



## Análise de um novo método para determinação da intensidade de limiar anaeróbio: comparação com protocolo incremental

Messias, L.H.D; Polisel, E.E.C; Manchado-Gobatto, F.B.

Faculdade de Ciências Aplicadas-Universidade Estadual de Campinas,Limeira, Brasil

### Resumo

O objetivo desse estudo foi comparar a intensidade de limiar anaeróbio (Lan) e respostas relacionadas a esse marcador advindas do teste incremental e do *Reverse Lactate Threshold Test* (RLT) em exercício de ciclismo. Dez indivíduos foram inicialmente submetidos a um teste incremental com estágios de 3 minutos, intensidade inicial de 25W e incrementos de mesma magnitude. Secundariamente, o RLT foi aplicado em duas fases distintas, as quais permitiram a determinação dos mesmos parâmetros advindos do teste incremental. Enquanto a intensidade de Lan não foi diferente frente ambas as aplicações ( $P=0,500$ ), o mesmo não foi visualizado para a lactacidemia e frequência cardíaca na intensidade de Lan ( $P=0,003$  e  $P=0,004$ , respectivamente). Em síntese, ambos os protocolos são válidos para determinar a intensidade de Lan, porém a condição fisiológica dessas determinações depende da característica de cada protocolo.

### Abstract

The aim of this study was to compare the anaerobic threshold intensity (AnT) and related parameters from the incremental test and the reverse lactate threshold test (RLT). Ten subjects were firstly submitted to the incremental test in stages of 3 minutes with initial workload of 25W and increments within the same magnitude. Secondly, the RLT was applied in two distinct phases, which allowed the determination of the same parameters previously mentioned regarding the incremental test. While no difference was found regarding the AnT ( $P=0,500$ ), distinct parameters were visualized regarding the lactatemia and heart rate at the AnT. In summary, both protocols are valid for determining the AnT, but the physiological condition that such determination occurs is dependent on the characteristic of each protocol.

### Introdução

Desde os primeiros relatos envolvendo a relação entre o exercício e o acúmulo de lactato sanguíneo (Fletcher & Hopkins, 1906), autores vêm propondo protocolos de avaliação pautados em respostas lactacidêmicas, com intuito de avaliar e prescrever, de forma individualizada, a intensidade do esforço. Dentre a gama de inferências fisiológicas que envolvem o acúmulo de lactato, destaca-se, com significativa importância, a determinação do Limiar Anaeróbio (Lan). Originalmente proposto para cardiopatas (Wasserman e MacIlroy, 1964), o Lan denota uma intensidade limite individual onde o metabolismo aeróbio é quase auto-suficiente para suprir a demanda energética requisitada pelo esforço imposto. Diante desse contexto, protocolos de avaliação pautados, primordialmente, na análise do equilíbrio entre a produção e remoção de lactato, foram propostos para determinação da intensidade de Lan (Tegtbur, Busse & Braumann., 1993). Dentre estes, destaca-se a aplicação do

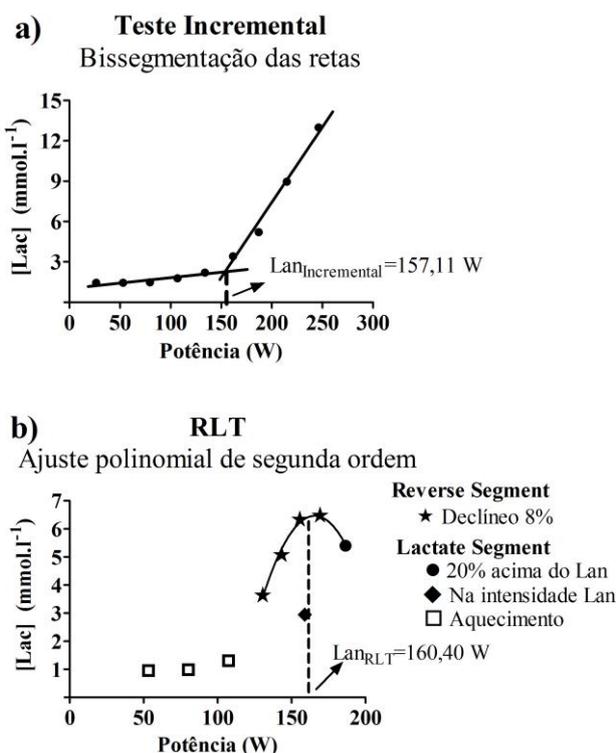
protocolo incremental, o qual é comumente utilizado tanto no ambiente laboratorial quanto prático (Bentley et al., 2007). Apesar dessa aplicação visar identificar a mais alta intensidade onde ocorre o equilíbrio entre a produção e remoção de lactato, algumas críticas existem quanto a aspectos metodológicos durante esta aplicação. Em vista desse cenário e visando lidar com as críticas já existentes, uma recente, porém ainda pouco explorada aplicação, foi proposta. O então intitulado *Reverse Lactate Threshold Test* (RLT) (Dotan, 2012) objetiva identificar a intensidade de Lan partindo de um pressuposto distinto do protocolo incremental, isto é, o avaliado é submetido a esforços acima da intensidade de Lan e subsequentemente a remoção lactacidêmica é analisada frente esforços abaixo do mesmo marcador. Por meio desta aplicação, seu proponente defende que o mais alto ponto onde ocorre o equilíbrio entre a produção e remoção de lactato denota a intensidade de Lan (Dotan, 2012). Apesar da inovadora e otimista proposta, a literatura ainda carece de informações sobre a exequibilidade e acurácia do RLT. Nesse sentido, o objetivo deste estudo foi comparar a intensidade de Lan e respostas relacionadas a esse marcador advindas do teste incremental e RLT em exercício de ciclismo.

### Método

Dez indivíduos saudáveis, não tabagistas, com no mínimo dois anos de experiência em ciclismo e sem quaisquer patologias reportadas pelo *Physical Activity Readiness Questionnaire* (PAR-Q) foram avaliados (idade- $24\pm 2$  anos; massa corporal- $79,06\pm 12,16$  kg; altura- $177,5\pm 0,6$  cm).

Todas as avaliações foram realizadas em cicloergômetro (Monark Ergomic 894 E) e em ambiente laboratorial com temperatura controlada. Em ambas as aplicações a frequência cardíaca foi monitorada continuamente (Polar RS 800cx). Coletas de sangue do lóbulo da orelha (25  $\mu$ l) foram extraídas ao final de cada estágio de ambos os testes, sendo a lactacidemia determinada por método eletroquímico utilizando um lactímetro (YSI, 2300). O teste incremental foi aplicado em estágios com duração de 3 minutos, iniciando em intensidade de 25W com incrementos de mesma magnitude a cada estágio, além da manutenção da cadência em 80 rpm. A inflexão abrupta da lactacidemia foi inicialmente identificada de forma visual por três pesquisadores independentes, sendo posteriormente adotada a análise matemática de bissegmentação das retas de regressão. A interseção entre as duas retas foi considerada como o  $Lan_{Incremental}$  (Figura 1a). A lactacidemia e frequência cardíaca referente ao  $Lan_{Incremental}$  ( $[Lac]-Lan_{Incremental}$  e  $FC-Lan_{Incremental}$ , respectivamente) também foram determinadas. O RLT consistiu em duas fases, totalizando 27 minutos de

exercício. Durante todo o teste a cadência foi também fixada em 80 rpm. A primeira, ou *Lactate Priming Segment*, foi aplicada em cinco estágios de 3 minutos, sendo os três primeiros em intensidade abaixo do  $Lan_{Incremental}$  (como forma de aquecimento), o quarto na intensidade de  $Lan_{Incremental}$  e o quinto 20% acima da mesma intensidade. A segunda fase, ou *Reverse Segment*, foi aplicada subsequentemente em quatro estágios, com declínio de 8% na intensidade a cada estágio. Um ajuste polinomial de segunda ordem foi adotado considerando os últimos cinco estágios do teste, e a tangente zero deste ajuste referente a  $Lan_{RLT}$  (Figura 1b). A lactacidemia e frequência cardíaca referente ao  $Lan_{RLT}$  ( $[Lac]-Lan_{RLT}$  e  $FC-Lan_{RLT}$ , respectivamente) também foram determinadas. Os dados estão exibidos em média e desvio padrão. O teste-t para amostras independentes foi adotado para comparação entre os resultados. Adicionalmente, a análise de correlação de Pearson, coeficiente de variação (CV) e *effect sizes* (ES) também foram realizadas. O nível de significância foi fixado em 5%.



**Figura 1.** a) Protocolo incremental realizado em estágios de 3 minutos com incrementos de 25W a cada estágio. b) Protocolo RLT realizado em duas fases.

## Resultados e Discussão

Além da não diferença apontada pelo teste-t ( $P=0,500$ ), elevada correlação ( $r=0,96; P=0,000$ ) e baixos CV (2,18) e ES (0,307) foram obtidos quando analisado o limiar anaeróbio determinado por ambos os testes ( $Lan_{Incremental}=158,41\pm 18,85 W$ ;  $Lan_{RLT}=164,08\pm 18,07 W$ ). Por outro lado, opostos resultados foram encontrados para a concentração lactacidêmica ( $[Lac]-Lan_{Incremental}=2,22\pm 1,19 mmol.l^{-1}$ ;  $[Lac]-Lan_{RLT}=6,78\pm 4,07 mmol.l^{-1}$ ;  $P=0,003$ ;  $r=0,34-P=0,323$ ;  $CV=54,90$ ;  $ES=1,73$ ) e frequência cardíaca ( $FC-Lan_{Incremental}=161,60\pm 9,75 bpm$ ;

$FC-Lan_{RLT}=176,99\pm 11,64 bpm$ ;  $P=0,004$ ;  $r=0,79-P=0,006$ ;  $CV=3,13$ ;  $ES=1,43$ ) na intensidade de  $Lan$ .

Os resultados apresentados mostram que ambos os protocolos são ferramentas válidas para a determinação da intensidade de  $Lan$  em apenas uma sessão de avaliação. No entanto, a condição fisiológica que essas determinações ocorrem são dependentes da característica de cada protocolo. Essa afirmação é suportada pela obtenção de distintos parâmetros adicionais advindos destes testes, a exemplo da lactacidemia e frequência cardíaca na intensidade de  $Lan$ . Diante disso, em termos de obtenção de parâmetros, o protocolo incremental está um passo a frente do RLT. Por outro lado, considerando que o RLT não requer que o indivíduo atinja a exaustão, esse protocolo pode ser uma estratégia interessante a indivíduos não treinados.

## Conclusões

Em síntese, os resultados do presente estudo sugerem que ambas as aplicações podem ser utilizadas para determinar a intensidade de  $Lan$ . Por outro lado, cautela é necessária quando da determinação e utilização de parâmetros adicionais como a lactacidemia e frequência cardíaca na intensidade de  $Lan$ , uma vez que esses protocolos diferem substancialmente quando da aplicação e aquisição dos demais parâmetros analisados.

## Referências

- Fletcher, W.M., & Hopkins, F.G. (1906). Lactic acid in amphibian muscle. *The Journal of Physiology*, 27, 247-309.
- Wasserman, K., & McIlroy, M.B. (1964). Detecting the threshold of anaerobic metabolism in cardiac patients during exercise. *The American Journal of Cardiology*, 14, 844-852.
- Tegtbur, U., Busse, M.W., & Braumann, K.M. (1993). Estimation of an individual equilibrium between lactate production and catabolism during exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 25, 620-627.
- Bentley, D.J., Newell, J., & Bishop, D (2007). Incremental exercise test design and analysis. *Sports Medicine*, 37, 575-586.
- Dotan, R. (2012). Reverse lactate threshold: a novel single-session to reliable approach to reliable high-resolution estimation of the anaerobic threshold. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 7, 141-151.

## Nota dos autores

Messias LHD é doutorando em Ciências da Nutrição e do Esporte e Metabolismo da Faculdade de Ciências Aplicadas, Limeira, Brasil.

Polisel EEC é graduando em Ciências do Esporte da Faculdade de Ciências Aplicadas, Limeira, Brasil.

Manchado-Gobatto FB é livre docente pela Faculdade de Ciências Aplicadas-UNICAMP, Limeira, Brasil, e coordenadora do Laboratório de Fisiologia Aplicada ao Esporte-LAFAP, situado na mesma instituição.

## Contato

Leonardo H. D. Messias  
E-mail: leo.137@hotmail.com

## Agradecimentos

CNPq processos no 136048/2016-1 e 442934/2014-9.  
FAPESP processo- 2014/10336-9.