

Artigo Original

Reprodutibilidade do protocolo de lactato mínimo com intensidade do esforço prévio individualizado pela PSE

Bibiano Madrid ¹
Rafael da Costa Sotero ¹
Carmen Sílvia Grubert Campbell ¹
Ioranny Raquel Castro de Sousa ¹
Ferdinando Oliveira Carvalho ²
Alexandre Vieira ¹
Suliane Beatriz Rauber ¹
Carolina Belfort Sousa Franco ¹
Herbert Gustavo Simões ¹

¹ Programa de Pós-Graduação em Educação Física, Universidade Católica de Brasília, DF, Brasil

² CEFIS – Educação Física, Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina, PE, Brasil

Resumo: Introdução: O protocolo de lactato mínimo (LM) é precedido de um esforço máximo para indução a hiperlactatemia. Objetivo: Verificar a reprodutibilidade de um teste de LM com indução à hiperlactatemia realizada em teste incremental com cargas individualizadas através da percepção subjetiva de esforço (PSE). Metodologia: A amostra foi composta por 20 estudantes fisicamente ativos (25,4 ± 4,1 anos; 14,1 ± 5,0 % gordura), submetidos a dois testes de LM com metodologia idêntica. A indução a hiperlactatemia foi realizada por um teste com quatro estágios, com duração de três minutos cada e cargas individualizadas pela PSE (níveis 10, 13, 16 e o último estágio 17-20 até a exaustão voluntária). Após oito minutos de recuperação o teste progressivo começou com carga inicial de 75 W e incrementos de 25 W a cada três minutos, até a exaustão. Resultados: As intensidades de LM 1 (155,0 ± 23,8 W) e LM 2 (157,5 ± 27,0 W) não diferiram estatisticamente ($p = 0,795$) e de uma maneira geral apresentaram boa reprodutibilidade (CCI = 0,79) e concordância [-2,5 W de média da diferença e ± 41,8 W de abas]. Conclusão: O teste de LM, com cargas para hiperlactatemia individualizadas pela PSE, se mostrou reprodutível em indivíduos fisicamente ativos.

Palavras-chave: Avaliação da capacidade de trabalho. Avaliação de programas e instrumentos de pesquisa. Avaliação.

Reliability of the lactate minimum protocol with previous effort intensity individualized by RPE

Abstract: The lactate minimum protocol (LM) is preceded by a maximum effort to induce hyperlactatemia. Objective: To verify the reliability of LM test with induced hyperlactatemia realized by exercise intensity individualized by the rating perceived effort (RPE). Methods: The sample was composed of 20 students, physically active (25.4 ± 4.1 years, 14.1 ± 5.0% fats) who were undertaken to two tests with identical methodology of LM. Induction of hyperlactatemia was performed by a test with four stages, lasting three minutes each, loads individualized by the PSE (levels 10, 13, 16 and 17-20 last stage until voluntary exhaustion). After eight minutes of recovery the progressive test started with initial load of 75W and 25W increments every 3 min until exhaustion. Results: The intensities of LM 1 (155.0 ± 23.8 W) and 2 (157.5 ± 27.0 W) did not differ statistically ($p = 0.795$) and showed good reliability (ICC = 0.79) and agreement [-2.5 W of mean difference and ± 41.8 W of bias]. Conclusion: The LM test, with loads for induction of hyperlactatemia individualized by the RPE, has shown to be reliable in physically active individuals.

Keywords: Work capacity evaluation. Evaluation studies. Evaluation of research programs and tools. Evaluation.

Introdução

O significado fisiológico do limiar anaeróbio (LA) refere-se à máxima intensidade de um exercício realizado com grande massa muscular, durante o qual a produção de energia é predominantemente resultante de processos

oxidativos, sem acúmulo progressivo nas concentrações sanguíneas de lactato ([lac]). Contudo, as formas de identificação da intensidade do LA são definições operacionais, como por exemplo, a identificação pelo teste do lactato mínimo (LM) (SVEDAHL; MACINTOSH, 2003). Tal intensidade de exercício,

frequentemente tratada como segundo limiar de lactato, tem sido utilizada para avaliar a capacidade aeróbia (PARDONO et al., 2009; SIMÕES et al., 2009, SOTERO et al., 2009a), prescrever exercícios, verificar adaptações crônicas ao treinamento (CUNHA et al., 2008; URHAUSEN et al., 1995), prever a performance em provas de endurance (JACOBS, 1986; TANAKA et al., 1983), identificar cargas adequadas de treinamento para populações de risco (MOREIRA et al., 2008; SIMÕES et al., 2010), assim como para avaliação funcional em modelo animal (CUNHA et al., 2009; GONDIM et al., 2007).

O máximo estado estável de lactato (MEEL) durante exercícios constantes é considerado como *Gold Standard* para avaliação da capacidade aeróbia (BARON et al., 2003; 2008; BENEKE, 2003; BILLAT et al., 2003). Porém, para sua realização são necessárias várias sessões de avaliação, o que dificulta sua aplicação em alguns ambientes. Portanto, diferentes protocolos são sugeridos para identificar uma intensidade de exercício associada ao MEEL. Por exemplo, o teste do LM, que utiliza um único teste de intensidade incremental para identificar a maior intensidade de exercício em que ocorre equilíbrio entre produção e remoção do lactato sanguíneo. Este protocolo emprega um esforço máximo prévio para indução da hiperlactatemia (altas concentrações de lactato), seguido de um teste incremental até a exaustão após um período de recuperação. A [lac] apresenta um comportamento em forma de “U” durante o incremento de intensidade e a menor [lac] é considerada a intensidade de LM, pois representa o ponto de equilíbrio entre produção e remoção do lactato sanguíneo (PARDONO et al., 2009; SOTERO et al., 2011; TEGTBUR et al., 1993). Portanto, a indução à hiperlactatemia é fator primordial no teste de LM.

Alternativamente, diversos protocolos de esforço prévio têm sido propostos com a finalidade de induzir a hiperlactatemia, dos quais podemos destacar diferentes testes incrementais máximos (JOHNSON et al., 2009; 2011; SMITH et al., 2002; STRUPLER et al., 2009), um *sprint* máximo e combinações de dois ou mais *sprints* com curtos intervalos de recuperação (CAMPBELL et al., 1998; SMITH et al., 2002; SOTERO et al., 2009a, TEGTBUR et al., 1993), além do teste anaeróbio de Wingate (PARDONO et al., 2009; SIMÕES et al., 2003). No presente estudo, optamos pela utilização de um protocolo com intensidades individualizadas, baseadas na percepção subjetiva de esforço (PSE), para indução à hiperlactatemia.

A escolha de um protocolo prévio baseado na PSE poderia encontrar suporte em seus mecanismos de controle. Por exemplo, a PSE é uma variável psicofisiológica resultante de estímulos sensoriais, provenientes de fatores cardiopulmonares ou periféricos (BORG, 1982; 2000; HAMPSON et al., 2001; NAKAMURA et al., 2010), ou de mecanismos localizados em regiões corticais (WILLIAMSON et al., 2001). A PSE tem sido utilizada no controle e determinação de cargas de treinamento em testes retangulares (NEVES; DOIMO, 2007), identificação do limiar de esforço percebido (NAKAMURA et al., 2009), bem como para identificação do LA em testes incrementais em populações de risco (SIMÕES et al., 2010) e tem sido reproduzível em crianças e adolescentes (LEUNG et al., 2002; PFEIFFER et al., 2002).

Em nossa metodologia optamos pela individualização do protocolo de indução à hiperlactatemia através da PSE, que nos permite um controle da carga interna de treinamento (NAKAMURA et al., 2010). Contudo, a sugestão de um protocolo alternativo para a identificação de um fenômeno fisiológico, deve ser precedida pela investigação de importantes aspectos metodológicos. Por exemplo, para que um protocolo seja considerado válido e fidedigno é necessária a verificação de sua reprodutibilidade (THOMAS et al., 2007). Assim, o objetivo do presente estudo foi verificar a reprodutibilidade de um teste de LM, com indução à hiperlactatemia realizada por intensidade de esforço individualizada pela PSE.

Materiais e métodos

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em seres humanos da Universidade Católica de Brasília (CEP/UCB 104/2008). Os testes e dosagens do lactato sanguíneo foram realizados no Laboratório de Avaliação Física e Treinamento da Universidade Católica de Brasília (LAFIT-UCB). A amostra foi composta por 20 estudantes do sexo masculino, fisicamente ativos ($25,4 \pm 4,1$ anos; $24,1 \pm 2,2$ kg/m²; $14,1 \pm 5,0$ % gordura). Como critérios para participação do estudo os avaliados não poderiam fumar, apresentar disfunção cardiovascular, bem como problemas ortopédicos e/ou neuromusculares.

Os voluntários foram informados sobre os riscos e benefícios da participação no estudo e, após esclarecimentos, convidados a assinar um termo de consentimento livre e esclarecido. Os avaliados receberam orientação para manter a

ingestão alimentar normal durante o experimento e não praticar atividade física durante as últimas 24 horas anteriores. As avaliações foram realizadas sempre no mesmo horário do dia para cada avaliado, com a finalidade de evitar a influência de diferentes ciclos circadianos sobre o desempenho (MELLO et al., 2005).

Para a realização dos testes foi utilizado um ciclo ergômetro com frenagem eletromagnética (Lode-Excalibur, Lode, Holanda). Cada avaliado foi orientado a encontrar uma cadência de pedaladas entre 60 e 80 rotações por minuto, na qual se sentisse confortável para utilização em todos os testes. Sendo considerada exaustão quando o indivíduo não conseguisse manter uma cadência mínima de 60 rotações. Para verificar a reprodutibilidade do protocolo de LM, cada avaliado realizou duas visitas ao laboratório (teste 1 e teste 2), separadas por no mínimo 48 horas, dentro da mesma semana.

Previamente à realização dos testes, os participantes foram submetidos a um eletrocardiograma de repouso, exame clínico cardiológico, anamnese e avaliação antropométrica. Não foi realizada familiarização ao esforço e aos equipamentos utilizados na coleta de dados. Para análise da PSE foi utilizada a escala de 6 a 20 de Borg (1982). Os voluntários receberam explicação prévia sobre a escala, onde foram orientados a relatar a percepção geral que estavam tendo do esforço. A frequência cardíaca (FC) foi monitorada durante os testes (Polar Sport Tester - Finlândia).

Lactato Mínimo (LM)

Os avaliados foram submetidos a dois testes de LM com metodologia idêntica (LM 1 e LM 2). Todas as coletas sanguíneas foram realizadas nos 30 segundos finais de cada estágio, com exceção da indução a hiperlactatemia, que foi coletada no sétimo minuto da recuperação. Após cinco minutos de repouso na posição sentada, foi iniciada a indução a hiperlactatemia, que consistiu de um teste incremental submáximo de quatro estágios, três minutos cada, sem pausa entre eles. Os três primeiros com cargas referentes às percepções 10, 13 e 16, respectivamente. Posteriormente, sem pausa, a carga era ajustada para uma percepção de 17 a 20 (quarto estágio), onde o indivíduo permanecia até a exaustão voluntária. Nos primeiros 10 segundos de cada estágio a carga era ajustada para que se chegasse às intensidades referentes às PSE pré-determinadas (não informadas aos voluntários antes da aplicação dos testes).

Após a exaustão proveniente de esforço prévio, no sétimo minuto de recuperação passiva, foi coletada a amostra sanguínea referente à hiperlactatemia. No oitavo minuto de recuperação, iniciou-se a parte incremental do LM, com carga inicial de 75 watts e incrementos de 25 watts a cada três minutos. A carga de trabalho associada à mínima [lac] obtida durante o teste é definida como a intensidade de LM (DAVIS; GASS, 1979; 1981; DAVIS et al., 1983; TEGT BUR et al., 1993), conforme pode ser observado na figura 1. A determinação da intensidade de LM foi feita por um único avaliador experiente, através de análise visual.

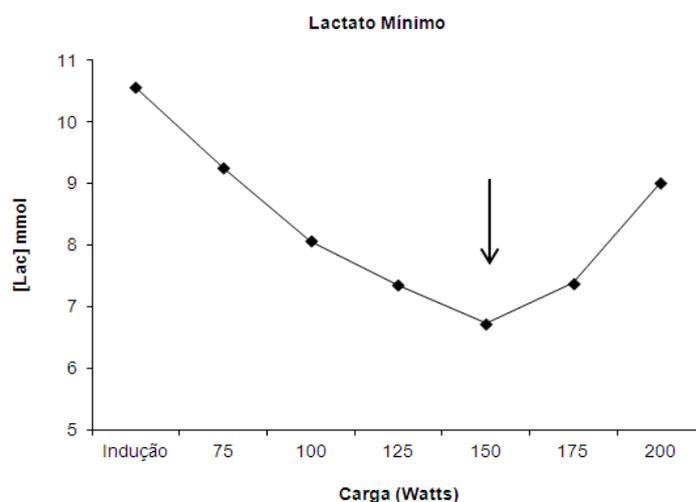


Figura 1: Exemplo de determinação do protocolo de lactato mínimo (LM) em um indivíduo. Indução a hiperlactatemia, mais parte incremental, observando-se a intensidade de LM de modo visual em 150 watts e potência máxima em 200 watts (Pmax).

A FC e PSE no LM (FC-LM e PSE-LM, respectivamente) foram obtidas no final do estágio em que se observou a menor [lac]. Já a frequência cardíaca máxima (FCmax) foi obtida no teste incremental, a partir do maior valor, encontrada no final do último estágio de teste.

Coletas e Análises Sanguíneas

As amostras sanguíneas foram obtidas nos 30 segundos finais de cada estágio, a partir de uma punção do lobo da orelha, utilizando capilares de vidro calibrados para 25 µL. As amostras foram depositadas em micro-tubos de 1,5 ml contendo 50 µL de fluoreto de sódio (NaF 1%) e acondicionadas para posterior dosagem das [lac] pelo método eletroenzimático (YSI-2700 SELECT, Yellow Springs Instruments, Yellow Springs, Ohio, USA).

Tratamento estatístico

Foi utilizada análise descritiva, através de média e desvio-padrão. Foi verificada a distribuição normal dos dados (Shapiro-Wilk). Para verificar diferenças entre as médias dos testes 1 e 2 foi aplicado o teste *t* de Student pareado nos dados paramétricos (DANCEY; REIDY, 2006) e teste de Wilcoxon para os não paramétricos (SPSS 15.0). O *effect size* foi calculado através da equação 1 para os dados analisados com o teste *t* e equação 2 para os dados analisados através do teste Wilcoxon (FIELD, 2009). Ainda, foi calculado o *power* através do software G*Power (versão 3.1.3) (FAUL et al., 2007). A reprodutibilidade entre as variáveis obtidas nos testes de lactato mínimo 1 e

2 foi obtida através do coeficiente de correlação intraclasse (CCI) *One Way Random* (THOMAS et al., 2007) (SPSS 15.0). Os níveis de concordância entre as principais variáveis (intensidade de LM e Pmax) foram obtidos através da técnica de Bland e Altman (1999) (MedCalc 8.2.0.3). Foi adotado um nível de significância de $p \leq 0,05$.

$$ES = \sqrt{\frac{t^2}{t^2 + gl}}$$

Equação 1. *Effect size* para dados analisados com teste *t*, onde “*t*” é o valor obtido no teste e “*gl*” são os graus de liberdade.

$$TE = \frac{Z}{\sqrt{n}}$$

Equação 2. *Effect size* para dados analisados com teste Wilcoxon, onde “*Z*” é o escore e “*n*” o número de indivíduos.

Resultados

Na tabela 1 estão apresentadas as cargas utilizadas na indução dos testes 1 e 2, assim como a [lac] de repouso e hiperlactatemia. Quando comparadas as cargas na PSE-17 a 20 o “*n*” amostral foi de 15, enquanto para as demais comparações foi de 20. No teste 1, quatro voluntários entraram em exaustão durante o terceiro estágio, que se iniciou com cargas correspondentes à PSE-16. No teste 2, apenas um avaliado entrou em exaustão no terceiro estágio.

Tabela 1. Cargas nos diferentes estágios e concentrações de lactato obtidas no repouso e indução a hiperlactatemia, mais níveis de significância (*p*), *Effect Size* e *Power* para as comparações entre os testes 1 e 2.

	Média ± DP	p	Effect Size	Power
[lac] repouso	1,0 ± 0,4			
[lac] repouso 2	1,1 ± 0,4	0,145	-0,38	0,05
PSE-10 (W)	125,7 ± 38,1			
PSE-10 2 (W)	119,6 ± 26,9	0,477	0,16	0,10
PSE-13 (W)	172,8 ± 31,8			
PSE-13 2 (W)	164,7 ± 30,7	0,156	0,32	0,27
PSE-16 (W)	226,7 ± 41,0			
PSE-16 2 (W)	211,2 ± 43,3	0,62	0,41	0,41
PSE 17-20 (W)	268,3 ± 43,3			
PSE-17-20 2 (W)	265,9 ± 45,8	0,817	0,06	0,06
[lac] indução (mmol)	12,0 ± 2,5			
[lac] indução 2 (mmol)	11,3 ± 2,6	0,144	0,33	0,29

[lac] repouso: concentração de lactato após cinco minutos de repouso, antes de qualquer tipo de exercício. PSE-10: carga referente ao estágio na PSE-10. PSE-13: carga referente ao estágio na PSE-13. PSE-16: carga no estágio referente à PSE-16. Indução: PSE 17-20: carga referente ao estágio na PSE 17 a PSE 20. [lac] indução: concentração de lactato referente ao protocolo de indução a hiperlactatemia, coletado no 7º minuto após a exaustão.

Na tabela 2 estão às comparações entre os principais resultados do teste de LM 1 e LM 2, onde foi observada diferença estatisticamente significativa somente na frequência cardíaca no

LM (FC-LM) ($p = 0,022$) e na frequência cardíaca máxima (FCmax) ($p = 0,002$). Todas as demais variáveis não diferiram do teste 1 para o teste 2 ($p > 0,05$).

Tabela 2. Análise descritiva (média \pm DP) para as variáveis analisadas no teste de lactato mínimo 1 e 2 (LM e LM 2), níveis de significância (p), *Effect Size*, *Power* para as comparações entre os testes.

	Média \pm DP	p	Effect Size	Power
LM (W)	155,0 \pm 23,8	0,795	- 0,12	0,08
LM 2 (W)	157,5 \pm 27,0			
FC-LM (bpm)	160,9 \pm 13,2	0,022	- 0,50	0,56
FC-LM 2 (bpm)	154,7 \pm 15,1			
[lac]-LM (mmol)	6,4 \pm 2,5	0,079	0,62	0,75
[lac]-LM 2 (mmol)	5,8 \pm 2,9			
PSE-LM	14,8 \pm 2,1	0,293	0,24	0,17
PSE-LM 2	14,2 \pm 2,1			
FCmax (bpm)	182,4 \pm 9,4	0,002	0,39	0,38
FCmax 2 (bpm)	177,8 \pm 11,9			
Pmax (W)	217,6 \pm 34,6	0,375	- 0,27	0,21
Pmax 2 (W)	222,5 \pm 36,2			
[lac]-exa (mmol)	9,5 \pm 2,6	0,086	- 0,33	0,05
[lac]-exa 2 (mmol)	8,6 \pm 2,6			

LM: intensidade de lactato mínimo; FC-LM: frequência cardíaca no estágio em que ocorreu o LM; [lac]-LM: concentração de lactato no LM; PSE-LM: percepção subjetiva de esforço no LM; FCmax: frequência cardíaca máxima obtida no último estágio; Pmax: potência máxima obtida no final do teste. [lac]-exa: concentração de lactato obtida após exaustão no final do teste incremental do LM.

Tabela 3. Coeficiente de correlação intraclassa (CCI), intervalos de confiança (IC 95%) e valor de significância (p) para a reprodutibilidade das variáveis entre os testes 1 e 2.

Variáveis	CCI	IC 95%	p
LM	0,79	0,49 – 0,92	0,001
FC-LM	0,74	0,35 – 0,89	0,002
[lac]-LM	0,92	0,80 – 0,97	0,001
PSE-LM	0,48	-2,82 – 0,794	0,076
FCmax	0,87	0,69 – 0,95	0,001
Pmax	0,92	0,80 – 0,97	0,001

LM: intensidade de lactato mínimo; FC-LM: frequência cardíaca no LM; [lac]-LM: concentração de lactato no LM; PSE-LM: percepção subjetiva de esforço no LM; FCmax: frequência cardíaca máxima obtida no último estágio; Pmax: potência máxima obtida no final do teste.

Na tabela 3 estão apresentados os valores de coeficiente de correlação intraclassa (CCI) entre as variáveis investigadas nos testes 1 e 2, onde verificamos reprodutibilidade significativa ($p < 0,01$) em todas as variáveis, com exceção da PSE na intensidade de LM (PSE-LM).

A *plotagem* de Bland e Altman está apresentada nas figuras 2A e 2B para as duas principais variáveis, intensidade de LM [-2,5 \pm 41,8 W] e Pmax [-5 \pm 37,3 W]. De uma maneira

geral, as variáveis apresentaram boa concordância entre si, verificada pelo baixo valor de diferença entre as médias (-2,5 W para intensidade de LM e -5 para Pmax). Ainda, dos 20 avaliados, apenas um no LM e dois na Pmax ficaram fora das abas determinadas graficamente.

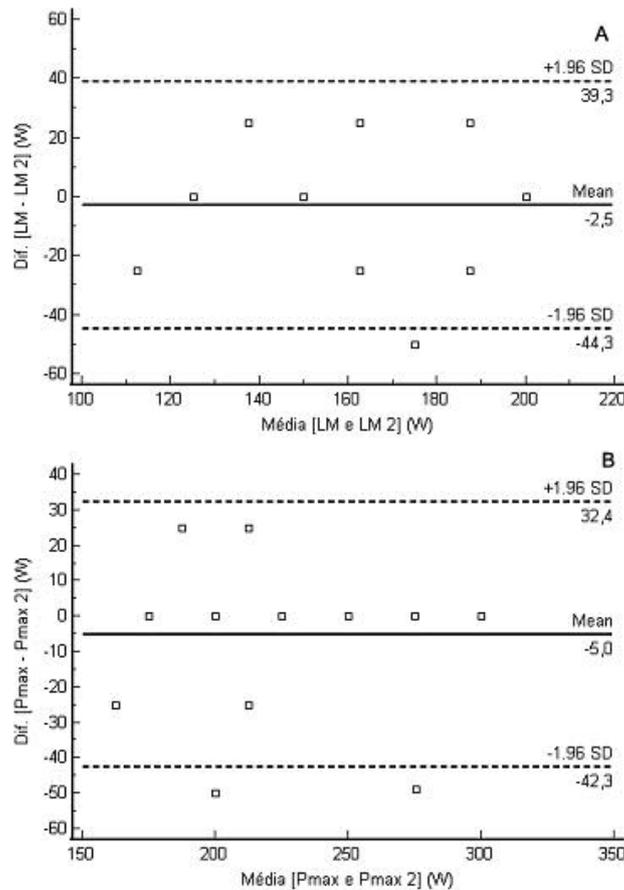


Figura 2A e 2B. Plotagem de Bland e Altman para comparações entre as intensidades de lactato mínimo (LM) (A) e potência máxima (Pmax) (B) obtidas nos testes 1 e 2.

Discussão

O presente estudo teve como objetivo verificar a reprodutibilidade do teste de LM, com cargas da indução a hiperlactatemia individualizadas pela PSE. Podemos observar que não houve diferença estatística entre as principais variáveis investigadas no teste (LM 1) e reteste (LM 2), com exceção da FC-LM e FCmax. Ainda, foi verificada boa reprodutibilidade em diversas variáveis (CCI), com exceção da PSE-LM. A intensidade de LM e Pmax, principais variáveis obtidas no teste, apresentaram também boa concordância (Bland e Altman).

As cargas da indução à hiperlactatemia não apresentaram diferença significativa entre elas ($p = 0,16$), contudo, não foram necessariamente as mesmas nos testes 1 e 2, visto que eram individualizadas pela PSE (tabela 1). Quatro voluntários entraram em exaustão no terceiro estágio da indução à hiperlactatemia (PSE-16) no teste 1, enquanto no teste 2, apenas um voluntário entrou em exaustão no terceiro estágio. Estas particularidades no protocolo de indução

podem ter sido responsáveis pela diferença obtida entre os testes 1 e 2 na FC-LM ($160,9 \pm 13,2$ W e $154,7 \pm 15,1$ W, respectivamente) e FCmax ($182,4 \pm 9,4$ e $177,8 \pm 11,9$ bpm, respectivamente). Contudo, nas duas variáveis em que foram encontradas diferenças estatisticamente significativas (FC-LM e FCmax), observamos um *Effect Size* moderado (0,5 e 0,39 respectivamente) e um *Power* baixo (0,56 e 0,38 respectivamente). Assim, aumenta a possibilidade de estarmos rejeitando a hipótese nula (encontrando diferença entre as médias) ao passo que deveríamos estar aceitando-a (igualdade entre as médias) (THOMAS et al., 2007).

Smith et al. (2002) investigaram se diferentes tipos de indução à hiperlactatemia poderiam alterar a determinação do LM. Utilizaram para isto 4 diferentes protocolos: teste de rampa (10-12 minutos), 30s de *sprint* máximo, 40s de *sprint* máximo e um quarto envolvendo dois *sprints* máximos de 20s com intervalo de um minuto entre eles. As diferentes formas de indução não alteraram a identificação do LM. No presente estudo, optou-se por uma forma inédita de

indução à hiperlactatemia, composta por três estágios de 3 minutos e um quarto até a exaustão, com cargas individualizadas pela PSE (10, 13, 16 e 17-20, respectivamente). Nossa metodologia não prejudicou a identificação da intensidade em que ocorre o LM em teste ($155,0 \pm 23,8$ W) e reteste ($157,5 \pm 27$ W) apresentando ainda boa reprodutibilidade (CCI = 0,79; $p = 0,001$) e concordância [$-2,5 \pm 41,8$ W].

Em estudo feito com ciclistas competitivos, [Smith](#) et al. (2002) encontraram intensidades de LM de $295 (\pm 15$ W). [Pardono](#) et al. (2009), com ciclistas recreacionais, obtiveram valores médios de LM de $209,1 (\pm 23,2$ W). [Strupler](#) et al. (2009), em atletas de *endurance*, encontraram LM de $186 (\pm 12$ W). Nestes estudos foram observados valores de LM superiores aos do presente trabalho, o que demonstrou uma melhor condição aeróbia dos ciclistas competitivos e recreacionais, assim como dos atletas de *endurance*, em relação aos estudantes de Educação Física ($155,0 \pm 23,8$ W no teste 1 e $157,5 \pm 27,0$ W no teste 2), que, embora fossem fisicamente ativos, não treinavam nenhuma modalidade específica.

No presente estudo, optou-se por uma análise visual da intensidade em que o ocorre o LM, caracterizada pela menor [lac] encontrada na parte incremental do teste (figura 1). Muitos estudos têm se utilizado deste tipo de análise, que é uma forma simples e direta de obtenção do fenômeno fisiológico ([SIMÕES](#) et al., 2003; [STRUPLER](#) et al., 2009; [SOTERO](#) et al., 2009b). Entretanto, alguns estudos têm utilizado ajustes matemáticos para encontrar a intensidade de LM, indicando que seria uma forma de corrigir os valores e obter um resultado mais fidedigno ([GONDIM](#) et al., 2007, [JOHNSON](#); [SHARPE](#), 2011; [PARDONO](#) et al., 2008; [RIBEIRO](#) et al., 2003; [SIMÕES](#) et al., 2009). Contudo, [Sotero](#) et al. (2007) investigaram as duas formas de determinação, visual e polinomial, e não encontraram diferenças estatisticamente significantes com a intensidade de MEEL.

Para este tipo de delineamento, se recomenda utilizar o coeficiente de correlação intraclassa (CCI), que analisa dados univariados (mesma variável medida mais de uma vez), sendo um teste específico para identificar erros de medida e variância sistemática entre teste e reteste ([THOMAS](#) et al., 2007). No presente trabalho observamos boa reprodutibilidade (CCI) da intensidade de LM (CCI = 0,79), FC-LM (CCI =

0,74), [lac]-LM (CCI = 0,92), FCmax (CCI = 0,87) e Pmax (CCI = 0,92).

De uma maneira geral, o protocolo de LM com cargas da indução a hiperlactatemia individualizadas pela PSE, apresentou bons índices estatísticos de reprodutibilidade. Como aplicação prática, recomendamos a não utilização da FC e PSE como parâmetro absoluto de prescrição de exercícios, enquanto as cargas encontradas na intensidade de LM e Pmax apresentaram uma consistência estatística maior, o que nos permite sugerir uma prescrição da intensidade de exercícios com pequena possibilidade de erro. Como sugestão de futuros estudos, fica a possibilidade de aplicação do protocolo em diferentes populações, sensibilidade a diferentes programas de treinamento e destreinamento, bem como a capacidade do presente protocolo em estimar uma intensidade de exercício correspondente ao MEEL.

Conclusão

O protocolo de lactato mínimo com intensidade do esforço prévio, utilizado para indução a hiperlactatemia, individualizado pela percepção subjetiva de esforço, em estudantes do sexo masculino e fisicamente ativos, mostrou-se reprodutível.

Referências

- BARON, B.; DEKERLE, J.; ROBIN, S.; NEVIERE, R.; DUPONT, L.; MATRAN, R.; VANVELCENAHAR, J.; ROBIN, H.; PELAYO, P. Maximal lactate steady state does not correspond to a complete physiological steady state. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 24, n. 8, p. 582-587, 2003. doi: <http://dx.doi.org/10.1055/s-2003-43264>
- BARON, B.; NOAKES, T. D.; DEKERKE, J.; MOULLAN, F.; ROBIN, S.; PELAYO, P. Why does exercise terminate at the maximal lactate steady state intensity? **Brazilian Journal of Sports Medicine**, Loughborough, v. 42, n. 10, p. 834-838, 2008. doi: <http://dx.doi.org/10.1136/bjism.2007.040444>.
- BENEKE, R. Methodological aspects of maximal lactate steady state-implications for performance testing. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 89, n. 1, p. 95-99, 2003. doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s00421-002-0783-1>
- BILLAT, V. L.; SIRVENT, P.; PY, G.; KORALSZTEIN, J. P.; MERCIER, J. The concept of maximal lactate steady state: a bridge between biochemistry, physiology and sport science.

Sports Medicine, Auckland, v. 33, n. 6, p. 407-426, 2003.

BLAND, J. M.; ALTMAN, D. G. Measuring agreement in method comparison studies.

Statistical Methods in Medical Research, Sevenoaks, v. 8, n. 2, p. 135-160, 1999. doi: <http://dx.doi.org/10.1177/096228029900800204>

BORG, G. A. Psychophysical bases of perceived exertion. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, Madison, v. 14, n. 5, p. 377-381, 1982.

BORG, G. **Escalas de Borg para a dor e o esforço percebido**. São Paulo: Manole, 2000.

CAMPBELL, C. S. G.; SIMÕES, H. G.; DENADAI, B. S. Reprodutibilidade do limiar anaeróbio individual (iat) e lactato mínimo (Im) determinados em teste de pista. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde**, Londrina, v. 3, n. 3, p. 24-31, 1998.

CUNHA, R. R.; CUNHA, V. N.; RUSSO SEGUNDO, P.; MOREIRA, S. R.; KOKUBUN, E.; CAMPBELL, C. S.; OLIVEIRA, R. J.; SIMÕES, H. G. Determination of the lactate threshold and maximal blood lactate steady state intensity in aged rats. **Cell Biochemistry & Function**, Guildford, v. 27, n. 6, p. 351-357, 2009. doi: <http://dx.doi.org/10.1002/cbf.1580>

CUNHA, V. N. C.; CUNHA, R. R.; SEGUNDO, P. R.; PACHECO, M. E.; MOREIRA, S. R.; SIMÕES, H. G. Oito semanas de treinamento moderado não altera a carga correspondente ao limiar de lactato em ratos idosos. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, Porto, v. 8, n. 2, p. 277-283, 2008.

DANCEY, C. P.; REIDY, J. **Estatística sem matemática para psicologia: usando SPSS para Windows**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

DAVIS, H. A.; BASSETT, J.; HUGHES, P.; GASS, G. C. Anaerobic threshold and lactate turnpoint. **European Journal of Applied Physiology & Occupational Physiology**, Berlin, v. 50, v. 3, p.383-392, 1983.

DAVIS, H. A.; GASS, G. C. Blood lactate concentrations during incremental work before and after maximum exercise. **Brazilian Journal of Sports Medicine**, Loughborough, v. 13, n. 4, p. 165-169, 1979. doi: <http://dx.doi.org/10.1136/bjism.13.4.165>

DAVIS, H. A.; GASS, G. C. The anaerobic threshold as determined before and during lactic acidosis. **European Journal of Applied**

Physiology & Occupational Physiology, Berlin, v. 47, n. 2, p. 141-149, 1981.

FAUL, F.; ERDFELDER, E.; LANG, A. G.; BUCHNER, A. G*Power 3: a flexible statistical power analyses program for the social, behavioral, and biomedical sciences. **Behavior Research Methods**, New York, v. 39, n. 2, p. 175-191, 2007. doi: <http://dx.doi.org/10.3758/BF03193146>

FIELD, A. **Descobrimos a estatística usando o SPSS**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

GONDIM, F. J.; ZOPPI, C. C.; SILVA, L. P.; MACEDO, D. V. Determination of the anaerobic threshold and maximal lactate steady state speed in equines using the lactate minimum speed protocol. **Comparative Biochemistry & Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology**, New York, v. 146, n. 3, p. 375-380, 2007. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cbpa.2006.11.002>

HAMPSON, D. B.; ST CLAIR GIBSON, A.; LAMBERT, M. I.; NOAKES, T. D. The influence of sensory cues on the perceived of exertion during exercise and central regulation of exercise performance. **Sports Medicine**, Auckland, v. 31, n.13, p. 935-952, 2001.

JACOBS, I. Blood Lactate. Implications for Training and Sports Performance. **Sports Medicine**, Stuttgart, v. 3, n. 1, p. 10-25, 1986.

JOHNSON, M. A.; SHARPE, G. R.; BROWN, P. I. Investigations of the lactate minimum test. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 30, n. 6, p. 448-454, 2009. doi: <http://dx.doi.org/10.1055/s-0028-1119404>

JOHNSON, M. A.; SHARPE, G. R. Effects of protocol design on lactate minimum power. . **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 32, n. 3, p. 199-204, 2011. Doi: 10.1055/s-0030-1268487.

LEUNG, M. L.; CHUNG, P. K.; LEUNG, R. W. An assessment of the validity and reliability of two perceived exertion rating scales among Hong Kong children. **Perceptual & Motor Skills**, Louisville, v. 95, n. 3 Pt 2, p. 1047-1062, 2002. doi: <http://dx.doi.org/10.2466/pms.2002.95.3f.1047>

MELLO, M. T.; BOSCOLO, R. A.; ESTEVES, A. M.; TUFIK, S. O exercício físico e os aspectos psicobiológicos. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, Niterói, v. 11, n. 3, p. 203-207, 2005. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1517-86922005000300010>

MOREIRA, S. R.; ARSA, G.; OLIVEIRA, H. B.; LIMA, L. C.; CAMPBELL, C. S.; SIMÕES, H. G.

Methods to identify the lactate and glucose thresholds during resistance exercise for individuals with type 2 diabetes. **Journal of Strength & Conditioning Research**, Philadelphia, v. 22, n. 4, p.1108-1115, 2008. doi: <http://dx.doi.org/10.1519/JSC.0b013e31816eb47c>

NAKAMURA, F. Y.; OKUNO, N. M. Perceived exertion threshold: Comparison with ventilatory thresholds and critical power. **Science & Sports**, Paris, v. 24, n.3-4, p.196-201, 2009. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scispo.2008.07.003>

NAKAMURA, F. Y.; MOREIRA, A.; AOKI, M. S. Monitoramento da carga de treinamento: a percepção subjetiva de esforço da sessão é um método confiável? **Revista da Educação Física**, Maringá, v. 21, n. 1, p. 1-11, 2010. doi: <http://dx.doi.org/10.4025/reveducfis.v21i1.6713>

NEVES, A. R. M.; DOIMO, L. A. Avaliação da percepção subjetiva de esforço e da frequência cardíaca em mulheres adultas durante aulas de hidroginástica. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, Florianópolis, v. 9, n. 4, p. 386-392, 2007.

PARDONO, E.; SOTERO, R. C.; HIYANE, W.; MOTA, M. R.; CAMPBELL, C. S. G.; NAKAMURA, F. Y.; SIMÕES, H. G. Maximal lactate steady-state prediction through quadratic modeling of selected stages of the lactate minimum test. **Journal of Strength & Conditioning Research**, Philadelphia, v. 22, n. 4, p. 1073-1080, 2008. doi: <http://dx.doi.org/10.1519/JSC.0b013e318173c594>

PARDONO, P.; MADRID, B.; MOTTA, D. F.; MOTA, M. R.; CAMPBELL, C. S. G.; SIMÕES, H. G. Lactato mínimo em protocolo de rampa e sua validade em estimar o máximo estado estável de lactato. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, Florianópolis, v. 11, n. 2, p. 174-180, 2009.

PFEIFFER, K. A.; PIVARNICK, J. M.; WOMACK, C. J.; REEVES, M. J.; MALINA, R. M. Reliability and validity of the Borg and OMNI rating of perceived exertion scales in adolescent girls. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, Madison, v. 34, n. 12, p. 2057-2061, 2002.

RIBEIRO, L.; BALIKIAN, P.; MALACHIAS, P.; BALDISSERA, V. Stage length, spline function and lactate minimum swimming speed. **Journal of Sports Medicine & Physical Fitness**, Torino, v. 43, n. 3, p. 312-318, 2003.

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, n. 6, p. 603-611, 2003. doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s00421-003-0851-1>

SIMÕES, H. G.; HIYANE, W. C.; SOTERO, R. C.; PARDONO, E.; PUGA, G. M.; LIMA, CAMPBELL, C. S. G. Polynomial modeling for the identification of lactate minimum velocity by different methods. **Journal of Sports Medicine & Physical Fitness**, Torino, v. 49, n. 1, p. 14-18, 2009.

SIMÕES, H. G.; HIYANE, W. C.; BENFORD, R. E.; MADRID, B.; PRADA, F. A.; MOREIRA, S. R.; NAKAMURA, F. Y.; OLIVEIRA, R. J.; CAMPBELL, C. S. G. Lactate threshold prediction by blood glucose and rating of perceived exertion in people with type 2 diabetes. **Perceptual & Motor Skills**, Louisville, v. 111, n. 2, p. 365-378, 2010. doi: <http://dx.doi.org/10.2466/06.13.15.27.PMS.111.5.365-378>

SMITH, M. F.; BALMER, J.; COLEMAN, D. A.; BIRD, S. R.; DAVISON, R. C. Method of lactate elevation does not affect the determination of the lactate minimum. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, Madison, v. 34, n. 11, p. 1744-1749, 2002.

SOTERO, R. C.; CAMPBELL, C. S. G.; PARDONO, E.; PUGA, G. M.; SIMÕES, H. G. Polynomial adjustment as a new technique for determination of lactate minimum velocity with blood sampling reduction. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, Florianópolis, v. 9, n. 4, p. 327-332, 2007.

SOTERO, R.C.; PARDONO, E.; GRUBERT CAMPBELL, C.S.; SIMOES, H.G. Indirect assessment of lactate minimum and maximal blood lactate steady-state intensity for physically active individuals **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 23 n 3, p. 847-853, 2009a. doi: <http://dx.doi.org/10.1519/JSC.0b013e318196b609>

SOTERO, R. C.; PARDONO, E.; LANDWEHR, R.; CAMPBELL, C. S. G.; SIMÕES, H. G. Blood glucose minimum predicts maximal lactate steady state on running. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 30, n. 9, p. 643-646, 2009b. doi: <http://dx.doi.org/10.1055/s-0029-1220729>

SOTERO, R. C.; CUNHA, V. N. C.; MADRID, B.; SALES, M. M.; MOREIRA, S. R.; SIMÕES, H. G. Identificação do lactato mínimo de corredores adolescentes em teste de pista de três estágios incrementais. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Paulo, v. 17, n. 2, p. 119-122, 2011. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1517-86922011000200010>

STRUPLER, M.; MUELLER, C.; PERRET, C.
Heart rate-based lactate minimum test: a
reproducible method. **Brazilian Journal of
Sports Medicine**, Loughborough, v. 43, n. 6, p.
432-436, 2009. doi:
<http://dx.doi.org/10.1136/bjism.2006.032714>

SVEDAHL, K.; MACINTOSH, B. R. Anaerobic
threshold: the concept and methods of
measurement. **Canadian Journal of Applied
Physiology**, Champaign, v. 28, n. 2, p. 299-323,
2003.

TANAKA, K.; MATSUURA, Y.; KUMAGAI, S.;
MATSUZAKA, A.; HIRAKOBA, K.; ASANO, K.
Relationships of anaerobic threshold and onset of
blood lactate accumulation with endurance
performance. **European Journal of Applied
Physiology & Occupational Physiology**, Berlin,
v. 52, n. 1, p. 51-56, 1983.

TEGTBUR, U.; BUSSE, M. W.; BRAUMANN, K.
M. Estimation of an individual equilibrium between
lactate production and catabolism during exercise.
Medicine & Science in Sports & Exercise,
Madison, v. 25, n. 5, p. 620-627, 1993.

THOMAS, J. R.; NELSON, J. K.; SILVERMAN, S.
J. Métodos de pesquisa em atividade física. 5.
ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.

URHAUSEN, A.; GABRIEL, H.; KINDERMANN,
W. Blood hormones as markers of training stress
and overtraining. **Sports Medicine**, Stuttgart, v.
20, n. 4, p. 251-276, 1995.

WILLIAMSON, J. W.; McCOLL, R.; MATHEWS,
D.; MITCHELL, J. H.; RAVEN, P. B.; MORGAN,
W. P. Hypnotic manipulation of effort sense during
dynamic exercise: cardiovascular responses and
brain activation. **Journal of Applied Physiology**,
Bethesda, v. 90, p. 1392-1399, 2001.

Agradecimentos: À Coordenação de
Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
(CAPES), que financiou o presente trabalho,
disponibilizando uma bolsa de estudos
(Prosup/Capes) ao primeiro autor. Ao Laboratório
de Avaliação Física e Treinamento (LAFIT) e sua
equipe, pelo suporte e equipamentos para a
realização da pesquisa.

Endereço:

Bibiano Madrid
UCB – Programa de Pós-Graduação em
Educação Física.
QS 07, Lote 01, S/N, Bloco G, Sala 119, Areal.
Taguatinga DF Brasil
71966-700.
Telefone: (61) 3356-9350.
e-mail: bibiano.madrid@gmail.com

*Recebido em: 17 de outubro de 2010.
Aceito em: 2 de outubro de 2012.*



Motriz. Revista de Educação Física. UNESP, Rio Claro,
SP, Brasil - eISSN: 1980-6574 - está licenciada sob
[Creative Commons - Atribuição 3.0](https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/)