

EFEITO DE PROTOCOLOS DE TREINAMENTO COM DIFERENTES DURAÇÕES DAS AÇÕES MUSCULARES NA CONCENTRAÇÃO DE LACTATO SANGÜÍNEO**EFFECT OF RESISTANCE EXERCISE WITH DIFFERENT MUSCLE ACTION DURATIONS ON LACTATE RESPONSE**

Fernando Vitor Lima¹, Cinara Gonçalves Costa¹, Lucas Túlio de Lacerda^{1,2}, Lorena Viggiano Rocha da Silva¹, Rodrigo César Ribeiro Diniz¹, Hugo César Martins Costa^{1,2}, Frank Douglas Tourino¹ e Mauro Heleno Chagas¹

¹Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte-MG, Brasil.

²Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte-MG, Brasil.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi comparar a concentração de lactato sanguíneo em protocolos de treinamento de força com diferentes durações das ações musculares no exercício supino. Dezesete voluntários executaram três protocolos com três séries de seis repetições a 60% de 1RM, pausa de três minutos entre as séries e diferentes durações das ações musculares (2-4: 2s concêntrica e 4s excêntrica; 3-3: 3s concêntrica e 3s excêntrica; 4-2: 4s concêntrica e 2s excêntrica). A análise da concentração de lactato sanguíneo considerou os valores médios por série em cada protocolo. Os resultados da ANOVA *two-way* mostraram que o efeito principal protocolo não apresentou diferença significativa entre os três protocolos ($F = 0,75$; $p = 0,48$; poder = 0,48; $\eta^2 = 0,17$), assim como para a interação entre os fatores ($F = 1,68$; $p = 0,13$; poder = 0,09; $\eta^2 = 0,62$). Porém, houve diferença significativa na concentração de lactato sanguíneo para o fator série ($F = 320,23$; $p = 0,0001$; poder = 1,00; $\eta^2 = 0,95$). Portanto, protocolos de treinamento de força equiparados com durações das ações musculares distintas não apresentaram diferenças na resposta do lactato sanguíneo e, independentemente do protocolo, a concentração deste substrato aumentou ao longo das três séries realizadas.

Palavras-chave: Treinamento de força. Duração da repetição. Lactato sanguíneo.

ABSTRACT

The aim of this study was to compare the blood lactate concentration in strength training protocols with different muscle action durations in the bench press exercise. Seventeen volunteers performed three protocols with three sets of six repetitions at 60 % of 1RM, three- minute break between sets and different muscle action durations (2-4: 2s concentric and 4s eccentric; 3-3: 3s concentric and 3s eccentric; 4-2: 4s concentric and 2s eccentric). The analysis of blood lactate concentration considered the average values per set in each protocol. The ANOVA two-way of the results showed that the main effect for protocol showed no significant difference between the three protocols ($F = 0,75$; $p = 0,48$; power = 0,48; $\eta^2 = 0,17$), as the interaction among the factors ($F = 1,68$; $p = 0,13$; power = 0,09; $\eta^2 = 0,62$). However, there was significant main effect for set ($F = 320,23$; $p = 0,0001$; power = 1,00; $\eta^2 = 0,95$). Therefore, resistance training protocols equated with different muscle actions durations shows no differences in blood lactate response and, regardless of the protocol, its concentration increased throughout the three sets performed.

Keywords: Resistance training. Repetition duration. Blood lactate.

Introdução

O lactato sanguíneo é um subproduto do sistema glicolítico anaeróbico que tem sua concentração alterada de acordo com a exigência metabólica de um exercício¹. A concentração de lactato sanguíneo vem sendo utilizada como um parâmetro de resposta metabólica proporcionada por diferentes protocolos de treinamento de força²⁻⁴. Estudos têm associado uma elevada resposta da concentração de lactato sanguíneo com um aumento no recrutamento de unidades motoras rápidas^{5,6}, e uma maior resposta hipertrófica⁷. Considerando que as fibras musculares recrutadas durante o treinamento de força estariam suscetíveis à adaptação^{8,9},

protocolos que apresentam maior resposta eletromiográfica e concentração sanguínea de lactato teriam maior potencial para promover maiores aumentos na força e hipertrofia muscular^{7,10}.

A prescrição de um programa de treinamento de força na musculação deve considerar diferentes variáveis, sendo que a manipulação de uma destas variáveis, a duração da repetição, pode interferir na atividade eletromiográfica^{4,11,12} e na concentração de lactato sanguíneo⁷.

Estudos vêm investigando as diferentes respostas da concentração de lactato sanguíneo de acordo com as manipulações nos protocolos de treinamento de força na musculação. Hunter et al.¹³ verificaram que em protocolo com a duração da ação muscular concêntrica de 2 segundos(s) e a excêntrica 3s, a concentração de lactato foi aproximadamente duas vezes maior comparada ao treinamento “superslow” com ação concêntrica de 10s e a excêntrica de 5s. Os autores justificaram a baixa concentração de lactato no treinamento “superslow” porque a intensidade do mesmo foi significativamente menor do que no outro protocolo. Durand et al.¹⁴ registraram que a concentração de lactato sanguíneo imediatamente e 15 minutos após exercício concêntrico foi maior quando comparada ao exercício que utilizou somente a ação excêntrica. Este resultado sugere que protocolo com maior duração da ação concêntrica poderia resultar em maiores concentrações de lactato, uma vez que a duração total da repetição contaria com um maior tempo desta ação muscular.

Goto et al.¹⁵ analisaram três protocolos de treinamento com a mesma duração da repetição, mas diferentes durações das ações musculares: concêntrica (CON) 5s e excêntrica (EXC) 1s (5-1); CON 1s e EXC 5s (1-5); CON e EXC 3s cada uma (3-3). Os resultados mostraram maior concentração de lactato sanguíneo no protocolo com maior duração da ação concêntrica (5-1), apesar da realização de menor número de repetições comparado ao protocolo 1-5. Considerando que a força máxima excêntrica é aproximadamente 30-50% maior que a concêntrica¹⁶, o resultado no lactato verificado para o protocolo 5-1 pode estar relacionado a realização do exercício durante maior tempo na ação concêntrica, onde verifica-se uma maior intensidade relativa comparativamente à ação excêntrica.

Tanimoto e Ishii¹⁷ demonstraram que a utilização da duração da repetição de 7 s a 50% de 1RM resultou em concentração de lactato sanguíneo similar a duração da repetição de 3 s a 80% 1RM. Verificaram também aumento similar na área de secção transversa após 12 semanas de treinamento em ambos os protocolos, resultado este de maior magnitude que outro com duração de 3 segundos e 50% de 1RM. Os autores também verificaram que maior intensidade ou maior duração da repetição resultam em restrição do fluxo sanguíneo e menor nível de oxigenação, o que colabora para a aumento da concentração de lactato. Portanto, este resultado sugere que uma maior duração da repetição pode permitir que protocolo com menor intensidade resulte em resposta hipertrófica similar a protocolo com intensidade mais elevada.

Considerando os protocolos adotados nestes estudos, permanece por ser investigado se protocolos com uma menor magnitude na diferença das durações das ações musculares seriam capazes de proporcionar diferentes concentrações de lactato; frequentemente a prescrição de treinamento de força na musculação é feita com manipulações sutis nesta variável, por exemplo, 1-2 e 2-2. Além disto, estudos que não equipararam as outras variáveis não permitiram verificar o efeito isolado da manipulação da duração das repetições ou das ações musculares. Desta forma, o objetivo do presente estudo foi comparar a concentração de lactato sanguíneo em protocolos de treinamento de força equiparados com diferentes durações das ações musculares no exercício supino guiado, sugerindo que em exercícios com maior duração da ação concêntrica haverá maior concentração deste coproduto do metabolismo anaeróbico. Assim, estabelecer a relação entre variadas configurações do protocolo de treinamento (neste caso, as durações das ações musculares) e as concentrações agudas de lactato, contribuirá para ampliar o entendimento sobre as respostas orgânicas aos estímulos de força.

Métodos

Participantes

Participaram deste estudo 17 voluntários do sexo masculino treinados na musculação por um período mínimo de 6 meses e que não relataram possuir histórico de lesão músculo-tendínea nas articulações do ombro, cotovelo ou punho e a maioria (70,6%) declarou que realizava o exercício supino no programa de treinamento atual. Todos receberam previamente informações referentes aos procedimentos da coleta de dados e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais (parecer ETIC nº 0279.0.203000-10).

Procedimentos

Os indivíduos foram submetidos a todos os protocolos e tiveram as medidas realizadas ao longo das sessões, sendo, dessa forma, seu próprio controle^{13,18}. Os testes de 1RM e os protocolos foram realizados em uma barra guiada com a massa de 20Kg da marca Master Equipamentos e um banco horizontal. Foram utilizadas diversas anilhas com a massa de todas aferidas em uma balança FILIZZOLA (O. Filizzola & Cia. Ltda, São Paulo, SP, Brasil) previamente calibrada, para o ajuste da resistência externa. Para análise da concentração de lactato sanguíneo foi utilizado um equipamento da marca *Yellow Springs* (YSA, Inc., Yellow Springs, OH, EUA), modelo *Sport 1500*.

Os voluntários compareceram no laboratório em 5 dias (5 sessões), separados por um período mínimo de 48 horas. No primeiro dia, cada voluntário leu e assinou o termo de consentimento livre e esclarecido e em seguida foi feita a padronização da posição do voluntário no equipamento e da amplitude de movimento da barra. O limite superior da amplitude de movimento foi determinado até a extensão completa dos cotovelos e o limite inferior foi determinado por meio de uma borracha fixada sobre a região do esterno. Foi realizada ainda a familiarização dos voluntários ao teste de 1RM com até seis tentativas para identificar o peso máximo que o voluntário poderia levantar em uma única repetição^{4,19} com uma pausa de três a cinco minutos entre as mesmas. Em seguida procedeu-se a familiarização às durações das ações musculares: 4-2 (4s concêntrica e 2s excêntrica); 3-3 (3s concêntrica e 3s excêntrica); 2-4 (2s concêntrica e 4s excêntrica) de forma aleatória e balanceada entre os voluntários no decorrer das sessões 1 e 2. Essa familiarização ocorreu 10 minutos após a familiarização ao teste de 1RM e consistiu dos mesmos protocolos de treinamento: três séries e seis repetições com 60% do valor do 1RM e 180 segundos de pausa. Na segunda sessão foi realizado o teste de 1RM para determinação do peso correspondente a intensidade utilizada nos protocolos de treinamento (60% de 1RM).

Nas sessões 3 a 5 foram realizados os protocolos de treinamento no exercício supino guiado. Anteriormente às coletas foi realizado o posicionamento do eletrogoniômetro para obtenção da duração da repetição. O eletrogoniômetro (NORAXON, Scottsdale, AZ, EUA) foi calibrado utilizando-se um goniômetro manual, sendo armazenado esse valor de correção da calibragem para posteriores análises. O eletrogoniômetro foi fixado ao cotovelo esquerdo do voluntário, utilizando fitas adesivas dupla-face e faixas elásticas. Depois de armazenados, os dados brutos registrados pelo eletrogoniômetro foram convertidos em deslocamento angular e filtrados através de um filtro de 4ª ordem do tipo *Butterworth*, passa-baixa com frequência de corte de 10Hz. Um software apropriado foi utilizado para registrar e tratar os dados (DasyLab 11.0; Measurement Computing Corporation, Norton, MA, EUA).

O eletrogoniômetro também foi utilizado para determinar a amplitude de movimento do cotovelo. Adicionalmente, a duração da repetição foi determinada pelo tempo de deslocamento angular. A duração da ação muscular concêntrica compreendeu o tempo gasto no deslocamento

da barra entre a posição de maior flexão do cotovelo ao final da ação excêntrica no momento em que a barra tocava o aparato colocado junto ao peito do voluntário e a posição de maior extensão de cotovelos (aproximadamente 180°) no momento final da trajetória concêntrica da barra. A duração da ação concêntrica compreendeu o sentido inverso do deslocamento da barra descrito. Vale ressaltar que a angulação do cotovelo ao final da ação excêntrica apresentou variação de acordo com a envergadura dos voluntários.

Após os procedimentos de posicionamento do eletrogoniômetro o voluntário permaneceu em repouso por 10 minutos para coleta de sangue e em seguida realizou um dos protocolos de treinamento. Os voluntários realizaram os protocolos de forma balanceada e aleatória. As configurações dos protocolos de treinamento foram determinadas a partir de recomendações para o treinamento de força com o objetivo de hipertrofia muscular^{20,21}. Para que as durações das ações musculares fossem mantidas conforme orientação, os voluntários foram auxiliados por um metrônomo e recebiam feedback verbal dos pesquisadores. A interrupção das sessões de treinamento ocorreu nas seguintes situações: quando por duas repetições seguidas o voluntário não manteve a duração das ações musculares ou não realizou a amplitude de movimento conforme determinado na primeira sessão. Dessa forma, foi possível investigar o efeito agudo de protocolos de treinamento com duração da repetição de 6s e diferentes durações das ações musculares sobre a concentração de lactato sanguíneo.

Os dados foram coletados no mesmo horário do dia nas diferentes sessões de coleta para cada voluntário e estes não deveriam realizar treinamento utilizando os músculos peitoral maior, tríceps e deltoides 48 horas antes das sessões de coleta. Foi sugerido ao voluntário a manutenção da mesma dieta alimentar durante o período de coleta de dados.

Durante as sessões 3 a 5 foi coletado sangue do voluntário para mensuração da concentração de lactato. A coleta ocorreu em quatro momentos: após um período de 10 minutos de repouso antes da realização do protocolo, no qual o voluntário permaneceu assentado e 1 minuto após o término de cada uma das três séries. O sangue foi coletado do lóbulo esquerdo da orelha após perfurações com lancetas esterilizadas e descartáveis da marca Accu-Chek Softclix Pro Roche (Roche Diagnóstica Brasil Ltda, Jaguaré, SP, Brasil). Foram utilizados 30 µl de sangue através de capilares heparinizados e armazenados em tubos plásticos da marca Eppendorf (Eppendorf do Brasil, São Paulo, SP, BRA) com 60 µl de fluoreto de sódio (1%) em temperatura de -20° para análise posterior no aparelho Yellow Springs, 1500 Sport.

Análise estatística

A normalidade da distribuição e esfericidade dos dados foram verificadas por meio dos testes de *Shapiro-Wilk* e *Bartlett*, respectivamente. Para análise da concentração da lactato sanguíneo e durações da repetição foram utilizadas ANOVAs *two-way* com medidas repetidas (fator 1: protocolo, fator 2: série). Para comparação das durações das ações musculares foi utilizada uma ANOVA *three-way* com medidas repetidas (fator 1: protocolo, fator 2: série, fator 3: ação muscular). Por fim, para a análise da amplitude de movimento realizada durante as ações concêntricas e excêntricas foi utilizada uma ANOVA *two-way* com medidas repetidas (fator 1: protocolo, fator 2: série). Quando necessário, foi utilizado o teste *post hoc* Tukey para identificar as diferenças reportadas pelas ANOVAs.

Os testes estatísticos foram realizados no programa *STATISTICA*, versão 7.0 para Windows (STATSOFT, Tulsa, OK, EUA). Os dados foram apresentados pela média e desvio padrão. O nível de significância adotado para as análises foi de $p < 0,05$.

Resultados

Os resultados da ANOVA *two-way* para a análise da concentração de lactato sanguíneo estão demonstrados na Figura 1. O efeito principal protocolo não apresentou diferença significativa na concentração de lactato sanguíneo entre os protocolos 2-4, 3-3 e 4-2 ($F = 0,75$; $p = 0,48$; poder = 0,48; $\eta^2 = 0,17$), assim como para a interação entre os fatores ($F = 1,68$; $p = 0,13$; poder = 0,09; $\eta = 0,62$). Entretanto, houve diferença significativa na concentração de lactato sanguíneo para o fator série ($F = 320,23$; $p = 0,0001$; poder = 1,00; $\eta^2 = 0,95$). O teste *post hoc Tukey* indicou que os valores da concentração de lactato sanguíneo após cada uma das três séries foram estatisticamente diferentes entre si, havendo um aumento significativo ao longo das séries, ou seja, a 3ª série foi maior que a 2ª que foi maior que a 1ª. Todas as três séries apresentaram maiores valores da concentração de lactato sanguíneo que o repouso (Figura 1).

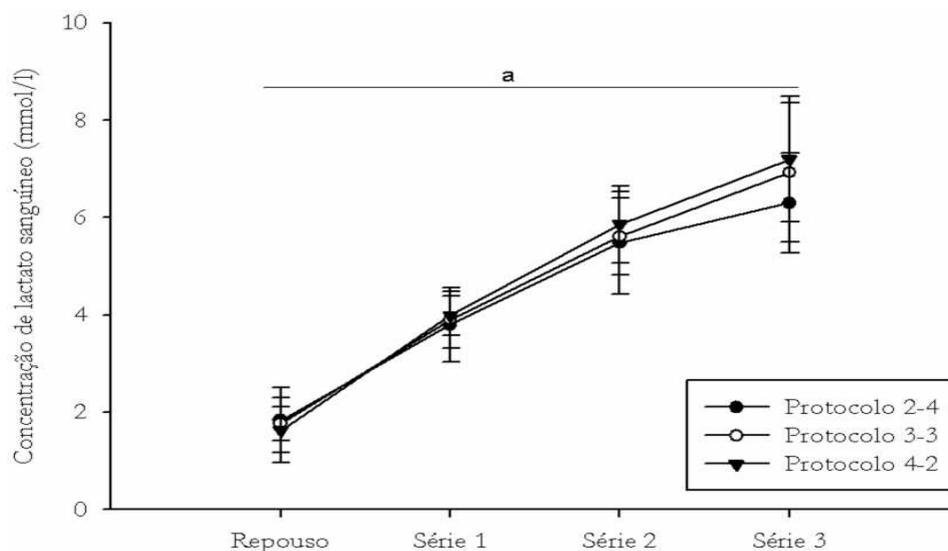


Figure 1. Resposta da concentração de lactato sanguíneo a partir da condição de repouso e ao longo das três séries para os protocolos 2-4, 3-3 e 4-2. ^a Aumento da concentração de lactato sanguíneo ao longo das séries (Repouso < Série 1 < Série 2 < Série 3).

Fonte: Os autores

Conforme esperado, as durações da repetição não apresentaram diferenças significantes entre os protocolos ($F = 0,05$; $p = 0,95$), com médias de 5,99s; 6,00s; 5,99s, para os protocolos 2-4, 3-3 e 4-2, respectivamente. Adicionalmente, foram verificados coeficientes de variação menores que 4% para todos os protocolos investigados. As durações das ações musculares em cada série apresentaram-se conforme expectativa, ou seja, as durações de 2s foram menores que 3s e 4s, e a duração de 3s foi menor que 4s, independente da ação muscular e do protocolo de treinamento ($F = 15,3$; $p < 0,05$). Nos protocolos 2-4 e 4-2, as durações das ações musculares de 2s não foram significativamente diferentes, assim como a duração de 4s. Da mesma forma, o protocolo 3-3 não apresentou diferença significativa entre as durações das ações musculares ($p > 0,05$). Dessa forma, o uso do metrônomo e do *feedback* dos avaliadores foi eficaz como meio de auxiliar no controle da duração da repetição e duração das ações musculares excêntrica e concêntrica.

Os dados da amplitude de movimento realizada durante as ações musculares concêntricas ($58,97 \pm 11,0^\circ$; $60,94 \pm 10,9^\circ$; $59,23 \pm 13,5^\circ$; $F = 0,8$; $p = 0,4$) e excêntricas ($59,27 \pm 11,0^\circ$; $60,97 \pm 10,7^\circ$; $59,38 \pm 13,5^\circ$; $F = 0,6$; $p = 0,6$) não apresentaram diferenças significantes

ao se comparar os protocolos de treinamento 2-4, 3-3 e 4-2, respectivamente. Portanto, é possível considerar que a amplitude de movimento se manteve constante em todos os protocolos de treinamento investigados.

Discussão

O presente estudo não encontrou diferenças na concentração de lactato sanguíneo entre protocolos com diferentes durações das ações musculares concêntricas e excêntricas e a mesma duração da repetição. Registrou ainda aumento nesta concentração ao longo da realização de 3 séries de 6 repetições a 60% de 1RM e pausa de 180s entre as séries.

Exercícios envolvendo somente a ação concêntrica registraram maior concentração de lactato sanguíneo comparado a exercício utilizando somente ação excêntrica¹⁴. Considerando o lactato sanguíneo como um marcador da demanda metabólica da atividade e que a concentração deste subproduto pode se apresentar aumentada 1 minuto após o final do esforço^{4,22}, a expectativa do presente estudo era uma maior concentração deste subproduto em protocolos com maior duração da ação concêntrica. Porém os resultados não confirmaram esta hipótese.

Goto et al.¹⁵ compararam protocolos com diferenças na duração das ações musculares maiores do que no presente estudo. Estes autores utilizaram três protocolos com durações concêntricas e excêntricas com valores de 5s:1s, 1s:5s e 3s:3s respectivamente e registraram diferença significativa na resposta da concentração de lactato, com maiores valores para o protocolo 5s:1s. O resultado encontrado no presente estudo pode sugerir que a diferença na duração das ações concêntricas (2s x 3s x 4s) não foi suficiente para induzir estas diferenças significantes na concentração deste metabólito.

Os dados do presente estudo não corroboram o resultado de González-Badillo et al.²³, que registraram maior concentração de lactato sanguíneo em protocolo com menor duração da ação concêntrica comparado com outro com maior duração desta ação muscular e semelhantes durações das ações excêntricas. Estes autores utilizaram, no exercício supino, protocolos equiparados para todas as outras variáveis e utilizaram 3 séries com um número de repetições que correspondia a metade do número máximo de repetições (NMR) possível, com pausas de 3 minutos entre as séries e intensidades entre 60 e 80% de 1RM. Apesar da diferença no lactato ser de baixa magnitude, os autores apontam que menor duração da ação concêntrica (maior velocidade de deslocamento) resultaria em maior recrutamento de unidades motoras rápidas. Porém, estes autores utilizaram movimentos explosivos, o que pode limitar a comparação com os dados do presente estudo. Estas unidades motoras apresentam maior demanda glicolítica para produção de energia, o que explicaria a maior concentração de lactato neste protocolo. Pareja-Blanco et al.²⁴ verificaram resultado semelhante utilizando o exercício agachamento com metodologia similar ao estudo de González-Badillo et al.²³.

Os resultados do presente estudo, assim como os outros apresentados, apontam respostas conflitantes do lactato sanguíneo em relação à duração das ações musculares. As diferenças no dimensionamento das durações e dos outros componentes da carga de treinamento podem justificar esta discrepância nos dados obtidos. A discussão apresentada nos estudos de González-Badillo et al.²³ e Pareja-Blanco et al.²⁴ sustentam os maiores valores de lactato em menores durações concêntricas devido a maior utilização das unidades motoras rápidas para realizar a tarefa com maior velocidade. Porém, a magnitude da diferença concentração de lactato nas menores durações comparado a maiores durações concêntricas foi moderada ($4,7 \pm 2,0 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ e $3,2 \pm 1,7 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$, respectivamente). Vale ressaltar que estes estudos utilizaram um número reduzido de repetições, não se aproximando da fadiga em cada série. Já o estudo de Goto et al.¹⁵ utilizou protocolos de treinamento até a fadiga, realizando o NMR em cada série, o que eleva consideravelmente a exigência em cada série quando comparado aos

outros dois estudos que não utilizaram o NMR. Esta diferença no número de repetições entre estes estudos citados pode haver contribuído para os resultados divergentes. Os protocolos do presente estudo não previam a realização do NMR, mas em várias séries foi observado que os voluntários apresentaram muita dificuldade em completar a 6ª repetição mantendo a duração da repetição prevista. Esta observação sugeriu a ideia de que, muito provavelmente, não seria possível, nesses momentos, a realização de repetição adicional.

No presente estudo identificou-se efeito significativo no fator série, com um aumento da concentração de lactato sanguíneo ao longo das séries, independentemente do protocolo. Isto pode ter ocorrido em função da duração da repetição de 6s, condição esta que resultou em aumento da demanda para os sujeitos, uma vez que estavam habituados a treinar somente com durações menores que a adotada nesta pesquisa. Além disto, o aumento da concentração de lactato sanguíneo verificada no decorrer das séries é coerente com os resultados do estudo de Lacerda et al.⁴. Estes autores verificaram um aumento da concentração de lactato sanguíneo e ativação muscular, tanto ao longo de um protocolo de treinamento três séries, 6 repetições e duração da repetição de 6s como em outro protocolo com três séries, 12 repetições e duração da repetição de 3s. Considerando a maior ativação muscular em cada série como um resultado de um maior recrutamento de unidades motoras e um gradual aumento no recrutamento de unidades motoras rápidas, um aumento progressivo na concentração de lactato sanguíneo no decorrer das séries seria esperado. Essa expectativa do aumento progressivo está relacionada com a maior capacidade de produção de força e de fornecimento de energia por meio da via glicolítica^{25,26}. Além disto, a concentração deste subproduto deverá ser aumentada à medida que cada série é realizada, ou seja, o valor registrado ao final da terceira série não representaria a concentração resultante da demanda desta série somente. Portanto, pode ser especulado que a carga de treinamento referente aos protocolos investigados no presente estudo tenha exigido modificações na estratégia de ativação muscular para que o trabalho mecânico relativo a cada série fosse realizado. Embora o intervalo da pausa tenha sido suficiente para que ambos os protocolos tenham sido executados, a duração da pausa de 180 segundos não teria sido suficiente para uma recuperação adequada das unidades motoras rápidas, demandando um aumento gradual no recrutamento de outras unidades motoras com perfil glicolítico para atender a necessidade do organismo executar o mesmo trabalho mecânico no decorrer das séries. Os resultados do presente estudo confirmam este raciocínio.

O presente estudo concluiu que protocolos de treinamento no exercício supino com volume, intensidade, pausa e duração das repetições equiparadas, mas diferentes durações das ações musculares concêntrica e excêntrica, não resultam em diferentes valores na concentração de lactato sanguíneo. Este achado não confirmou a hipótese de que uma maior duração da ação concêntrica resultasse em maior concentração deste metabólito. Além disto, independentemente da duração das ações musculares, ocorre aumento na concentração do lactato sanguíneo ao longo de 3 séries com pausa de 180s entre estas.

A diferença nos valores das durações das ações musculares entre os protocolos pode não ter sido suficiente para provocar diferentes respostas metabólicas. Sendo assim, sugere-se que outros estudos continuem a investigação no sentido da utilização de outras diferentes durações das ações musculares, assim como protocolos com o número máximo de repetições.

Conclusões

Este estudo concluiu que para uma duração da repetição de 6s, as diferentes durações das ações musculares adotadas resultam em valores semelhantes do lactato sanguíneo coletado 1 minuto após cada uma das 3 séries do exercício. Considerando estes resultados, sugere-se a adoção da manipulação conjunta de outras variáveis e/ou a verificação da resposta

eletromiográfica e do desempenho de força em protocolos diferenciados pelas durações das ações musculares.

Referências

1. Crewther B, Cronin J, Keogh K. Possible stimuli for strength and power adaptation: acute metabolic responses. *Sports Med* 2006;36(1): 65-78.
2. Buitrago S, Wirtz N, Kleinöder H, Mester J. Effects of load and training modes on physiological and metabolic responses in resistance exercise. *Eur J Appl Physiol* 2012;112(7):2739-2748. doi: 10.1007/s00421-011-2249-9.
3. Buitrago S, Wirtz N, Yue Z, Mester J. Mechanical load and physiological responses of four different resistance training methods in bench press exercise. *J Strength Cond Res* 2013;27(4):1091-1100. doi: 10.1519/JSC.0b013e318260ec77.
4. Lacerda L, Martins-Costa H, Diniz R, Lima FV, Andrade AG, Tourino FD, et al. Variations in repetition duration and repetition numbers influences muscular activation and blood lactate response in protocols equalized by time under tension. *J Strength Cond Res* 2016;30(1):251-58. doi: 10.1519/JSC.000000000001044.
5. Gladden, L. Lactate metabolism: a new paradigm for the third millennium. *J. Physiol* 2004;558(1):5-30. doi:10.1113/jphysiol.2003.058701
6. Moritani T, Tanaka H, Yoshida T, Ishii C, Yoshida T, Shindo M. Relationship between myoelectric signals and blood lactate during incremental forearm exercise. *Am J Phys Med Rehabil* 1984; 63(3): 122-132.
7. Watanabe Y, Madarame H, Ogasawara R, Nakazato K, Ishii N. Effect of very low-intensity resistance training with slow movement on muscle size and strength in healthy older adults. *Clin Physiol Funct I* 2014;34(6):463-470. doi: 10.1111/cpf.12117.
8. Spiering B, Kraemer W, Anderson J, Armstrong L, Nindl B, Volek J, Maresh C. Resistance exercise biology: manipulation of resistance exercise programme variables determines the responses of cellular and molecular signalling pathways. *Sports Medicine* 2008;38(7):527-540. doi: 10.2165/00007256-200838070-00001.
9. Wakahara T, Fukutani A, Kawakami Y, Yanai T. Nonuniform muscle hypertrophy: its relation to muscle activation in training session. *Med Sci Sports Exerci* 2013;45(11):2158-2165. doi: 10.1249/MSS.0b013e3182995349.
10. Takarada Y, Takazawa H, Sato Y, Takebayashi S, Tanaka Y, Ishii N. Effects of resistance exercise combined with moderate vascular occlusion on muscular function in humans. *J Appl Physiol* 2000;88(6): 2097-2106.
11. Sakamoto A, Sinclair P. Muscle activations under varying lifting speeds and intensities during bench press. *Eur J Appl Physiol* 2012;112(3):1015-1025. doi: 10.1007/s00421-011-2059-0.
12. Burd NA, Andrews RJ, West DW, Little JP, Cochran AJ, Hector AJ, et al. Muscle time under tension during resistance exercise stimulates differential muscle protein sub-fractional synthetic responses in men. *J Physiol* 2012;590(2):351-362. doi: 10.1113/jphysiol.2011.221200.
13. Hunter G, Seelhorst D, Snyder S. Comparison of metabolic and heart rate responses to super slow vs. traditional resistance training. *J Strength Cond Res* 2003;17(1):76-81.
14. Durand R, Castracane V, Hollander D, Tryniecki JL, Bamman MM, O'Neal S, et al. Hormonal responses from concentric and eccentric muscle contractions. *Med Science Sports Exerc* 2003;35(6):937-43. doi:10.1249/01.MSS.0000069522.38141.0B5.
15. Goto K, Ishii N, Kizuka T, Kraemer RR, Honda Y, Takamatsu K. Hormonal and metabolic responses to slow movement resistance exercise with different durations of concentric and eccentric actions. *Eur J Appl Physiol* 2009;106(5):731-739. doi: 10.1007/s00421-009-1075-9.
16. Hollander DB, Kraemer RR, Kilpatrick MW, Ramadan ZG, Reeves GV, Fracois M, et al. Maximal eccentric and concentric strength discrepancies between young men and women for dynamic resistance exercise. *J Strength Cond Res* 2007;21(1):34-340. doi: 10.1519/R-18725.1.
17. Tanimoto M, Ishii N. Effects of low-intensity resistance exercise with slow movement and tonic force generation on muscular function in young men. *J Appl Physiol* 2006;100(4):1150-1157. doi: 10.1152/jappphysiol.00741.2005.
18. Portney L, Watkins M. *Foundations of Clinical Research: Applications to Practice*. UpperSaddle River: Pearson Education; 2009.

19. Diniz RC, Martins-Costa HC, Machado S, Lima FV, Chagas MH. Repetition duration influences ratings of perceived exertion. *Percept Mot Skills* 2014;118(1):261-273. doi: 10.2466/03.06.PMS.118k11w6.
20. American College of Sports Medicine (ACSM). Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sport Exer* 2009;41(3):687-708. doi: 10.1249/MSS.0b013e3181915670.
21. Güllich A, Schimdtbleicher D. Struktur der Kraftfähigkeiten und ihrer Trainingsmethoden. *Deut Z Sportmed* 1999;50(7+8):223-234.
22. Martins-Costa H, Diniz RCR, Lima FV, Carvalho SM, Almeida RSV, Andrade AGP, et al. Longer repetition duration increases muscle activation and blood lactate response in matched resistance training protocols. *Motriz* 2016;22(1):35-41. doi: 10.1590/S1980-65742016000100005.
23. González-Badillo JJ, Rodríguez-Rosell D, Sánchez-Medina L, Gorostiaga EM, Pareja-Blanco F. Maximal intended velocity training induces greater gains in bench press performance than deliberately slower half-velocity training. *Eur J Sport Sci* 2014;14(8):772-781. doi: 10.1080/17461391.2014.905987.
24. Pareja-Blanco F, Rodríguez-Rosell D, Sánchez-Medina L, Gorostiaga EM, González-Badillo JJ. Effect of movement velocity during resistance training on neuromuscular performance. *Int J Sports Med* 2014;35(11):916-924. doi: 10.1055/s-0033-1363985.
25. Colliander EB, Dudley GA, Tesch PA. Skeletal muscle fiber type composition and performance during repeated bouts of maximal, concentric contractions. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1988;58(1):81-86.
26. Tesch PA, Ploutz-Snyder LL, Yström L, Castro MJ. Skeletal muscle glycogen loss evoked by resistance exercise. *J Strength Cond Res* 1998;12(2):67-73.

Agradecimentos: O presente estudo recebeu apoio da FAPEMIG, CAPES e PRPq da Universidade Federal de Minas Gerais.

Recebido em 17/07/16.

Revisado em 21/11/16.

Aceito em 01/02/17.

Endereço para correspondência: Fernando Vitor Lima. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional Universidade Federal de Minas Gerais. Av. Antônio Carlos, 6627, Belo Horizonte 31270-901 Minas Gerais, Brasil. Telefone: (+55 31) 3409-7443 Numero Fax: (+55 31) 3409-7443 e-mail: ferlima@effto.ufmg.br.