em deslocamento da curva de lactato para a direita, de modo que o seu acúmulo se inicia em intensidade de exercício mais elevada (Jacobs, 1986).

Tem-se demonstrado haver correlação significativa entre o limiar ventilatório com o desempenho na natação e corrida no Short Triathlon ($r = -0,73$ a $-0,88$) (Sleivert & Wenger, 1993). Balakian Junior & Denadai (1994) verificaram correlação significativa entre o limiar de lactato a ponto fixo (4 mM) determinado em testes específicos de natação, ciclismo e corrida com o desempenho em cada modalidade da prova de Short Triathlon (respectivamente, $r = -0,98$, $r = -0,90$ e $r = -0,89$). Além disso, verificaram que a velocidade média da prova de

natação era significativamente maior do que o respectivo limiar de lactato, enquanto que nas provas de ciclismo e corrida, o resultado era o inverso. Esses achados indicam que o treinamento aeróbio é mais importante para o Short Triathlon do que o treinamento para tolerância da lactacidemia.

O treinamento para o Short Triathlon, através de provas isoladas, deve ser aplicado com algum cuidado. Dos resultados do presente estudo depreende-se que esta situação não reflete o quadro fisiológico real da prova combinada. Nesta última, o atleta realiza o esforço em condição de maior lactacidemia e, possivelmente, com menor eficiência mecânica do que nas provas isoladas. Assim, sugere-se que, num programa de treinamento, sejam aplicadas, principalmente no período específico, treinamentos simulando a situação real de competição.

CONCLUSÕES

Os resultados do presente estudo indicam que:

1) a prova combinada de triatlo provoca diminuição significativa no desempenho das provas de ciclismo e corrida;

2) nas provas combinadas, a redução do desempenho é devido, parcialmente, à elevada lactacidemia, que já ocorre na prova de natação.

ABSTRACT

BLOOD LACTATE RESPONSE TO A COMPLETE AND ISOLATED SHORT TRIATHLON: IMPLICATIONS TO THE PERFORMANCE

In an attempt to understand the blood lactate response to the triathlon, and its effects upon the performance, eight male triathletes were submitted to three test sessions. In the former, the subjects did a complete race session, which consisted of: 750 m swimming, 20 km cycling and 5 km running. In the later two sessions (isolated) they did the cycling or the running after, at least, 24 hours rest. During the transitions in the first session and after the completion of all sessions, blood was taken for lactate analysis. The cycling and running speeds were greater in the isolated than the complete session (respectively, 4.1% and 8.0%). The mean blood lactate ranged from 6.68 to 9.11 mM but no significant difference was detected between the sessions. However, the time and lactate differences in the isolated and complete race were inversely correlated ($r = -0.53$). These findings suggest that the decreased performance in the complete race is due to the elevated acidosis resulting from any of the triathlon events.

UNITERMS: Triathlon; Complete race; Isolated race; Blood lactate.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASTRAND, P.; RODAHL, K. *Tratado de fisiologia do esforço*. 2.ed. Rio de Janeiro, Interamericana, 1980.
- BALAKIAN JUNIOR, P.; DENADAI, B.S. Relação entre limiar anaeróbio e performance no short triathlon. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE CIÊNCIAS DO ESPORTE, 19., São Caetano do Sul, 1994. *Anais São Caetano do Sul, CELAFISCS*, 1994. p.123
- BERGSTROM, J.; HERMANSEN, L.; HULTMAN, E.; SALTIN, B. Diet, muscle glycogen and physical performance. *Acta Physiologica Scandinavica*, v.71, p.140-50, 1967.
- BOOTH, F.W.; THOMASON, B.D. Molecular and cellular adaptation of muscle in response to exercise: perspectives of various models. *Physiological Review*, v.71, p.541-85, 1991.
- BORCHERS, G.E.; BUCKENMEYER, P.J. Triathlon: the swim to bicycle transitions. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v.19, p.S49, 1987. Supplement.
- CHEN, J.; GOLLNICK, P.D. Effect of exercise on hexokinase distribution and mitochondrial respiration in skeletal muscle. *European Journal of Physiology*, v.427, p.257-63, 1994.

- FARBER, H.; ARBETTER, J.; SCHAEFER, E.; HILL, S.; DALLAL, G. Acute metabolic effects of an endurance triathlon. *Annals of Sports Medicine*, v.3, p.131-8, 1987.
- FOX, E.L.; MATHEWS, D.K. *Bases fisiológicas da educação física e dos desportos*. 3.ed. Rio de Janeiro, Interamericana, 1983.
- HOLLOSZY, J.O. Adaptation of skeletal muscle to endurance exercise. *Medicine and Science in Sports*, v.7, p.155-64, 1975.
- HOLLOSZY, J.; COYLE, E.F. Adaptations of skeletal muscle to endurance exercise and their metabolic consequences. *Journal of Applied Physiology*, v.56, p.831-8, 1984.
- HOPKINS, W.G. Quantification of training in competitive sports methods and applications. *Sports Medicine*, v.12, p.161-83, 1991.
- JACOBS, I. Blood lactate: implications for training and sports performance. *Sports Medicine*, v.3, p.10-25, 1986.
- KREIDER, R.B.; CUNDIFF, D.E.; HAMMETT, J.B.; CORTES, C.W.; WILLIAMS, K.W. Effects of cycling on running performance in triathletes. *Annals of Sports Medicine*, v.3, p.220-5, 1988.
- MAYERS, M.A.; HOLLAND, G.J.; RICH, G.Q.; VINCENT, W.J.; HENG, M. Effects of prolonged intense cycle ergometry upon immediately subsequent maximal treadmill running in trained triathletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v.18, p.S38, 1986. Supplement.
- OTOOLE, M.L.; DOUGLAS, P.S.; HILLER, W.D. Applied physiology of a triathlon. *Sports Medicine*, v.8, p.201-25, 1989.
- PEREIRA, J.G. A transição aeróbia-anaeróbia: sua importância na prescrição e controle do treino. *Treino Desportivo*, v.11, p.44-6, 1989.
- PLISK, S.S. Anaerobic metabolic conditioning: a brief review of theory, strategy and practical application. *Journal of Applied Sport Science Research*, v.5, p.22-34, 1991.
- ROBERTS, D.; SMITH, D.J. Biochemical aspects of peripheral muscle fatigue: a review. *Sports Medicine*, v.7, p.125-38, 1989.
- SAHLIN, K.; HENRIKSSON, J. Buffer capacity and lactate accumulation in skeletal muscle of trained and untrained men. *Acta Physiologica Scandinavica*, v.122, p.331-9, 1984.
- SLEIVERT, G.G.; WENGER, H.A. Physiological predictors of short-course triathlon performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v.25, p.871-6, 1993.
- STEGEMANN, H. Hormonal and metabolic consequences of prolonged running at the individual anaerobic threshold. *International Journal of Sports Medicine*, v.3, p.163-8, 1982.
- van RENSBURG, J.P.; KIELBLOCK, A.J.; van der LINDE, A. Physiologic and biochemical changes during a triathlon competition. *International Journal of Sports Medicine*, v.7, p.30-5, 1986.
- WELTMAN, A.; REAGAN, J.D. Prior exhaustive exercise and subsequent, maximal constant load exercise performance. *International Journal of Sports Medicine*, v.4, p.184-9, 1983.

Recebido para publicação em: 18 abr.1995

Revisado em: 07 jun.1995

Aceito em: 25 jul.1995

ENDEREÇO: Eduardo Kokubun
 Depto. Ed. Física, IB/UNESP
 Av. 24 A, 1515
 13506-900 - Rio Claro - SP - BRASIL