

# Efeitos de variações metodológicas sobre a identificação do lactato mínimo

CDD. 20.ed. 612.044

Emerson PARDONO\*  
Herbert Gustavo SIMÕES\*  
Carmen Silvia Grubert CAMPBELL\*

\*Universidade de Mogi das Cruzes e Universidade Católica de Brasília.

## Resumo

O objetivo do presente estudo foi analisar a influência de diferentes intensidades e durações de estágios incrementais sobre a determinação do lactato mínimo (LM). Fizeram parte deste estudo oito homens fisicamente ativos [ $22,4 \pm 1,9$  anos;  $177,0 \pm 4,2$  cm;  $73,6 \pm 5,4$  kg;  $23,4 \pm 1,3$  kg•(m<sup>2</sup>)<sup>-1</sup>] que realizaram, em dias diferentes, dois testes incrementais em cicloergômetro após hiperlactacidemia induzida por um teste de Wingate de 30 segundos. *Teste 1*- carga inicial de 1,75 kp e incrementos de 0,25 kp a cada estágio de três minutos até exaustão voluntária para determinar a intensidade correspondente ao LM (LM1). *Teste 2*- alternando-se as cargas entre 0,5 kp *abaixo*, 0,5 kp *acima* e *na intensidade* do LM1, o teste 2 foi composto por duas partes seqüenciais (2a - estágios de três minutos e 2b - estágios de seis minutos). As concentrações de lactato sanguíneo ([lac]), frequência cardíaca (FC) e intensidades (int) correspondentes ao LM dos testes 2a (LM2a) e 2b (LM2b) foram comparadas com o LM1. Foram observadas diferenças entre as [lac] correspondentes ao LM1 e LM2a ( $4,9 \pm 2,4$  vs  $6,2 \pm 1,9$  mM) bem como entre a FC correspondente ao LM2b ( $167 \pm 14$  bpm) e os valores de FC correspondentes ao LM1 ( $159 \pm 17$  bpm) e LM2a ( $158 \pm 12$  bpm) ( $p < 0,05$ ). Contudo, não foram observadas diferenças entre as int correspondentes ao LM1, LM2a e LM2b ( $2,6 \pm 0,3$  vs  $2,6 \pm 0,5$  vs  $2,6 \pm 0,3$  kp, respectivamente). Concluímos que as variações metodológicas empregadas não resultaram em alterações na intensidade de exercício correspondente ao LM.

UNITERMOS: Cicloergômetro; Lactato; Lactato mínimo; Validade.

## Introdução

A resposta do lactato sanguíneo (lac) durante exercícios de cargas crescentes possibilita a identificação do limiar anaeróbio (LAn) (SIMÕES, 2002; SIMÕES, GRUBERT CAMPBELL, KOKUBUN, DENADAI & BALDISSERA, 1999). Quando um exercício de carga constante é realizado em intensidade correspondente ao LAn, observa-se um máximo equilíbrio dinâmico entre a produção e a remoção de lac (URHAUSEN, COEN, WEILER & KINDERMANN, 1993), também denominado como máxima fase estável de lac (MFEL). Em exercícios realizados em intensidades correspondentes ao LAn e/ou MFEL, a maioria dos indivíduos consegue se exercitar continuamente por aproximadamente 30 a 40 minutos, sem que ocorra acúmulo de lac (BALDARI & GUIDETTI, 2000; BENEKE, HUTLER & LEITHAUSER,

2000; BENEKE & VON DUVILLARD, 1996; OYONO-ENGUELLE, HEITZ, MARBACH, OTT, GARTNER, PAPE, VOLLMER & FREUND, 1990; URHAUSEN et al., 1993).

Geralmente, para a determinação da MFEL é necessário que o indivíduo realize, em dias distintos, três a cinco sessões de exercícios retangulares em diferentes intensidades e com mensuração periódica de lac (BENEKE, 2003; PARDONO, 2005). Contudo, tem sido sugerido que o protocolo do lactato mínimo (LM) permite a identificação da intensidade correspondente à MFEL em apenas uma sessão de teste (BACON & KERN, 1999; CAMPBELL, 1998; MACINTOSH, ESAU & SVEDAHL, 2002).

O protocolo do LM é composto por um teste progressivo precedido por um exercício máximo para

induzir a hiperlactacidemia. Durante os estágios iniciais deste teste progressivo, a remoção de lac é superior à sua produção e o lac diminui até um momento a partir do qual a produção passa a superar a remoção do mesmo, que começa a se acumular novamente (TEGTBUR, BUSSE & BRAUMANN, 1993). Assim, a carga de trabalho correspondente à menor concentração de lac ([lac]) durante o teste identifica o LM, e tem sido considerada como a intensidade de exercício correspondente ao ponto de equilíbrio entre a produção e a remoção de lac (CAMPBELL, SIMÕES & DENADAI, 1998; SIMÕES, DENADAI, BALDISSERA & CAMPBELL, 2005; TEGTBUR, BUSSE & BRAUMANN, 1993) ou MFEL (PARDONO, 2005; TEGTBUR, MACHOLD, MEYER, STORP & BUSSE, 2001).

Entretanto, resultados controversos sobre o protocolo LM têm sido evidenciados na literatura. JONES e DOUST (1998) verificaram que a velocidade de corrida correspondente ao LM não foi diferente da velocidade correspondente à MFEL, embora em sua discussão os autores tenham assumido que esta diferença existiu. Em estudo realizado por CARTER, JONES e DOUST (1999b) verificou-se que a velocidade correspondente ao LM não foi sensível à melhora da capacidade aeróbia após seis semanas de treinamento aeróbio em corredores. Além disso, CARTER, JONES e DOUST (1999a) também sugeriram que o LM é protocolo-dependente

e que não pode ser considerado válido para estimar a intensidade correspondente ao LAn e/ou MFEL. Estes autores observaram que variações nas cargas iniciais do teste progressivo interferiram na identificação do LM.

Contudo, em estudo recente, SIMÕES, CAMPBELL, KUSHNICK, NAKAMURA, KATSANOS, BALDISSERA e MOFFATT (2003) compararam as respostas metabólicas e ventilatórias durante os protocolos de identificação do LM e do limiar anaeróbio individual (IAT), sendo que o LAn pôde ser determinado tanto a partir da resposta do lac, quanto a partir de respostas ventilatórias (limiar ventilatório) e glicêmicas (limiar glicêmico) durante estes testes. Estes autores não encontraram diferenças entre as velocidades de corrida correspondentes ao LM e ao IAT, bem como entre os limiares ventilatório e glicêmico identificados em ambos protocolos.

Considerando que ainda existem poucos estudos investigando a validade do LM, e que alguns autores tem sugerido que este teste é protocolo-dependente, os objetivos do presente estudo foram: 1) verificar se modificações no padrão de incremento, na duração dos estágios e na aplicação das cargas durante o teste do LM interferem na determinação da intensidade correspondente ao mesmo; e 2) Investigar se o LM delimita domínios de intensidade de exercício com predomínio de remoção (abaixo do LM) e de acúmulo de lac (acima do LM).

## Métodos

Os métodos aplicados para a realização do presente estudo foram aprovados pelo Comitê de Ética de Pesquisa em seres humanos da Universidade de Mogi das Cruzes.

### Voluntários

Após terem assinado um termo de consentimento informando os riscos e benefícios dos protocolos, oito estudantes de educação física do sexo masculino e não atletas, porém fisicamente ativos (praticantes de musculação, corrida e ciclismo - pelo menos duas vezes por semana), participaram do presente estudo.

A TABELA 1 apresenta as características biométricas (média  $\pm$  dp) dos voluntários.

TABELA 1 - Características biométricas (média  $\pm$  dp) dos voluntários (n = 8).

	Idade (anos)	Estatura (cm)	Peso (kg)	IMC $\text{kg}\cdot(\text{m}^2)^{-1}$
Média	22,4	177,0	73,6	23,4
dp	1,9	4,2	5,4	1,3

### Testes realizados

Os voluntários foram submetidos a duas sessões de testes (testes 1 e 2), em dias distintos e em um mesmo horário do dia. Os testes foram realizados em uma bicicleta ergométrica de frenagem mecânica (Monark).

## Teste 1

O teste 1 foi iniciado com um estágio de 30 segundos de esforço máximo para indução da hiperlactacidemia, no qual cada voluntário pedalou o mais rápido possível em uma carga correspondente a 7,5% de sua massa corporal (teste de Wingate) (BAR-OR, 1987; CAMPBELL, 1998; DOTAN & BAR-OR, 1983), sendo que aos oito minutos de pausa após este teste, deu-se início ao teste progressivo com carga inicial de 1,75 kp, velocidade constante de 60 rpm e incrementos de 0,25 kp a cada três minutos até que o voluntário atingisse a exaustão voluntária (TABELA 2).

Tanto a TABELA 2 como a FIGURA 1 descrevem com maiores detalhes os métodos aplicados no teste 1, sendo apresentadas as cargas para um dos voluntários, que atingiu 4,25 kp no momento de exaustão. A intensidade de exercício correspondente à menor [lac] durante o teste 1 foi chamada de LM1 (FIGURA 1). O tempo necessário para que o LM1 fosse alcançado (TN) também foi registrado.

TABELA 2 - Métodos aplicados para a realização do teste 1 em um dos voluntários, utilizando-se cargas crescentes para determinar o LM (LM1) após os oito minutos de recuperação pós-Wingate de 30 segundos.

Estágio	Duração (min)	Intensidade (kp)
Wingate	0,5	7,5% do peso corporal
1o.	3	1,75
2o.	3	2,0
3o.	3	2,25
4o.	3	2,5
5o.	3	2,75
6o.	3	3,0
7o.	3	3,25
8o.	3	3,5
9o.	3	3,75
10o.	3	4,0
11o.	3	4,25*

\* máxima intensidade atingida pelo voluntário.

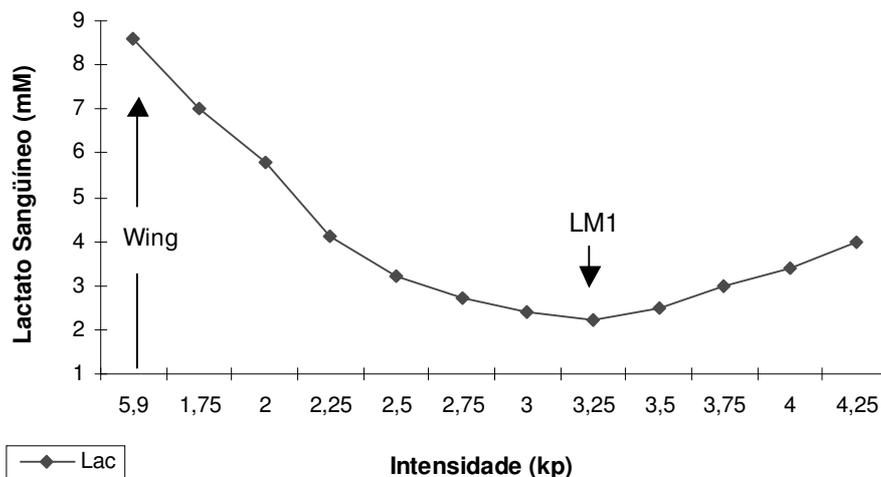


FIGURA 1 - Comportamento do lac durante o teste 1 de um voluntário.

## Teste 2

O teste 2 também foi iniciado com hiperlactacidemia induzida pelo teste de Wingate, conforme protocolo anteriormente descrito. Na seqüência, aos oito minutos de recuperação após o teste de Wingate, foi iniciado um teste constituído por dois ciclos de cargas progressivas sem interrupções (partes 2a e 2b). Durante as partes 2a e 2b foram realizadas alternâncias na aplicação das cargas, sendo 0,5 kp abaixo da intensidade

correspondente ao LM1 (*Ab*), na intensidade correspondente ao LM1 (*Na*) e 0,5 kp acima da intensidade correspondente ao LM1 (*Ac*). A parte 2a foi constituída por três estágios com duração de três minutos cada, sendo o 1o. *Ab*, o 2o. *Na* e o 3o. *Ac*. Em seqüência à parte 2a foi aplicada a parte 2b, o qual consistiu de quatro estágios adicionais com duração de seis minutos cada, sendo o 4o. *Ab*, o 5o. *Na*, o 6o. *Ac* e o 7o. *Na* (TABELA 3).

TABELA 3 - Métodos aplicados para a realização do teste 2, utilizando-se cargas abaixo (*Ab*), na (*Na*) e acima (*Ac*) da intensidade de LM1 após oito minutos de recuperação do teste de Wingate de 30 segundos.

*Ab* - Abaixo do LM1; *Na* - Na intensidade do LM1; *Ac* - Acima do LM1.

Partes	Estágios	Duração (min)	Intensidade (kp)
	Wingate	0,5	7,5% do peso corporal
2a	1o.	3	0,5 <i>Ab</i>
	2o.	3	LM1 ( <i>Na</i> )
	3o.	3	0,5 <i>Ac</i>
2b	4o.	6	0,5 <i>Ab</i>
	5o.	6	LM1 ( <i>Na</i> )
	6o.	6	0,5 <i>Ac</i>
	7o.	6	LM1 ( <i>Na</i> )

As intensidades de exercício em que as menores [lac] foram observadas durante as partes 2a e 2b, representando o ponto de equilíbrio dinâmico entre produção e remoção de lac, foram denominadas LM2a e LM2b, respectivamente (FIGURA 2). O último estágio da parte 2b foi aplicado apenas para observar o comportamento da [lac] após longo período de teste, já que não pôde ser analisado como uma intensidade que representou equilíbrio dinâmico de lac, uma vez que não foi realizado um estágio adicional com intensidade superior para demonstrar acúmulo do mesmo. O TN para que o LM2a e o LM2b fossem alcançados também foram registrados.

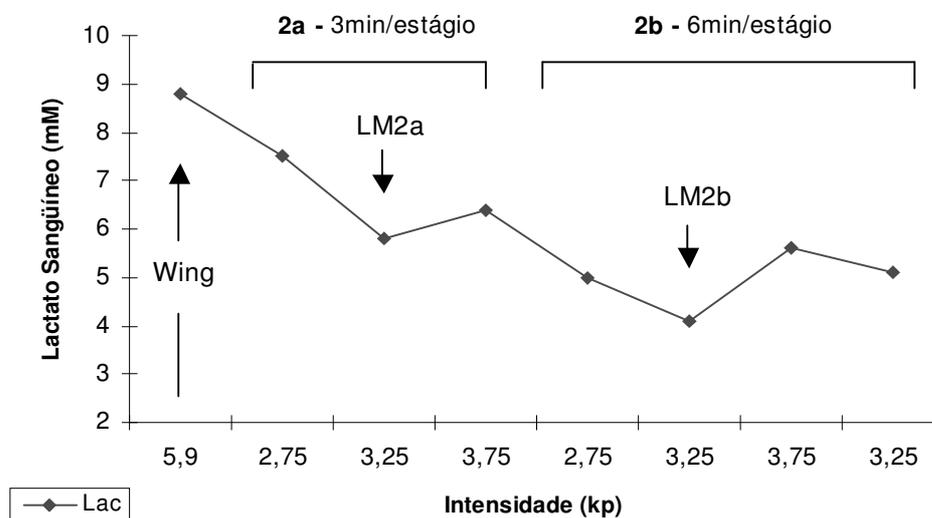


FIGURA 2 - Comportamento do lac durante o teste 2 de um voluntário.

### Frequência cardíaca, coletas e dosagens sanguíneas

A frequência cardíaca (FC) dos voluntários foi monitorada continuamente (Polar Sport Tester - Finland), sendo registrado seus valores imediatamente após os testes de Wingate e ao final de cada estágio durante os testes 1 e 2.

As coletas das amostras sanguíneas foram realizadas do lobo da orelha durante o sétimo minuto de recuperação após o teste de Wingate, bem como durante os 15 segundos finais de cada estágio dos testes 1 e 2. As amostras de 25 µL de sangue foram coletadas utilizando-se de capilares de vidro heparinizados e calibrados, e foram depositadas em tubos "Eppendorf" contendo 50 µL de fluoreto de sódio (NaF 1%) para que ocorresse hemólise e, com

isso, as hemácias deixassem de produzir lac (SIMÕES, 2002). As dosagens das amostras de lac foram realizadas a partir do método eletroenzimático, utilizando-se um analisador de lac e glicose sanguínea modelo (YSI 2300 STAT Plus).

### Tratamento estatístico

Os dados obtidos foram analisados e expressos como média ± desvio padrão (± dp). Análise de variância para medidas repetidas foi aplicada entre as variáveis correspondentes ao LM1, LM2a e LM2b e, como teste "Post-Hoc", foi utilizado o teste de Tukey. Correlação de Pearson também foi aplicada para verificar a relação entre as intensidades de LM1, LM2a e LM2b. O nível de significância adotado foi  $p \leq 0,05$ .

## Resultados

As respostas do lac durante os testes 1 e 2 estão representadas para um dos voluntários nas FIGURAS 1 e 2, respectivamente. A FIGURA 3 apresenta a média  $\pm$  dp da resposta do lac para todos os voluntários.

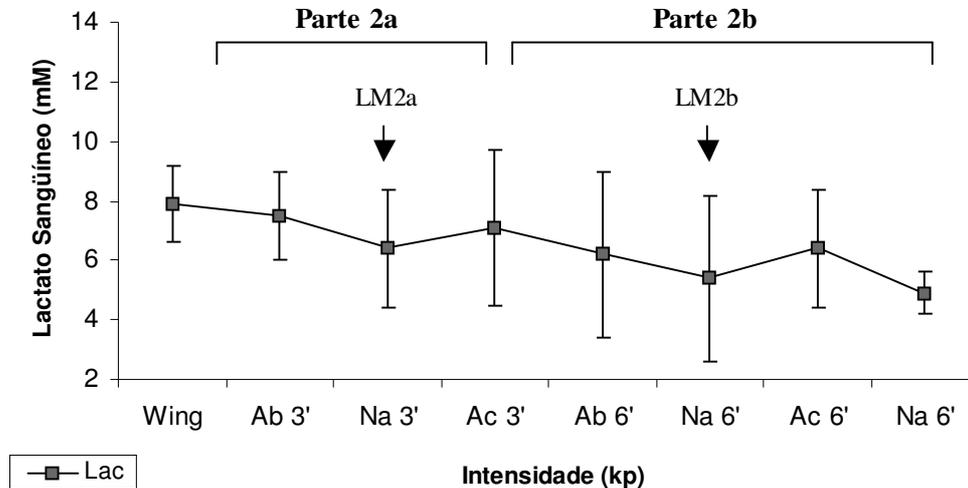


FIGURA 3 - Comportamento médio ( $\pm$  dp) do lac durante o teste 2 de todos os voluntários.

Os valores médios das [lac] e das intensidades nas quais ocorreram as menores [lac] (LM1, LM2a e LM2b), bem como os valores médios de FC e o TN durante os testes 1 e 2 estão apresentados na TABELA 4.

As [lac] correspondentes ao LM1 ( $4,9 \pm 2,4$  mM) e LM2a ( $6,2 \pm 1,9$  mM) foram diferentes entre si ( $p < 0,05$ ), porém a [lac] correspondente ao LM2b ( $5,2 \pm 2,7$  mM) não foi diferente das [lac] correspondentes ao LM1 e LM2a. As intensidades do LM1 ( $2,6 \pm 0,3$  kp), LM2a ( $2,6 \pm 0,5$  kp) e LM2b ( $2,6 \pm 0,3$  kp) não foram diferentes entre si, correlacionando-se positivamente entre LM1 e LM2a ( $r = 0,87$ ;  $p < 0,01$ ), LM1 e LM2b ( $r = 1,00$ ;  $p < 0,01$ ) e entre LM2a e LM2b ( $r = 0,87$ ;  $p < 0,01$ ) (TABELA 5). Já a FC correspondente ao LM2b ( $167 \pm 14$  bpm) diferiu ( $p < 0,05$ ) dos valores de FC correspondentes ao LM1 ( $159 \pm 17$  bpm) e ao LM2a ( $158 \pm 12$  bpm), sendo que o TN médio para atingir o LM1 ( $13,5 \pm 3,9$  min), LM2a ( $6,0 \pm 1,6$  min) e LM2b ( $21,0 \pm 0,0$  min) também diferiram entre si ( $p < 0,05$ ) (TABELA 4).

TABELA 4 - Resultados médios ( $\pm$  dp) correspondentes à intensidade, lac, FC e TN correspondentes ao LM1, LM2a e LM2b identificados durante os testes 1 e 2.

	LM1	LM2a	LM2b
Intensidade (kp)	$2,6 \pm 0,3$	$2,6 \pm 0,5$	$2,6 \pm 0,3$
[lac] (mM)	$4,9 \pm 2,4$	$6,2 \pm 1,9$ £	$5,2 \pm 2,7$
FC (bpm)	$159 \pm 17$	$158 \pm 12$	$167 \pm 14$ φ
TN (min)	$13,5 \pm 3,9^*$	$6,0 \pm 1,6^*$	$21,0 \pm 0,0^*$

£  $p < 0,05$  em relação ao LM1; φ  $p < 0,05$  em relação ao LM1 e LM2a; \*  $p < 0,05$  entre todas as variáveis.

TABELA 5 - Correlações existentes entre as intensidades de LM obtidas durante o teste 1 (LM1) e teste 2 (LM2a e LM2b).

	LM2a	LM2b
LM1	$r = 0,87$ $p < 0,01$	$r = 1,00$ $p < 0,01$
LM2a	----	$r = 0,87$ $p < 0,01$

## Discussão

Especialmente nos anos 80, protocolos de testes progressivos considerando a concentração fixa de 4 mM (HECK, MADER, HESS, MÜCKE, MÜLLER & HOLLMANN, 1985; STEGMANN, KINDERMANN & SCHNABEL, 1981) ou a resposta individual do lac ao exercício, como o teste do IAT (MCLELLAN & GASS, 1989), foram os mais utilizados e aceitos para se estimar a intensidade de exercício correspondente à MFEL. Mais recentemente, TEGTBUR, BUSSE e BRAUMANN (1993) sugeriram que a intensidade do LM representa a MFEL durante exercício de longa duração. Além disso, SIMÕES (1997) não verificou diferenças entre as intensidades correspondentes ao LM, IAT e 4 mM, reforçando a validade do protocolo LM pela comunidade científica.

O principal resultado do presente estudo foi que a identificação da intensidade de LM não sofreu influência de variações metodológicas, como variação no padrão de incremento e duração dos estágios empregados durante as duas partes (2a e 2b) do teste 2 (FIGURA 3 e TABELA 4). O comportamento da [lac] durante os testes 1 e 2 foi similar e respondeu de acordo com as cargas aplicadas (*Ab*, *Na* ou *Ac* do LM). Em intensidades abaixo do LM as [lac] diminuam, enquanto que em intensidades acima do LM as [lac] aumentavam e, em ambos os testes, a menor [lac] ocorreu sempre na mesma intensidade em que o LM1 foi observado (FIGURAS 1 e 2). Este comportamento do lac em forma de “U” encontrado em nosso estudo, também foi observado em outros estudos utilizando-se do protocolo do LM, tanto em testes em corrida quanto em cicloergômetro (JONES & DOUST, 1998; MACINTOSH, ESAU & SVEDAHL, 2002; PARDONO, CAMPBELL, SOTERO & SIMÕES, 2004; SOTERO, PARDONO, HIYANE, CAMPBELL & SIMÕES, 2004; TEGTBUR, BUSSE & BRAUMANN, 1993).

Os valores das [lac] nas intensidades correspondentes ao LM1 e LM2b não foram diferentes (TABELA 4), estando de acordo com os resultados obtidos por TEGTBUR et al. (2001) em estudo realizado em cicloergômetro por indivíduos cardiopatas, bem como em estudos realizados em corrida por TEGTBUR, BUSSE e BRAUMANN (1993) e por SIMÕES, CAMPBELL, BALDISSERA, DENADAI e KOKUBUN (1998) em corredores de “endurance”. Contudo, a [lac] correspondente ao LM2a ( $6,2 \pm 1,9$  mM) foi superior ( $p < 0,05$ ) às [lac] correspondentes ao LM1 e LM2b (TABELA 4), sendo esta concentração maior que as obtidas em recentes estudos em cicloergômetro com

indivíduos fisicamente ativos (CAMPBELL, 1998; SIMÕES, 2002) e atletas regionais (PARDONO, 2005). Esta maior [lac] no LM2a deve-se possivelmente ao menor TN para o LM (apenas dois estágios de três minutos, sendo o 1o. *Ab* e o 2o. *Na* - FIGURA 3), ou seja, um menor tempo para remoção do lac produzido pelo teste de Wingate (TABELA 4).

A carga inicial aplicada na parte progressiva dos testes 1 e 2 corresponderam aproximadamente a 67,3 e 78,3% da intensidade do LM1, respectivamente, estando próximos aos percentuais das cargas iniciais do estudo de CARTER, JONES e DOUST (1999a). Neste estudo, CARTER, JONES e DOUST realizaram um teste crescente em esteira ergométrica para determinar a velocidade de corrida correspondente ao limiar de lactato (LT) em corredores, e posteriormente aplicaram oito testes de LM nos quais foram realizados incrementos de  $1.0 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  a cada cinco minutos de estágio. Estes oito testes de LM sofreram modificações no teste progressivo, sendo iniciados em diferentes intensidades relativas à velocidade do LT determinado no primeiro teste progressivo (80,5%, 83,7%, 87%, 90,2%, 94,1%, 96,7%, 100% e 106,5% do LT, respectivamente). Os autores verificaram que não foi possível se determinar o LM quando a parte progressiva foi iniciada em intensidades correspondentes à 100 e 106,5% do LT. Quando iniciada à 80,5%, 83,7%, 87% e 96,7% do LT, foi possível identificar o LM, porém foi observada uma variação muito grande nas [lac] e nas velocidades de corrida correspondentes ao LM em relação à intensidade do LT determinado no primeiro teste crescente ( $p < 0,05$ ), sendo que em apenas dois dos testes (iniciados a 90,2 e 94,1% do LT) foi possível observar a ocorrência do LM na mesma intensidade do LT.

Diferentemente de CARTER, JONES e DOUST (1999a), em nosso estudo foi observado que as menores [lac] durante o teste 2 (LM2a e LM2b) ocorreram na mesma intensidade do teste 1 (LM1), mesmo iniciando a parte progressiva com uma intensidade correspondente a 78,3% do LM1. Esta intensidade foi semelhante a carga inicial de um dos testes de LM realizados por CARTER, JONES e DOUST (1999a) que foi de 80,5% do LT e que não identificou o LM na mesma intensidade do LT. De maneira geral, sabe-se que a identificação de uma intensidade de exercício (i.e., kp, Watts, velocidade de corrida, etc), correspondente a qualquer parâmetro de aptidão física pode sofrer influência do tipo de protocolo empregado, assim como

observado por CARTER, JONES e DOUST (1999a), porém, no presente estudo, o protocolo LM não se mostrou dependente das cargas iniciais e nem das alterações do padrão de incremento (aplicação de cargas *Ab*, *Na* e *Ac* do LM1) como realizado no teste 2 e observado por PARDONO, SIMÕES e CAMPBELL (2002).

Os resultados médios das FC correspondentes às menores [lac] durante os testes 1 e 2 foram diferentes entre LM1 e LM2b e entre LM2a e LM2b ( $p < 0,05$ ) (TABELA 4). Esses valores estão de acordo com os resultados obtidos em testes realizados em cicloergômetro por BALIKIAN JUNIOR, NEIVA e DENADAI (2001) e são maiores quando comparados aos obtidos por CAMPBELL (1998) ( $146,5 \pm 10,8$  bpm), provavelmente devido ao melhor nível de condicionamento físico que os voluntários do estudo de CAMPBELL (1998) detinham. Porém, os valores de FC do presente estudo encontram-se abaixo dos valores obtidos em testes realizados em corrida por TEGTBUR, BUSSE e BRAUMANN (1993) ( $178,0 \pm 10,0$  bpm) e por SIMÕES et al. (1998) ( $178,1 \pm 11,3$  bpm), podendo tais diferenças serem atribuídas a um maior débito cardíaco em exercícios que englobam maior massa muscular, como a corrida.

No presente estudo, o TN para as intensidades de LM1, LM2a e LM2b diferiram entre si ( $p < 0,05$ ; TABELA 4) devido às variações metodológicas empregadas (variação de cargas e duração dos estágios), onde a carga correspondente ao LM1 foi observada aproximadamente entre o 3o. e 5o. estágios

do teste 1, e sendo aplicada em diferentes momentos no teste 2 (2o., 5o. e 7o. estágios), o que levou em média 6, 21 e 33 minutos respectivamente para que ocorressem as menores [lac], e sempre na mesma intensidade do LM1.

Segundo TEGTBUR, BUSSE e BRAUMANN (1993), as durações dos estágios progressivos do teste LM devem ter distâncias fixas de 800 metros em pistas de corrida. Tais estágios apresentam duração aproximada de três minutos, iguais aos estágios dos testes 1 e 2a do presente estudo, sendo que a duração de seis minutos aplicada no teste 2b foi semelhante à duração de cinco minutos dos estágios dos oito testes de LM realizados por CARTER, JONES e DOUST (1999a). Porém, diferentemente de CARTER, JONES e DOUST, empregando-se estágios de três e seis minutos de duração, que resultaram em diferentes TNs, foi possível identificar as mesmas intensidades de LM.

De maneira geral, empregando-se diferentes cargas iniciais durante os testes 1 e 2 (67,3 e 78,3% da intensidade do LM1) e mesmo ocorrendo diferenças na [lac] e na FC, as intensidades correspondentes ao LM1, LM2a e LM2b não foram diferentes e apresentaram alta correlação entre si (TABELA 5), sugerindo que, neste estudo, a intensidade de 2,6 kp pode ser considerada como a intensidade média em que ocorreu o equilíbrio entre a produção e a remoção de lactato sanguíneo e que tal intensidade possivelmente representa a MFEL conforme observado por BACON e KERN (1999), TEGTBUR et al. (2001), MACINTOSH, ESAU e SVEDAHL (2002) e PARDONO (2005).

## Conclusões

As variações metodológicas empregadas (como diferentes cargas iniciais e duração dos estágios) não resultaram em alterações nas intensidades correspondentes ao LM, mesmo com diferentes [lac], FC e TN, sugerindo que a determinação da intensidade de LM em cicloergômetro não foi

protocolo-dependente. O comportamento da [lac] durante as variações metodológicas empregadas indica que a intensidade de LM delimita domínios de intensidades de exercício em que o predomínio da remoção (i.e., abaixo do LM) ou do acúmulo de lac (i.e., acima do LM) podem ser observados.

## Abstract

Effects of methodological variations on lactate minimum identification

The aim of this study was to analyze the influence of increment pattern as well as the stage duration on lactate minimum (LM) determination. Volunteers were eight physical active males [ $22.4 \pm 1.9$  years;  $177 \pm 4.2$  cm;  $73.6 \pm 5.4$  kg;  $23,4 \pm 1,3$  kg•(m<sup>2</sup>)<sup>-1</sup>] that performed, on different days, two incremental tests on

cycle ergometer after lactic acidosis induction through 30 seconds Wingate test. *Test 1*- initial load of 1.75 kp and increments of 0.25 kp at each stage of 3 min until volitional exhaustion to determine the intensity corresponding to LM (LM1); *Test 2*- the intensities were 0.5 kp *below*, 0.5 kp *above* and the intensity at LM1 (*at*), the test 2 was composed by two parts (2a - stages of 3 min and 2b - stages of 6 min). The lactate concentration ([lac]), heart rate (HR) and exercise intensities corresponding to LM observed during parts 2a (LM2a) and 2b (LM2b) were compared to LM1. Differences were observed between the [lac] corresponding to LM1 and LM2a ( $4.9 \pm 2.4$  vs  $6.2 \pm 1.9$  mM), as well as between the HR corresponding to LM2b ( $167 \pm 14$  bpm) and the HR corresponding to LM1 ( $159 \pm 17$  bpm) and LM2a ( $158 \pm 12$  bpm) ( $p < 0.05$ ). However, no differences were observed for the intensities corresponding to LM1, LM2a and LM2b ( $2.6 \pm 0.3$  vs  $2.6 \pm 0.5$  vs  $2.6 \pm 0.3$  kp, respectively). We concluded that the methodological variations applied on present study did not interfere on the exercise intensity corresponding to LM.

UNITERMS: Cycle ergometer; Lactate; Lactate minimum; Validity.

## Referências

- BACON, L.; KERN, M. Evaluating a test protocol for predicting maximum lactate steady state. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, Turin, v.39, p.300-8, 1999.
- BALDARI, C.; GUIDETTI, L. A simple method for individual anaerobic threshold as predictor of max lactate steady state. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Madison, v.32, p.1798-802, 2000.
- BALIKIAN JUNIOR, P.; NEIVA, C.M.; DENADAI, B.S. Effect of an acute beta-adrenergic blockade on the blood glucose response during lactate minimum test. *Journal of Science and Medicine in Sport*, Belconnen, v.4, p.257-65, 2001.
- BAR-OR, O. The Wingate anaerobic test: an update on methodology, reliability and validity. *International Journal of Sports Medicine*, Stuttgart, v.4, p.381-94, 1987.
- BENEKE, R. Methodological aspects of maximal lactate steady state-implications for performance testing. *European Journal of Applied Physiology*, Berlin, v.89, p.95-99, 2003.
- BENEKE, R.; HUTLER, M.; LEITHAUSER, R.M. Maximal lactate-steady-state independent of performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Madison, v.32, p.1135-9, 2000.
- BENEKE, R.; von DUVILLARD, S.P. Determination of maximal lactate steady state response in selected sports events. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Madison, v.28, p.241-6, 1996.
- CAMPBELL, C.S.G. *Influência da administração de glicose e cafeína sobre a intensidade de exercício correspondente a máxima fase estável de lactato determinada pelo lactato mínimo e pela glicemia mínima*. 1998. 116f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de São Paulo, Rio Claro.
- CAMPBELL, C.S.G.; SIMÕES, H.S.; DENADAI, B.S. Reprodutibilidade do limiar anaeróbio individual (iat) e lactato mínimo (lm) determinados em testes de pista. *Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde*, Londrina, v.3, p.24-31, 1998.
- CARTER, H.; JONES, A.M.; DOUST, J.H. Effect of incremental test protocol on the lactate minimum speed. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Madison, v.31, p.837-45, 1999a.
- \_\_\_\_\_. Effect of 6 weeks of endurance training on the lactate minimum speed. *Journal of Sport Sciences*, London, v.17, p.957-67, 1999b.
- DOTAN, R.; BAR-OR, O. Load optimization for the Wingate anaerobic test. *European Journal of Applied Physiology*, Berlin, v.51, p.409-17, 1983.
- HECK, H.; MADER, A.; HESS, G.; MÜCKE, S.; MÜLLER, R.; HOLLMANN, W. Justification of the 4 mmol/L lactate threshold. *International Journal of Sports Medicine*, Stuttgart, v.6, p.117-30, 1985.
- JONES, A.M.; DOUST, J.H. The validity of the lactate minimum test for determination of the maximal lactate steady state. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Madison, v.30, p.1304-13, 1998.
- MacINTOSH, B.R.; ESAU, S.; SVEDAHL, K. The lactate minimum test for cycling: estimation of the maximal lactate steady state. *Canadian Journal of Applied Physiology*, Champaign, v.27, p.232-49, 2002.
- McLELLAN, T.M.; GASS, G.C. Metabolic and cardiorespiratory responses relative to the anaerobic threshold. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Madison, v.21, p.191-198, 1989.

- OYONO-ENGUELLE, S.; HEITZ, A.; MARBACH, J.; OTT, C.; GARTNER, M.; PAPE, A.; VOLLMER, J.C.; FREUND, H. Blood lactate during constant-load exercise at aerobic and anaerobic thresholds. *European Journal of Applied Physiology*, Berlin, v.60, p.321-30, 1990.
- PARDONO, E. **Efeito de variações metodológicas na identificação do lactato mínimo e sua validade para estimar intensidades de exercício em estado estável.** 2005. 130f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Católica de Brasília, Brasília.
- PARDONO, E.; CAMPBELL, C.S.G.; SOTERO, R.C.; SIMÕES, H.G. Lactato mínimo e função polinomial: redução do número de coletas sanguíneas utilizando-se da percepção subjetiva de esforço. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE CIÊNCIAS DO ESPORTE, 27., 2004, São Paulo. **Livro de Resumos...** São Paulo: [s.ed.], 2004. p.47.
- PARDONO, E.; SIMÕES, H.G.; CAMPBELL, C.S. Effect of the initial workload, stage duration and increment pattern on lactate minimum test. In: ANNUAL CONGRESS OF THE EUROPEAN COLLEGE OF SPORT AND SCIENCE, 7., 2002, Athens. **Book's Abstract...** Athens: ECSS, 2002. v.2, p.870.
- SIMÕES, H.G. **Comparação entre protocolos de determinação do limiar anaeróbio em testes de pista para corredores.** 1997. 1997. 165f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.
- \_\_\_\_\_. **Respostas hormonais e metabólicas durante os testes de determinação do limiar anaeróbio individual e lactato mínimo.** 2002. 350f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.
- SIMÕES, H.G.; CAMPBELL, C.S.G.; BALDISSERA, V.; DENADAI, B.S.; KOKUBUN, E. Determinação do limiar anaeróbio por meio de dosagens glicêmicas e lactacidêmicas em testes de pista para corredores. *Revista Paulista de Educação Física*, São Paulo, v.12, p.17-30, 1998.
- SIMÕES, H.G.; CAMPBELL, C.S.G.; KUSHNICK, M.R.; NAKAMURA, A.; KATSANOS, C.S.; BALDISSERA, V.; MOFFATT, R.J. Blood glucose threshold and the metabolic responses to incremental exercise tests with and without prior lactic acidosis induction. *European Journal of Applied Physiology*, Berlin, v.89, p.603-11, 2003.
- SIMÕES, H.G.; DENADAI, B.S.; BALDISSERA, V.; CAMPBELL, C.S.G. Relationships and significance of lactate minimum, critical velocity, heart rate deflection and 3000m track-tests for running. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, Turin, 2005. No prelo.
- SIMÕES, H.G.; GRUBERT CAMPBELL, C.S.G.; KOKUBUN, E.; DENADAI, B.S.; BALDISSERA, V. Blood glucose responses in humans mirror lactate responses for individual anaerobic threshold and for lactate minimum in track tests. *European Journal of Applied Physiology*, Berlin, v.80, p.34-40, 1999.
- SOTERO, R.C.; PARDONO, E.; HIYANE, W.; CAMPBELL, C.S.G.; SIMÕES, H.G. Comparação entre inspeção visual e aplicação de função polinomial na identificação do lactato mínimo em pista. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE CIÊNCIAS DO ESPORTE, 27., 2004, São Paulo. **Livro de Resumos...** São Paulo: [s.ed.], 2004. p.227.
- STEGMANN, H.; KINDERMANN, W.; SCHNABEL, A. Lactate kinetics and individual anaerobic threshold. *International Journal of Sports Medicine*, Stuttgart, v.2, p.160-5, 1981.
- TEGTBUR, U.; BUSSE, M.W.; BRAUMANN, K.M. Estimation of an individual equilibrium between lactate production and catabolism during exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Madison, v.25, p.620-7, 1993.
- TEGTBUR, U.; MACHOLD, H.; MEYER, H.; STORP, D.; BUSSE, M.W. Determining the extent of intensive physical performance in patients with coronary heart disease. *Zeitschrift für Kardiologie*, Darmstadt, v.90, p.637-45, 2001.
- URHAUSEN, A.; COEN, B.; WEILER, B.; KINDERMANN, W. Individual anaerobic threshold and maximum lactate steady state. *International Journal of Sports Medicine*, Stuttgart, v.14, p.134-9, 1993.

## ENDEREÇO

Herbert Gustavo Simões  
 Programa de Mestrado em Educação Física  
 Universidade Católica de Brasília  
 QSo7 LT1 EPCT - sala G 119  
 72022-900 - Taguatinga - DF - BRASIL  
 e-mail: epardono@hotmail.com

Recebido para publicação: 20/05/2003

Revisado: 30/05/2005

Aceito: 08/06/2005