



Identificação do limiar de lactato e limiar glicêmico em exercícios resistidos

João Carlos de Oliveira¹, Vilmar Baldissera¹, Herbert Gustavo Simões², Ana Paula de Aguiar³, Paulo Henrique Silva Marques de Azevedo¹, Patrícia Aparecida Franco de Oliveira Poian³, Sergio Eduardo de Andrade Perez¹

RESUMO

Com o objetivo de analisar a possibilidade de identificar o limiar glicêmico (LG), bem como comparar e correlacionar as intensidades dos limiares glicêmico e de lactato (LL) em exercícios resistidos incrementais, 12 voluntários do sexo masculino (24,4 ± 1,2 anos) adaptados ao exercício resistido foram submetidos a testes incrementais realizados nos exercícios *leg press* 45° (LP) e supino reto (SR). As intensidades aplicadas nos estágios incrementais de 1 min foram de 10%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80% e 90% da carga máxima (1RM) determinada anteriormente, ou até a exaustão voluntária. As coletas sanguíneas para as dosagens das concentrações de lactato e glicose sanguínea foram realizadas durante os 2 min de pausa entre os estágios (YSI 2300 S). O comportamento da glicemia e lactatemia foram similares em ambos os exercícios estudados. Não foram encontradas diferenças significativas ($p > 0,05$) entre as percentuais de 1RM nos limiares lactatêmicos e glicêmicos observados, respectivamente, no LP (36,6 ± 1,4% e 32,9 ± 1,5%) e SR (31,2 ± 1,2% e 31,2 ± 1,8%). Alta correlação foi observada entre os limiares glicêmico e lactatêmico identificados tanto no LP ($r = 0,80$; $p < 0,001$) quanto no SR ($r = 0,73$; $p < 0,006$). Concluiu-se que foi possível identificar os limiares de lactato e glicêmico em exercícios resistidos incrementais. No entanto, o significado desses limiares bem como sua validade para avaliação funcional e prescrição de exercícios devem ser melhor investigados.

ABSTRACT

Identification of the lactate threshold and the blood glucose threshold in resistance exercise

The purpose of this study was to verify the possibility of identifying the blood glucose threshold (GT) as well as to compare and correlate the GT with the lactate threshold (LT) during resistance exercises. Twelve healthy male volunteers aged 24.4 ± 1.2 years and adapted to resistance training were submitted to an incremental resistance exercise with graded intensities according to their maximal workload (kg) performed for 1 repetition (1RM) on both *leg press* (LP) and *bench press* (BP). The intensities applied for each 1 min stage were of 10%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80% and 90% of 1RM, respectively, or until volitional exhaustion. Blood lactate and glucose measurements were done each 2 min rest between each stage (YSI 2300 S). The

Palavras-chave: Limiar anaeróbio. Lactato sanguíneo. Glicemia. Musculação.

Keywords: Anaerobic threshold. Blood lactate. Blood glucose. Weight lifting.

Palabras-clave: Limite anaeróbico. Lactato sanguíneo. Glicemia. Musculación.

blood lactate and glucose responses were similar for both exercises. No differences were verified for the relative intensity (% 1RM) at which the inflection point of blood lactate and glucose curves were observed respectively for LP (36.6 ± 1.4% and 32.9 ± 1.5%) and BP (31.2 ± 1.2% and 31.2 ± 1.8%) ($p > 0.05$). Additionally, a high correlation was verified between LT and GT identified both on LP ($r = 0.80$) and SR ($r = 0.73$) ($p < 0,05$). It was concluded that it is possible to identify the LT and GT on resistance exercises. However, additional studies should investigate the meaning of these thresholds and their validity for exercise evaluation and training prescription.

RESUMEN

Identificación de los límites de lactato y de glicemia en ejercicio continuo

Con el objetivo de analizar la posibilidad de identificar el límite glicémico (LG), bien como comparar y correlacionar las intensidades de los límites glicémico y de lactato (LL) en ejercicios continuos incrementales, doce voluntarios del sexo masculino (24,4 ± 1,2 años) adaptados al ejercicio continuo fueron sometidos a tests incrementales realizados en los ejercicios *leg press* 45° (LP) y *supino recto* (SR). Las intensidades aplicadas en las etapas incrementales de 1 min fueron 10%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80% y 90% de la carga máxima (1RM) determinada anteriormente, o hasta la extenuación voluntaria. Las colectas sanguíneas para los dosajes de las concentraciones de lactato y glicosis sanguínea fueron realizadas durante los 2 min de pausa entre las etapas (YSI 2300 S). El comportamiento de glicemia y lactatemia fueron similares en ambos ejercicios estudiados. No se encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre los percentiles de 1RM en los límites lactatêmicos y glicêmicos observados respectivamente en LP (36,6 ± 1,4% y 32,9 ± 1,5%) y SR (31,2 ± 1,2% y 31,2 ± 1,8%). Se observó alta correlación entre los límites glicémico y lactatêmico identificados tanto en LP ($r = 0,80$; $p < 0,001$) como en SR ($r = 0,73$; $p < 0,006$). Concluimos que fue posible identificar los límites de lactato y glicemia en ejercicios continuos incrementales. Sin embargo, el significado de estos límites así como su validez para la evaluación funcional y prescripción de ejercicios deben ser mejor investigados.

1. Universidade Federal de São Carlos – Laboratório de Fisiologia de Exercício – SP.

2. Programa de Mestrado e Doutorado em Educação Física – Universidade Católica de Brasília – DF.

3. UNIARARAS – Centro Universitário Herminio Ometto – Araras, SP.

Recebido em 31/8/05. Versão final recebida em 24/7/06. Aceito em 24/8/06.

Endereço para correspondência: João Carlos de Oliveira, Rua Barão de Arary, 319, Centro – 13600-170 – Araras, SP. Tel.: (19) 3542-3748. E-mail: vertical@linkway.com.br

INTRODUÇÃO

A resposta do lactato sanguíneo ao exercício tem sido utilizada para identificar parâmetros de aptidão aeróbia, como o limiar de lactato (LL), o limiar anaeróbio individual, o lactato mínimo e a máxima fase estável de lactato. Esses parâmetros podem ser utilizados como referência para prescrição e controle de intensidades do treinamento físico, e diferentes protocolos de avaliação têm

sido utilizados especialmente em corrida⁽¹⁻²⁾, ciclismo⁽³⁾ e natação⁽⁴⁾. Contudo, alguns autores têm proposto a identificação do limiar de lactato também durante realização de exercícios resistidos incrementais⁽⁵⁻⁶⁾.

Além da resposta do lactato sanguíneo, estudos iniciais sobre a resposta da glicemia ao exercício incremental em corredores⁽⁷⁻¹⁰⁾ sugeriram a identificação do limiar glicêmico (LG) como uma alternativa para avaliação da capacidade aeróbia. Estudos subsequentes também evidenciaram a similaridade entre as respostas do lactato e glicemia durante exercícios incrementais, confirmando a identificação de um LG tanto na corrida⁽⁹⁻¹¹⁾, natação^(4,12) e ciclo ergômetro⁽¹³⁻¹⁴⁾, e a aplicação desses limiares na avaliação e prescrição de exercícios para pacientes diabéticos tem sido sugerida⁽¹⁵⁾. No entanto, comparação entre as respostas do lactato sanguíneo e glicemia durante realização de exercícios resistidos, bem como a possibilidade de identificar um limiar glicêmico nesse tipo de exercício, ainda não foi analisada.

Programas de exercícios resistidos têm sido recomendados não apenas para melhoria da aptidão funcional de atletas e sedentários saudáveis, mas também como forma de tratamento não medicamentoso de algumas patologias, uma vez que se têm mostrado eficazes na melhora das funções metabólica, neuromuscular, cardiovascular e da composição corporal de populações especiais⁽¹⁶⁻¹⁹⁾. Assim, é relevante que métodos individualizados de avaliação funcional em exercícios resistidos sejam investigados.

Os objetivos do presente estudo foram analisar a possibilidade de identificar o limiar glicêmico, bem como comparar e correlacionar as intensidades dos limiares glicêmico e de lactato em exercícios resistidos incrementais.

MÉTODOS

Seleção dos participantes

Os métodos utilizados no presente estudo foram aprovados pelo Comitê de Ética de Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Federal de São Carlos. Doze voluntários jovens do sexo masculino, com idade, peso corporal total e altura média (\pm erro padrão) de $24,4 \pm 1,2$ anos, $81,1 \pm 3,7$ kg e $177,3 \pm 1,9$ cm, respectivamente, foram selecionados após responder a uma anamnese sobre seu histórico de saúde e prontidão para atividade física. Para inclusão no estudo cada participante deveria estar adaptado ao exercício com pesos pelo menos por dois anos, não ser usuário de qualquer tipo de droga, além de não apresentar problemas osteoligamentares ou qualquer outro problema de saúde que limitasse sua participação nos testes de esforço propostos nesta metodologia. Detalhes metodológicos, incluindo os critérios de inclusão, também foram apresentados no termo de consentimento informado sobre os riscos e benefícios dos procedimentos do estudo. Os participantes foram submetidos, em dias distintos, a duas sessões de exercícios, sendo um teste para a determinação da carga máxima (1RM)⁽²⁰⁾ nos exercícios estudados e dois testes incrementais em exercícios resistidos realizados no mesmo dia, respectivamente, no *leg press* 45° (LP) e no supino reto (SR).

Escolha e descrição dos exercícios realizados

Os exercícios no *leg press* e supino reto foram selecionados em virtude de suas características e aplicabilidade no estudo e na população escolhida.

O *leg press* 45° é um exercício multiarticular que envolve a ação coordenada de grupos musculares dos membros inferiores. Para realização do movimento, partia-se de uma posição sentada com o tronco apresentando inclinação de 45° em relação à linha horizontal do solo, joelhos estendidos e os pés apoiados sobre a plataforma de pesos. Na realização do ciclo do movimento, os joelhos e o quadril realizavam uma flexão de 90° em contração excêntrica da musculatura envolvida, retornando em contração concêntrica.

O supino reto apresenta característica biarticular, envolvendo a ação coordenada de músculos da cintura escapular e cotovelo. O exercício é realizado em cadeia aberta, para membros superiores e a execução do movimento consistiu em, a partir da posição inicial deitada com as costas apoiadas sobre o banco de supino e os pés no chão, retirar a barra do seu suporte, com as mãos apoiadas a distância suficiente para que, no momento em que a barra tocasse o tórax, o cotovelo formasse um ângulo de 90° em flexão. Durante o ciclo de movimento as contrações dos músculos envolvidos foram excêntricas na flexão e concêntricas na extensão do cotovelo. Durante todo o ciclo de movimento os voluntários foram orientados a evitar o componente isométrico, mantendo sempre a característica dinâmica de ambos os exercícios.

Determinação dos limiares de lactato e glicêmico

A determinação do LL e LG deu-se através da inspeção visual da curva de lactato e da glicemia, respectivamente, por dois avaliadores independentes e experientes. A intensidade em que houve a perda da linearidade com um aumento abrupto e exponencial da curva da lactatemia foi considerada como sendo o LL. Para o LG foi considerada a intensidade em que a curva de glicemia apresentou o menor ponto, que foi determinado independentemente da resposta do lactato sanguíneo.

Protocolo experimental de cargas crescentes

Para a realização do protocolo de carga crescente foi obedecida a seguinte padronização adaptada de Barros *et al.*⁽⁵⁾: a) foi realizado um a dois dias após a determinação da carga de 1RM dos exercícios LP e SR; b) os exercícios foram testados no mesmo dia, com um intervalo de no mínimo 20 minutos entre um e outro, sendo a seguinte ordem de execução: LP e SR; c) o fracionamento das cargas ficou assim determinado: 10, 20, 25, 30, 35, 40, 50, 60, 70, 80, 90% de 1RM; esse fracionamento de carga foi obedecido para os dois exercícios; d) o ciclo de cada repetição foi aproximadamente de três segundos. A duração de cada estágio foi de um minuto, com um total de 20 repetições por estágio e intervalo de dois minutos entre os estágios para o acréscimo de carga e coleta de amostras sanguíneas para dosagem de lactato e glicose sanguínea. O ritmo de cada estágio foi controlado por comandos verbais e o final do teste foi determinado pela incapacidade de realizar o movimento dentro da mecânica correta previamente estabelecida, pela incapacidade de realizar o número de repetições completas no tempo referido para o estágio ou ainda por vontade do avaliado, ainda que fosse estimulado a continuar.

Coletas e análises sanguíneas

As coletas sanguíneas foram realizadas inicialmente por punção no lobo da orelha, após assepsia com álcool e utilizando-se de lanceta e luvas de procedimentos descartáveis. Todas as amostras sanguíneas foram coletadas durante o primeiro minuto de recuperação após o término de cada estágio completado satisfatoriamente, em que 25µl de sangue capilarizado eram coletados em capilares de vidro heparinizados e calibrados e posteriormente depositadas em tubos Eppendorff contendo 50µl de NaF 1%. Todas as amostras eram armazenadas a -20°C para posterior análise. As concentrações de lactato e glicose sanguínea foram mensuradas por um analisador de lactato e glicose eletroenzimático (YSI 2300L – Yellow Springs Instruments – Ohio, EUA). Tal técnica tem sido utilizada e recomendada na literatura corrente para estudos que se utilizam da resposta da glicemia na avaliação diagnóstica⁽²¹⁻²²⁾. Os valores da lactacidemia e glicemia foram expressos em mmol.l⁻¹ e mg.dl⁻¹, respectivamente.

Tratamento estatístico

O tratamento estatístico dos dados foi realizado por meio da análise descritiva de todas as variáveis, em que os valores foram expressos na média \pm erro padrão ($X \pm EP$). Teste *t* de Student

para amostras pareadas foi utilizado para comparar valores de LL e LG identificados nos exercícios estudados. As comparações entre os valores relativos ao percentual de 1RM encontrados nos limiares de lactato e glicêmico, em ambos os exercícios, foram realizadas utilizando-se o teste ANOVA *one-way*, com complementação do teste de Tukey-Kramer para localizar as possíveis diferenças encontradas. A correlação linear existente entre duas variáveis foi

verificada pelo coeficiente de Spearman entre os valores absolutos em que o LL e LG foram observados nos testes incrementais no LP e SR. Todo o tratamento estatístico foi realizado pelo *software GraphPad Instat 2.01*. O índice de significância adotado foi de 5% com um grau de confiabilidade de 95%.

RESULTADOS

As respostas do lactato sanguíneo e glicemia durante os testes incrementais utilizados neste estudo possibilitaram a identificação tanto do limiar de lactato (LL) quanto do limiar glicêmico (LG) (figuras 1A e 1B). O comportamento dos valores médios do lactato sanguíneo e glicemia estão representados na figura 2, para ambos os exercícios utilizados.

Diferenças estatísticas significantes ($F = 83,57$; $p < 0,0001$) foram encontradas para os limiares de lactato (LP: $115,9 \pm 13,2$ kg; SR: $29,9 \pm 2,4$ kg) e glicêmico (LP: $132,8 \pm 15,5$ kg; SR: $30,3 \pm 3,4$ kg) quando expressos em cargas absolutas. No entanto quando os valores dos limiares foram expressos para a carga relativa (% de 1RM) não foram observadas diferenças significativas ($p > 0,05$) para as cargas relativas aos limiares de lactato (LP: $32,9 \pm 1,4\%$ e SR: $31,2 \pm 1,2\%$) e glicêmico (LP: $36,6 \pm 1,5\%$ e SR: $31,2 \pm 1,8\%$).

A tabela 1 apresenta sumariamente os principais resultados referentes à carga absoluta (kg) e relativa (%1RM) correspondentes

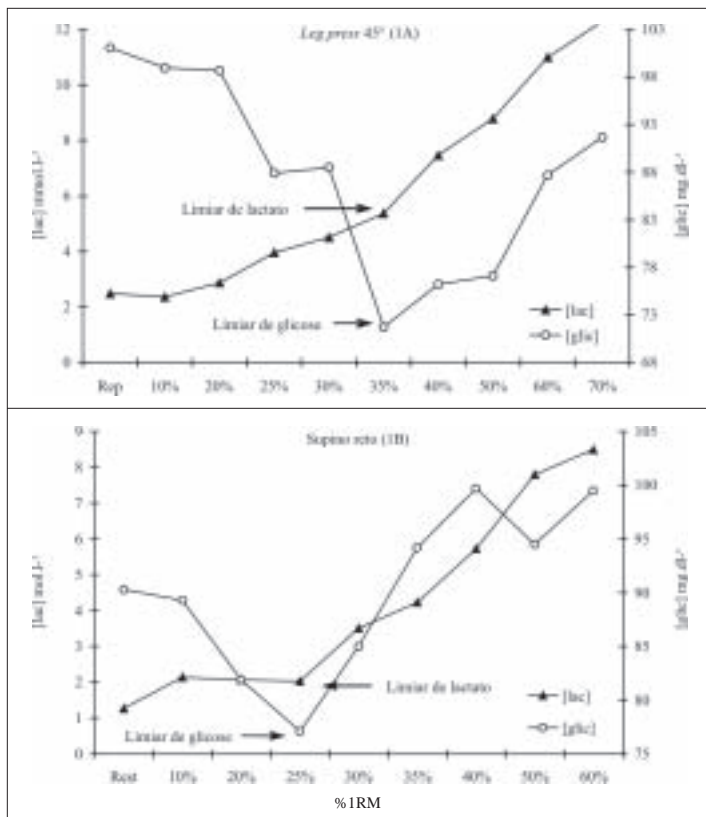


Figura 1 – Comportamento do lactato sanguíneo ([lac]) e glicemia ([glic]) durante identificação do limiar de lactato e glicêmico no exercício leg press 45° (A) e supino reto (B) para um voluntário

TABELA 1
Resultados médios (\pm EP) correspondentes à carga absoluta (kg), carga relativa (%1RM), concentração de lactato e glicemia nos referidos limiares estudados (n = 12)

	Carga absoluta (kg)	Carga relativa (%1RM)	Lactato (mmol.l ⁻¹)	Glicemia (mg.dl ⁻¹)
LP[LL]	115,9 \pm 13,3 ^{a,b}	32,9 \pm 1,4	2,7 \pm 0,3	
LP[LG]	132,8 \pm 15,5 ^{c,d}	36,6 \pm 1,5		65,7 \pm 3,3
SR[LL]	29,9 \pm 2,4	31,2 \pm 1,2	3,8 \pm 0,5	
SR[LG]	30,3 \pm 3,4	31,2 \pm 1,8		66,5 \pm 3,1

LP – leg press 45°, SR – supino reto, [LL] – limiar de lactato, [LG] – limiar glicêmico, a = $p < 0,0001$ entre LP[LL] vs. SR[LL], b = $p < 0,0001$ entre LP[LL] vs. SR[LG], c = $p < 0,0001$ entre LP[LG] vs. SR[LL] e d = $p < 0,0001$ entre LP[LG] vs. SR[LG].

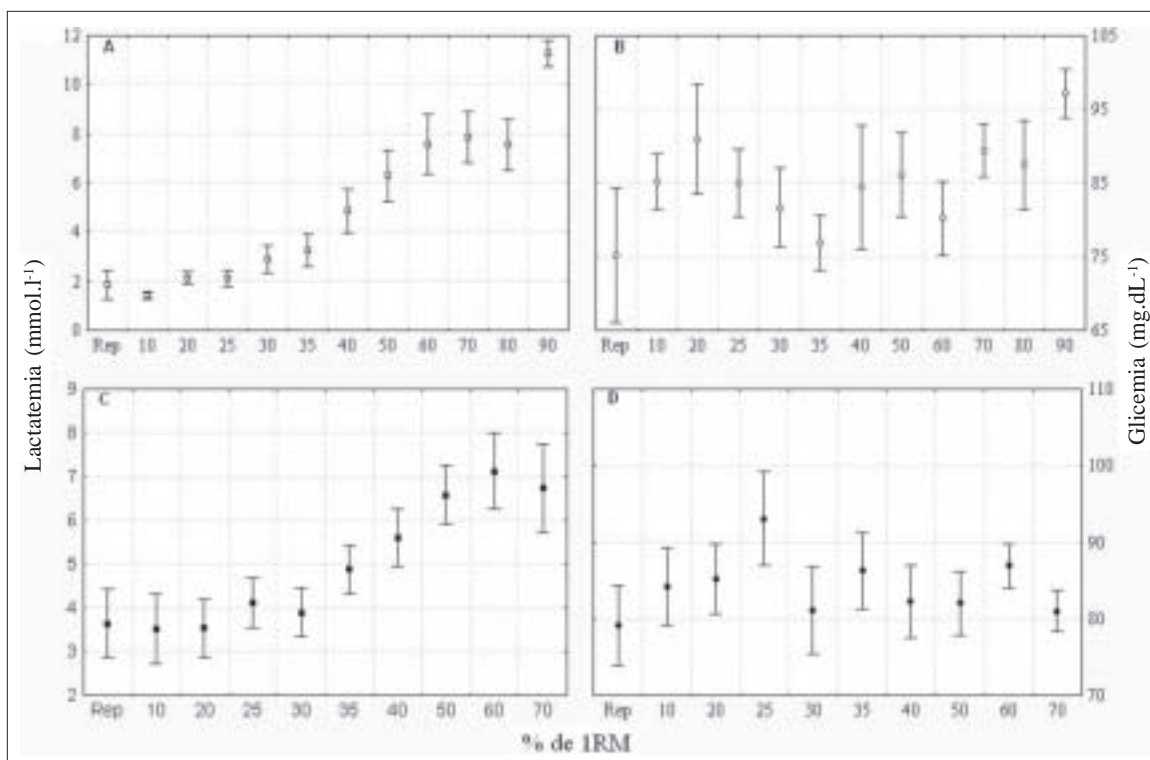


Figura 2 – Comportamento dos valores médios do lactato sanguíneo ([lac]) e glicemia ([glic]) durante o exercício leg press 45° (A e C) e supino reto (B e D), respectivamente

ao LL e LG identificados pelos dois métodos estudados, bem como a concentração de lactato e de glicose sanguíneos nos momentos correspondentes ao LL e LG, respectivamente; não foram evidenciadas diferenças estatísticas significantes ($p > 0,05$) para ambos os parâmetros (e.g.: lactato e glicose sanguíneos) entre LP vs. SR. Correlação significativa foi observada entre LG e LL, tanto no exercício realizado no LP ($r = 0,80$; $p < 0,001$) quanto no SR ($r = 0,73$; $p < 0,006$) quando aplicado o coeficiente de correlação de Spearman.

DISCUSSÃO

O presente estudo investigou a possibilidade de identificar os limiares de lactato (LL) e glicêmico (LG) em exercícios resistidos. Nossos resultados evidenciaram que tanto o LL quanto o LG puderam ser identificados durante o protocolo de exercícios incrementais aplicados nos exercícios LP e SR. Os limiares de lactato e glicêmico, tanto no LP quanto no SR, ocorreram em intensidades entre 31 e 36% de 1RM, o que está de acordo com estudos anteriores investigando a ocorrência do LL em exercícios resistidos⁽⁵⁻⁶⁾.

Barros *et al.*⁽⁵⁾ e Azevedo *et al.*⁽⁶⁾ investigaram o comportamento do lactato sanguíneo em três exercícios resistidos distintos, utilizando-se de procedimento experimental semelhante ao da presente investigação, e observaram que o LL ocorria em intensidades entre 28% e 31% de 1RM, não sendo encontradas diferenças estatísticas entre as intensidades relativas (%1RM) correspondentes aos limiares identificados para cada exercício, em ambos os estudos. No entanto, as respostas glicêmicas e a possibilidade de identificação do limiar glicêmico durante exercícios resistidos incrementais não foram investigados por esses autores. Pelo que temos conhecimento, o presente estudo foi o primeiro a investigar as respostas da glicemia durante exercícios resistidos incrementais.

Durante os testes de incrementais utilizados em nossa metodologia, a glicemia diminuiu progressivamente até uma intensidade que coincidiu com o LL, apresentando então, a partir desta intensidade, um sensível aumento. Este comportamento foi semelhante ao descrito por outros autores durante exercícios incrementais não resistidos realizados em corrida^(8,11) e natação^(5,12) e em exercícios dinâmicos de cargas crescentes realizados em cicloergômetro⁽¹³⁾. Além disso, tem sido evidenciado que o LG pode ser identificado mesmo quando os testes incrementais são realizados após indução de acidose láctica (testes de lactato mínimo) em corrida⁽⁹⁻¹⁰⁾, cicloergômetro⁽¹³⁾ e natação⁽⁴⁾, tanto em indivíduos atletas⁽⁹⁻¹⁰⁾ quanto em não atletas⁽¹¹⁾.

Durante o exercício ocorre aumento da fosforilação de proteínas relacionadas à captação de glicose pelo músculo esquelético, resultando em maior quantidade de GLUT4 translocados para a membrana celular, com conseqüente aumento na captação de glicose pelo músculo ativo⁽²³⁾. No presente estudo, essa seqüência de eventos também poderia explicar o comportamento descendente inicial da curva glicêmica, até determinadas intensidades (e.g.: LL e/ou LG) a partir das quais a glicemia volta a aumentar. O aumento da glicemia em intensidades supralimárias pode ter ocorrido em função de maior atividade adrenérgica induzindo gliconeólise hepática, bem como por maior atividade gliconeogênica mediada pelo glucagon, uma vez que diversos autores⁽²⁴⁻²⁷⁾ têm sugerido que esses mecanismos de controle ocorram durante exercícios de alta intensidade, podendo explicar a resposta glicêmica similar à resposta do lactato sanguíneo em intensidades supralimárias no presente estudo.

Segundo Rose e Richter⁽²³⁾, durante o exercício intenso ocorre inibição da enzima hexoquinase, limitando o influxo e a fosforilação da glicose no citosol do miócito. Ainda, segundo Shalin⁽²⁸⁾, as enzimas glicogênio fosfatase e fosfofrutoquinase controlam a degradação de glicogênio e glicose, e suas ações são inibidas devido à queda do pH intramuscular. Tais evidências poderiam sugerir

que, no presente estudo, tenha ocorrido menor utilização e captação de glicose quando o exercício atinge intensidades supralimárias, contribuindo para elevação da glicemia e observação do LG, especialmente no LP.

Outro possível mecanismo que explicaria o aumento da glicemia durante o exercício em intensidades supralimárias é a atividade da interleucina-6 (IL-6), que tem importante papel no aumento da gliconeogênese hepática⁽²⁹⁻³⁰⁾, mas o efeito da intensidade do exercício nessas respostas ainda não está elucidado.

No presente estudo não foram mensuradas variáveis que pudessem explicar o comportamento glicêmico, como as respostas de hormônios hiperglicemiantes. Contudo, utilizando-se de testes incrementais em exercícios resistidos, mesmo com estágios de apenas 1 min de duração e 2 min de pausa entre eles, evidenciamos um comportamento glicêmico semelhante a estudos citados anteriormente, permitindo a identificação do LG.

Os valores absolutos (kg) referentes aos limiares (LL e LG) foram diferentes entre os exercícios LP e SR (tabela 1). O fato de os valores de LL e LG observados no LP terem sido maiores que o SR já era esperado devido à maior massa muscular envolvida no LP. Contudo, quando representados pela carga relativa, não foram verificadas diferenças entre SR e LP para o percentual de 1RM em que os limiares de lactato e glicêmico foram observados (tabela 1). Esses resultados reforçam que, mesmo para grupos musculares específicos trabalhados isoladamente de forma acíclica (musculação), a intensidade relativa em que a atividade glicolítica passa a suplementar significativamente a ressíntese de ATP parece ser relativamente constante entre as diferentes formas de solicitação neuromuscular. A resposta exponencial do lactato sanguíneo em intensidades acima de 30% de 1RM corrobora outros autores que evidenciaram que em intensidades acima de 30% de 1RM o metabolismo anaeróbio passa a participar de forma mais significativa⁽³¹⁻³²⁾. Além do mais, é possível que maior número de unidades motoras recrutadas em intensidades acima de 30% de 1RM resulte em maior efeito das contrações acíclicas resistidas causando oclusão relativa, menor oferta de oxigênio e conseqüente acúmulo de lactato sanguíneo. Além disso, tem sido demonstrado que em intensidades acima do limiar anaeróbio o próprio aumento do número de unidades motoras recrutadas, o qual tem sido confirmado por registros eletromiográficos de maior amplitude⁽³³⁾, explicaria o acúmulo de lactato sanguíneo acima de 30% de 1RM observado no presente estudo.

As concentrações de lactato sanguíneo em que o LL foi observado no exercício LP no presente estudo foram semelhantes aos valores observados anteriormente por Barros *et al.*⁽⁵⁾. A concentração de lactato sanguíneo em que o LL foi observado no exercício SR diferiu das concentrações de lactato observadas por outros autores investigando o LL em exercícios resistidos⁽⁵⁻⁶⁾. No entanto, esses autores utilizaram-se de exercícios diferentes como rosca direta, puxador vertical e mesa flexora. Além disso, os testes incrementais para SR no presente estudo foram precedidos por testes incrementais em LP, os quais foram realizados 20 minutos antes dos testes de SR.

A realização de exercícios incrementais em LP apenas 20 minutos antes da realização de exercícios incrementais em SR poderia explicar as maiores concentrações de lactato sanguíneo observados tanto em repouso (pré-exercício) quanto nas intensidades correspondentes ao LL durante o teste no SR em relação ao LP. Este procedimento poderia ainda explicar as maiores concentrações de lactato no momento do LL em SR, em relação aos estudos de Barros *et al.*⁽⁵⁾ e Azevedo *et al.*⁽⁶⁾. Assim, uma das principais limitações do presente estudo foi a aplicação dos testes incrementais do LP em um mesmo dia, com intervalo de apenas 20 minutos entre LP e SR, podendo esse procedimento explicar também a inconsistência do comportamento médio da glicemia durante testes incrementais do LP em relação ao SR (figuras 2B e 2D).

O exercício realizado previamente no LP parece não alterar a identificação do LL em exercício incremental subsequente em SR (figuras 1A e 1B, respectivamente). No entanto, é possível que a realização prévia de exercício de alta intensidade envolvendo grandes grupos musculares (e.g.: LP) possa interferir na resposta de glicemia e identificação do LG em exercício subsequente envolvendo grupos musculares menores (e.g.: SR).

Tem sido evidenciado que o exercício realizado por determinado grupo muscular (e.g.: exercício com uma perna) interfere na captação de glicose em músculo não exercitado (perna controle)⁽³⁴⁾. Além disso, sabe-se que o exercício resistido promove melhora no controle glicêmico⁽¹⁶⁻¹⁷⁾, mas os aspectos biomoleculares envolvidos no aumento da captação de glicose durante e após realização de exercício (mediados ou não pelo aumento da sensibilidade insulínica), e que podem perdurar até 48 horas pós-exercício, ainda não estão esclarecidos. Assim, sugerimos que, para futuros estudos investigando o comportamento da glicemia em exercícios resistidos, não seja realizada mais de uma sessão de exercícios resistidos incrementais em um mesmo dia, como ocorreu no presente estudo.

Diversos mecanismos neuroendócrinos e metabólicos podem influenciar o comportamento glicêmico durante o exercício e, portanto, a identificação do LG. Segundo Schwartz *et al.*⁽³⁵⁾, exercícios realizados em intensidades sublimiariais resultam em baixa atividade adrenérgica. Acreditamos que é possível que esse tipo de resposta também ocorra em exercícios resistidos, especialmente quando realizados em baixas intensidades e quando a massa muscular envolvida é menor, como exercício no SR. Desse modo, durante realização do SR no presente estudo, a atividade de hormônios hiperglicemiantes pode ter sido menor quando comparada com o LP. Isso resultaria em menor produção hepática de glicose em relação à sua taxa de captação pelos músculos ativos durante

o SR, uma vez que essa taxa de captação poderia ainda estar aumentada em função do exercício realizado previamente (LP), dificultando a observação de um limiar glicêmico no SR.

Apesar das limitações acima discutidas, foi possível identificar os limiares de lactato e glicêmico durante a realização de exercícios incrementais resistidos, com alta correlação entre eles (tabela 1 e figuras 1A e 1B). Os resultados sugerem novas possibilidades para avaliação, prescrição e controle das cargas de treinamento em exercícios resistidos para a melhora do desempenho, saúde e, consequentemente, da qualidade de vida das pessoas. É possível que o treinamento em intensidades relativas ao LL e LG resulte em melhora nas funções neuromuscular, metabólica e cardiovascular dos praticantes (como melhora do $\dot{V}O_2$ máx ou intensidade a ele associada). Contudo, investigações adicionais sobre a validade e o significado desses limiares para diferentes populações (sedentários, atletas, cardiopatas, diabéticos, etc.) devem ser realizadas.

Concluimos que, para os participantes do presente estudo, as respostas do lactato sanguíneo e da glicemia permitiram a identificação dos limiares de lactato e glicêmico durante exercícios resistidos incrementais, e que as intensidades relativas a esses limiares não diferiram e foram altamente correlacionadas.

AGRADECIMENTOS

A PRO-CAPES e CNPq, pelo apoio financeiro, e à Universidade de Mogi das Cruzes-SP, onde foram realizadas as dosagens sanguíneas de lactato e glicemia.

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

REFERÊNCIAS

1. Bacon L, Kern M. Evaluating a test protocol for predicting maximum lactate steady state. *J Sports Med Phys Fitness*. 1999;39(4):300-8.
2. Coen B, Urhausen A, Kindermann W. Individual anaerobic threshold: methodological aspects of its assessment in running. *Int J Sports Med*. 2001;22:8-16.
3. MacIntosh BR, Esau S, Svedahl K. The lactate minimum test for cycling: estimation of the maximal lactate steady state. *Can J Appl Physiol*. 2002;27(3):232-49.
4. Ribeiro LFP, Balikian Jr P, Malachias P, Baldissera V. Stage length, spline function and lactate minimum swimming speed. *J Sports Med Phys Fitness*. 2003;43(3):312-8.
5. Barros CLM, Agostini GG, Garcia ES, Baldissera V. Limiar de lactato em exercício resistido. *Ver Motriz*. 2004;10(1):31-6.
6. Azevedo PHSM, Oliveira JC, Aguiar AP, Poian PAFO, Marques AT, Baldissera V. Estudo do limiar de lactato em exercício resistido: rosca direta e mesa flexora. *Lecturas: EF y Deportes*. 2005;10(87):1.(20).
7. Simões HG. Comparação entre protocolos de determinação do limiar anaeróbio em testes de pista para corredores [Dissertação (Mestrado em Ciências Fisiológicas)]. São Carlos-SP: Centro de Ciências Biológicas e da Saúde. Universidade Federal de São Carlos, 1997.
8. Simões HG, Campbell CSG, Kokubun E, Denadai BS, Baldissera V. Determination of maximal lactate steady state velocity: coincidence with lower blood glucose. *Med Sci Sports Exerc*. 1996;28:S68-S77.
9. Simões HG, Campbell CSG, Baldissera V, Denadai BS, Kokubun E. Determinação do limiar anaeróbio por meio de dosagens glicêmicas e lactacidêmicas em testes de pista para corredores. *Rev Paul Educ Fisica*. 1998;12(1):17-30.
10. Simões HG, Grubert Campbell CSG, Kokubun E, Denadai BS, Baldissera V. Blood glucose responses in humans mirror lactate responses for individual anaerobic threshold and for lactate minimum in track test. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1999;80(1):34-40.
11. Simões HG, Campbell CS, Kushnick MR, Nakamura A, Katsanos CS, Baldissera V, et al. Blood glucose threshold and the metabolic responses to incremental exercise tests with and without prior lactic acidosis induction. *Eur J Appl Physiol*. 2003;89(6):603-11.
12. Simões HG, Campbell CSG, Tango MH, Mello F, Maziero DC, Baldissera V. Lactate minimum test in swimming: relationship to performance and maximal lactate steady state. *Med Sci Sports Exerc*. 2000;30(5):161-70.
13. Campbell CSG, Simões HG, Denadai BS. Influence of glucose and caffeine administration on identification of the lactate threshold. *Med Sci Sports Exerc*. 1998;30(5):S327.
14. Balikian Jr P, Neiva CM, Denadai BS. Effect of an acute beta-adrenergic blockade on the blood glucose response during lactate minimum test. *Jour Sci Med Sport*. 2001;4:257-65.
15. Simões HG. Limiar glicêmico. In: Denadai BS, editor. Avaliação aeróbia. Rio Claro: Motrix, 2000.
16. Honkola A, Forsen T, Eriksson J. Resistance training improves the metabolic profile in individuals with type 2 diabetes. *Acta Diabetologica*. 1997;34(4):245-8.
17. Ishii T, Yamakita T, Sato T, Tanaka S, Fujii S. Resistance training improves insulin sensitivity in NIDDM subjects without altering maximal oxygen uptake. *Diabetes Care*. 1998;21:1353-5.
18. Durstine JL, Moore GE. Exercise management for Persons with chronic diseases and disabilities. 2nd ed., ACSM, 2002.
19. Nieman DC. Exercise testing and prescription. A health related approach. 5th ed., McGraw-Hill, 2003.
20. Kathleen T. Medida e avaliação em educação física e esportes. 5ª ed. São Paulo: Manole, 2003;cap. 5 e 6.
21. Astles JR, Sedor FA, Tofaletti JG. Evolution of the YSI 2300 glucose analyzer: algorithm-corrected results are accurate and specific. *Clin Biochem*. 1999;29(1):27-1.
22. Loke JP, Szuts EZ, Molono KJ, Anagnostopoulos A. Whole-blood glucose testing at alternative sites. *Diabetes Care*. 2002;25:337-41.
23. Rose AJ, Richter EA. Skeletal muscle glucose uptake during exercise: how is it regulated? *Physiology*. 2005;20:260-70. <http://physiologyonline.physiology.org/cgi/content/full/20/4/260>.
24. Exton JH. Hormonal control of gluconeogenesis. *Adv Exp Med Biol*. 1979;111:125-67.
25. Wasserman DH, Spalding JA, Lacy DB, Colburn CA, Goldstein RE, Cherrington AD. Glucagon is the primary controller of the hepatic glycogenolysis and gluconeogenesis during muscular work. *Am J Physiol*. 1989;57:E108-17.
26. Urhausen A, Weiler B, Coen B, Kindermann W. Plasma catecholamines during endurance exercise of different intensities as related to the individual anaerobic threshold. *Eur J Appl Physiol*. 1994;69:16-20.
27. Simões HG. Respostas metabólicas e hormonais durante os testes de determinação do limiar anaeróbio individual e lactato mínimo. São Carlos-SP. Tese (Doutorado em Ciências Fisiológicas) Centro de Ciências Biológicas e da Saúde. Universidade Federal de São Carlos, 2000.

28. Shalin K. Metabolic factors in fatigue. In: Hargreaves M, Spriet L, editors. Exercise metabolism. 2nd ed. Human Kinetics, 2006.
29. Pedersen BK, Steensberg A, Fischer C, Keller C, Keller B, Plomgaard P, et al. The metabolic role of IL-6 produce during exercise: is IL-6 an exercise factor? Proc Nutr Soc. 2004;63(2):263-7.
30. Febbraio MA, Hiscock N, Sacchetti M, Fischer CP, Pedersen BK. Interleukin-6 is a novel factor mediating glucose homeostasis during skeletal muscle contraction. Diabetes. 2004;53:1643-8.
31. Hollmann W, Hettinger TH. Medicina de esporte. São Paulo: Manole, 1989.
32. Weineck J. Treinamento ideal. 9ª ed. São Paulo: Manole, 1999.
33. Gonçalves M. Limiar de fadiga eletromiográfico. In: Denadai BS. Avaliação aeróbia. Rio Claro: Motrix, 2000.
34. Richter EA, Kiens B, Saltin B, Christensen NJ, Savard G. Skeletal muscle glucose uptake during dynamic exercise in humans: role of muscle mass. Am J Physiol. 1988;254:E555-61.
35. Schwartz NS, Clutter WE, Shah SD, Cryer PE. Glycemic thresholds for activation of glucose counterregulatory systems are higher than the threshold for symptoms. J Clin Invest. 1987;79(3):777-81.