

RESPOSTA AGUDA DO LACTATO SANGUÍNEO A DIFERENTES PROTOCOLOS DE TREINAMENTO COM PESOS



ARTIGO ORIGINAL
ORIGINAL ARTICLE
ARTÍCULO ORIGINAL

ACUTE RESPONSE OF BLOOD LACTATE TO DIFFERENT WEIGHT TRAINING PROTOCOLS

RESPUESTA AGUDA DEL LACTATO SANGUÍNEO A DIFERENTES PROTOCOLOS DE ENTRENAMIENTO CON PESOS

Leandro Oliveira da Cruz Siqueira^{1,2}
(Profissional de Educação Física)

Marcelo Miranda Prado³
(Profissional de Educação Física)

Astor Reis Simionato²
(Profissional de Educação Física)

Andrei Sancassani²
(Profissional de Educação Física)

Dalton Müller Pessoa Filho^{2,3}
(Profissional de Educação Física)

1. Centro Universitário (UNIFAFIBE), Bebedouro, São Paulo, SP, Brasil.
2. Instituto de Biociências, PPG-DEHUTE (UNESP), Rio Claro, São Paulo, SP, Brasil.
3. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP), Departamento de Educação Física, Faculdade de Ciências, Bauru, São Paulo, SP, Brasil.

Correspondência:

Dalton Müller Pessoa Filho
Departamento de Educação Física, Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP), Av. Eng. Luiz Edmundo Carrijo Coube, 14-01, Vargem Limpa, Bauru, SP, Brasil. 17033-360. dmpf@fc.unesp.br

RESUMO

Introdução: O treinamento em circuito é um modelo de treinamento resistido que permite uma variada combinação de sobrecarga e, por isso, requer mais informações para que se compreenda a demanda glicolítica anaeróbia durante sua execução. **Objetivo:** O objetivo foi comparar dois protocolos de treinamento com pesos, com (Tconv) e sem (Tcirc) pausa entre as execuções, quanto à resposta do lactato sanguíneo ([la]). **Métodos:** Onze homens (21,0 ± 2,3 anos; 76,7 ± 5,4 kg, 179,5 ± 7,0 cm) foram submetidos ao teste de repetição máxima. O Tcirc e o Tconv foram prescritos a 60%1RM, 12 repetições, sendo três passagens com pausa de 300 s para Tcirc e três séries de cada exercício com 180 s de pausa para o Tconv. Os exercícios que compuseram ambos os protocolos de treinamento foram: supino reto, cadeira extensora unilateral, *peck-deck*, mesa flexora, *pulley* alto, *leg press* 45°, remada horizontal e panturrilha no *hack*. O teste de ANOVA (Bonferroni *post hoc*) comparou o [la] no 1º, 3º e 5º minuto após as passagens no Tcirc e após cada série no Tconv. O teste *t* independente comparou as médias do pico de lactato entre Tcirc e Tconv. Em todas as análises adotou-se $p \leq 0,05$. **Resultados:** Foram observadas diferenças para o [la] entre a 1ª (10,6 ± 1,0 mmol/l) e a 2ª passagem (13,5 ± 1,8 mmol/l, $P = 0,01$) e entre a 1ª e a 3ª passagem (15,0 ± 2,5 mmol/l, $P < 0,01$) no Tcirc. Durante Tconv, os maiores valores médios de [la] foram observadas nos exercícios *pulley* alto (11,2 ± 2,2 mmol/l) e *leg press* 45° (11,9 ± 2,6 mmol/l). Houve diferença ($P < 0,01$) ao comparar o pico de [la] após Tconv (12,8 ± 2,2 mmol/l) e Tcirc (15,9 ± 2,0 mmol/l). **Conclusão:** O Tcirc demanda maior resposta glicolítica, enfatizando sua efetividade no aumento da capacidade anaeróbia muscular. Além disso, a execução não intermitente do Tcirc pode explicar sua maior demanda glicolítica, uma vez que Tconv e Tcirc foram proporcionalmente delineados, quanto ao volume e carga do protocolo. **Nível de Evidência I; Estudos diagnósticos–Investigação de um exame para diagnóstico.**

Descritores: Exercícios em circuitos; Ácido láctico; Treinamento de resistência.

ABSTRACT

Introduction: Circuit training is a model of resistance exercise that allows a varied combination of overload and therefore, requires more information to understand the anaerobic glycolytic demand during its execution. **Objective:** The objective was to compare two weight training protocols with (Tconv) and without (Tcirc) pause between performances, regarding the blood lactate ([la]) response. **Methods:** Eleven men (21.0±2.3 years old, 76.7±5.4 kg, 179.5±7.0 cm) underwent to one-maximum repetition test (1RM). Tconv and Tcirc were prescribed at 60%1RM, 12 repetitions, three laps with 300 s rest for Tcirc and three series of exercise with 180 s rest for Tconv. The exercises that comprised both training protocols were bench press, unilateral leg extension, shoulder press, double leg curl, high pulley, leg press 45°, seated row and hack-squat. The ANOVA (Bonferroni post-hoc) test compared [la] at the 1st, 3rd and 5th minute after the Tcirc laps and after each Tconv series. The independent t-test compared the means of the lactate peak between Tcirc and Tconv. In all analyzes the level of significance was set at $P \leq 0.05$. **Results:** Differences were observed for the [la] between the 1st (10.6±1.0 mmol/l) and 2nd lap (13.5±1.8 mmol/l, $P=0.01$), and between 1st and 3rd lap (15.0±2.5 mmol/L, $P<0.01$) in the Tcirc. During Tconv, the highest mean peak values of [la] were observed in high pulley (11.2±2.2 mmol/l) and leg-press 45° (11.9±2.6 mmol/l) exercises. There was a difference ($P<0.01$) when comparing the [la] between after Tconv (12.8±2.2 mmol/l) and Tcirc (15.9±2.0 mmol/l). **Conclusion:** Tcirc demands greater glycolytic response, emphasizing its effectiveness to increasing anaerobic muscle capacity. Furthermore, the non-intermittent execution of Tcirc can explain its greater glycolytic demand, since Tconv and Tcirc were proportionally designed regarding the volume and load protocol. **Level of Evidence I; Diagnostic studies - Investigating a Diagnostic Test.**

Keywords: Circuit-based exercise; Lactic acid; Resistance training.

RESUMEN

Introducción: El entrenamiento en circuito es un modelo de entrenamiento resistido que permite una variada combinación de sobrecarga, por eso, requiere más informaciones para que se comprenda la demanda glucolítica durante su ejecución. **Objetivo:** El objetivo fue comparar dos protocolos de entrenamiento con pesos, con (Tconv) y



*sin (Tcirc) reposo entre las ejecuciones, en cuanto a la respuesta del lactato sanguíneo ([la]). Métodos: Once hombres (21,0 ± 2,3 años, 76,7 ± 5,4 kg, 179,5 ± 7,0 cm) fueron sometidos a la prueba de repetición máxima. El Tcirc y Tconv se han prescrito a 60% 1RM, 12 repeticiones, siendo tres pasajes con pausa de 300 s para Tcirc y tres series de cada ejercicio con 180 s de pausa para el Tconv. Los ejercicios que compusieron ambos protocolos de entrenamiento fueron press de banca, extensión unilateral de piernas, aperturas en contructor de pecho, curl de piernas acostado, polea al pecho, prensa de piernas 45°, remo en polea y gemelos en maquina. La prueba de ANOVA (Bonferroni post hoc) comparó el [la] en el 1º, 3º y 5º minuto después de de los pasajes en el Tcirc y después de cada serie en el Tconv. La prueba t independiente comparó los promedios del pico de lactato entre Tcirc y Tconv. En todos los análisis se adoptó $P \leq 0,05$. Resultados: Se observaron diferencias entre el 1º (10,6 ± 1,0 mmol/l) y el 2º pasaje (13,5 ± 1,8 mmol/l, $P = 0,01$) y entre el 1º y el 3º pasaje (15,0 ± 2,5 mmol/l, $P < 0,01$) en el Tcirc. Durante Tconv, los valores medios más altos de [la] fueron observados en los ejercicios de polea al pecho (11,2 ± 2,2 mmol/l) y prensa de piernas 45° (11,9 ± 2,6 mmol/l). Se observó una diferencia ($P < 0,01$) al comparar el pico de [la] después de Tconv (12,8 ± 2,2 mmol/l) y Tcirc (15,9 ± 2,0 mmol/l). Conclusión: El Tcirc demanda mayor respuesta glucolítica, enfatizando su efectividad en el aumento de la capacidad anaeróbica muscular. Además, la ejecución no intermitente de Tcirc puede explicar su mayor demanda glucolítica, una vez que Tconv y Tcirc fueron proporcionalmente delineados en cuanto al volumen y la carga del protocolo. **Nivel de Evidencia I; Estudios de diagnósticos - Investigación de un examen para diagnóstico.***

Descriptor: Ejercicio en circuitos; Ácido láctico; Entrenamiento de resistencia.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1517-869220182401173550>

Artigo recebido em 15/12/2016 aprovado em 25/07/2017

INTRODUÇÃO

O treinamento com pesos tem demonstrado eficácia no desenvolvimento da aptidão neuromuscular, por aprimorar os aspectos de controle da atividade muscular, tolerância à perturbação metabólica e remodelamento tecidual.¹⁻¹¹ Inicialmente, houve uma tendência em caracterizar a demanda energética em exercícios com pesos e, conseqüentemente, sua aplicabilidade aos programas de condicionamento físico, propondo perfis de custo calórico,¹ analisando o papel no condicionamento cardiopulmonar,² determinando a demanda sobre o metabolismo anaeróbio,^{3,4} relacionando formas de execução do exercício com a intensidade do esforço,⁵ e verificando a influência de diferentes prescrições do treinamento resistido sobre respostas hormonais e efeitos ergogênicos.⁶ Recentemente, as temáticas abordam o modo de prescrição do treinamento resistido e seus efeitos sobre a expressão miogênica,⁷ desempenho em exercícios de potência e força^{8,10,11} e sinalizadores de danos muscular,⁹ evidenciando o papel da fisiologia molecular na compreensão das respostas bioquímicas, metabólicas e teciduais das adaptações neuromusculares ao treinamento resistido.

No entanto, esses estudos apresentam informações advindas de diferentes circunstâncias de treinamento, envolvendo diversas combinações de elementos de prescrição, como magnitude da carga, tipo de exercícios (e massa muscular ativa) e modo de execução (duração e velocidade). Assim, os respaldos teóricos, que deveriam dar suporte à elaboração dos programas de treinamento, são diversificados refletindo a pluridade de abordagens. Por exemplo, estudos recentes¹² analisaram o débito alático de O₂ após sessão aguda a 80%1RM, demonstrando uma demanda entre 1 a 2L/min para exercícios envolvendo membros superiores e inferiores. Já outros autores⁷ verificaram que a manipulação do intervalo entre as séries é capaz de demandar uma maior atividade metabólica em exercícios com cargas moderadas (~55%1RM), mesmo em comparação com os exercícios de alta intensidade (~75%1RM). Para Nicholson et al.,¹⁰ exercícios que divergem significativamente quanto à intensidade da carga, volume de exercícios, intervalo de recuperação e resposta metabólica podem apresentar similaridades nas respostas neuromusculares e bioquímicas.

Especificamente, quanto à concentração de lactato sanguíneo [la] no exercício com peso, os fatores influentes são: (a) intervalo de recuperação entre séries, pois quanto menor o intervalo entre séries maior

será o nível de [la], tornando o esforço mais intenso;^{13,2,14} (b) volume, pois o número de exercícios em uma seção influencia o nível de [la];^{3,4} (c) quantidade de massa muscular envolvida no exercício, pois maior a quantidade de tecido em atividade metabólica e maior a produção de [la];^{1,15,16} e (d) nível de experiência em treinamento com pesos, uma vez que indivíduos treinados tendem a tolerar esforços intensos por um tempo maior, provavelmente devido à melhor aptidão anaeróbia.¹⁷⁻¹⁹

Quanto aos tipos de protocolos de treinamento, estudos mostram que sessões agudas elaboradas com exercícios em circuitos tendem a ser executadas com predomínio de demanda energética anaeróbia,^{13,18} apesar de ser considerada uma técnica de prescrição que mais ativa o sistema oxidativo durante o treinamento com pesos.¹⁷ Geralmente, o exercício em circuito compreende oito a 15 estações, com intensidade entre 45% a 55% 1RM (uma repetição máxima) e 15 a 30 segundos de intervalo entre as estações.^{1,6,13,18} Tais autores observaram que o treinamento com maior intensidade é mais efetivo sobre as alterações da composição corporal força e endurance, quando comparado ao treinamento com menor intensidade.

Portanto, verifica-se que o acúmulo de lactato após exercícios resistidos demonstra uma variação em relação ao tempo de execução, tempo pausa, número de repetições, intensidade de carga e proporção de músculos ativos na execução. Assim, o conhecimento acerca das respostas fisiológicas ao treinamento com pesos é dependente do tipo de protocolo delineado. Porém, o tipo de protocolo comumente empregado no cotidiano dos indivíduos inseridos no treinamento com pesos é muito variado, quanto à técnica de prescrição, tipos de exercícios e objetivos.¹⁷ Há necessidade de investigar contextos usualmente prescritos e compará-los, afim de respaldar a intervenção profissional. O presente estudo pretende contribuir com informações sobre a intensidade de ativação do metabolismo glicolítico anaeróbio durante o treinamento com pesos pela resposta aguda do lactato sanguíneo em dois diferentes protocolos de exercícios resistidos, prescritos em circuito (execução contínua) e em séries convencionais (execução intermitente), envolvendo membros superior e inferior.

MATERIAL E MÉTODO

Foram utilizados para coleta de dados 11 sujeitos do sexo masculino (20,8±2,3 anos; 76,7±5,4 kg; 179,5±7,0 cm e 13,6±4,1% gordura corporal),

experientes em treinamento com pesos por, no mínimo, seis meses. Todos os sujeitos assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido, com aprovação do Comitê de Ética (Processo: 5510/46/01/11 - FC - UNESP).

Avaliação de uma repetição máxima (1RM)

O teste de 1RM seguiu as recomendações descritas por Mayhew et al.²⁰ envolvendo aquecimento inicial geral e séries específicas, com intensidade de carga submáxima à máxima. A quantidade de séries adotadas na determinação de 1RM foi três a cinco, executadas com até duas repetições e progredindo a intensidade de carga até a falha concêntrica após uma única repetição completada com sucesso. O intervalo de pausa entre as séries de aquecimento foi 90 segundos e entre as séries de testes foi 180 segundos. O teste de 1RM foi aplicado em todos os exercícios do protocolo de treinamento. Foram realizados dois testes por dia, alternando exercícios para membro inferior e superior, sendo completados em 72h.

Protocolo de treinamento

O treinamento foi estruturado em circuito (Tcirc) e em conjunto de séries fixas, denominado convencional (Tconv). A intensidade da carga foi 60%1RM para ambos os protocolos, em todos os exercícios: (1º) supino reto (SR), (2º) cadeira extensora unilateral (CE), (3º) peck-deck (PD), (4º) mesa flexora (MF), (5º) pulley-alto (PA), (6º) leg-press 45º (LP45), (7º) remada horizontal (RH) e (8º) panturrilha no hack (PH).

No Tcirc, o intervalo de pausa foi de 30 segundos para alternar entre as estações de exercícios e de 300 segundos entre cada uma das três passagens completas pelo circuito. O número de repetições por estação foi 12. No Tconv foram executadas três séries dos mesmos exercícios do circuito por vez. O intervalo de pausa entre as séries foi de 180s e o número de repetições por série foi 12.

Análise do lactato sanguíneo

As amostras sanguíneas foram realizadas no lóbulo da orelha, após assepsia local, utilizando capilares heparinizados e calibrados para 25 µL de sangue arterializado. O sangue coletado foi armazenado em tubos Eppendorff, com 50 µL de fluoreto de sódio a 1% (NaF1%) e analisados por método enzimático (2500- STAT da Yellow Spring) fornecendo a [la] em mmol/L. No Tcirc, as amostras ocorreram nos instantes 1º, 3º e 5º minutos após cada passagem e na última passagem incluiu-se o 7º minuto. No Tconv, as amostras ocorreram nos instantes 1º e 3º minutos após o término da terceira série de cada exercício, incluindo-se os 5º e 7º minutos apenas ao término da sessão.

Tratamento estatístico

A [la] durante e após Tcirc e Tconv foram testadas quanto à normalidade por *Shapiro-Wilk*. Após confirmada a normalidade, empregou-se o teste ANOVA (conjugado à Benferroni como post-hoc) para comparação das médias de [la] entre os instantes de amostragem em cada protocolo. A comparação da resposta pico de [la] ao final de ambos os protocolos foi realizada pelo teste *t* independente. Em todas as análises, o nível de significância adotado foi de $p \leq 0,05$.

RESULTADOS

As referências de 1RM nos exercícios foram: SR (88,0±8,5 kg); CE (60,7±5,2 kg); PD (105,8±8,5 kg); MF (63,8±2,9 kg); PA (85,2±7,0 kg); LP45º (232,8±20,1 kg); RH (78,1±5,5 kg); PH (229,2±39,0 kg). A Figura 1 apresenta a comparação entre [la] nos instantes 1º, 3º e 5º minutos de amostragem em cada uma das três passagens pelo circuito. Houve diferenças ao comparar [la] nos 1º, 3º e 5º minutos da 1ª passagem, com esses mesmos instantes da 2ª ($F=3,7$, $P=0,36$; $F=15,4$, $P=0,01$; $F=13,5$, $P<0,01$, respectivamente) e 3ª ($F=3,7$, $P=0,02$; $F=15,4$, $P<0,01$; $F=13,5$, $P<0,01$,

respectivamente). Não foram observadas diferenças na [la] ao comparar os mesmos instantes após a 2ª e 3ª passagens.

A inserção de pausas de três minutos entre as séries dos exercícios e ao trocar de exercícios permitiu analisar a demanda de cada exercício sobre [la] (Figura 2). Ao comparar a concentração pico de lactato após cada exercício observou-se diferenças entre SR (1) e PA (5) ($F=3,8$; $P=0,043$), entre SR (1) e LP45º (6) ($F=3,8$; $P<0,01$) e entre SR (1) e RH (7) ($F=3,8$; $P=0,031$). Houve também diferença ($F=0,35$, $P<0,01$) ao comparar a resposta de pico de [la] ao final de Tconv (12,8±2,2 mmol/L) e Tcirc (15,9±2,0 mmol/L).

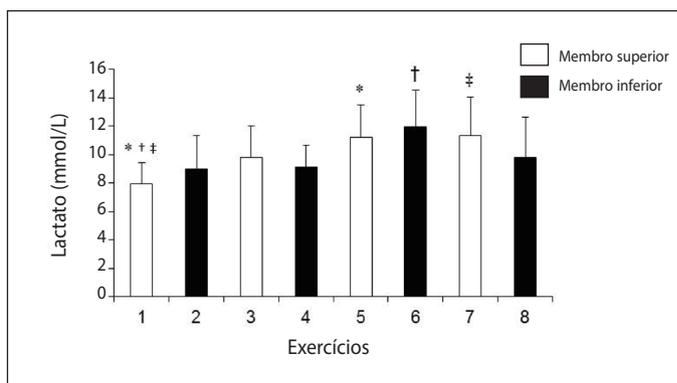


Figura 2. Comparação da concentração pico de lactato após as séries de cada exercício. Dentre os exercícios de Membro superior e Membro inferior, estão em sequência de execução: supino reto (1); cadeira extensora unilateral (2); peck-deck (3); mesa flexora (4); pulley-alto (5); leg-press 45º (6); remada horizontal (7) e panturrilha no hack (8). Os símbolos (*, † e ††) indicam diferenças significativas ($P \leq 0,05$) entre os exercícios (ver texto).

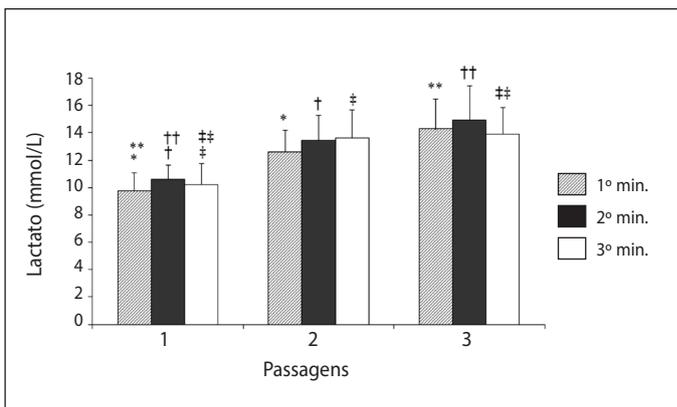


Figura 1. Comparação da concentração de lactato entre os instantes de coleta em cada passagem do protocolo em circuito. Os símbolos (*, † e †† ou **, †† e ††) indicam diferenças significativas ($P \leq 0,05$) entre os instantes de coleta ao comparar a primeira passagem com esses mesmos instantes na segunda e terceira passagens (ver texto).

DISCUSSÃO

Os protocolos Tcirc e Tconv demandaram alta [la], permitindo inferir que o treinamento com pesos pode estimular uma alta taxa de ativação do metabolismo glicolítico anaeróbio, desde que estruturado conforme as circunstâncias analisadas no presente estudo: (1) incluir exercícios com grandes músculos, ou grupos musculares, para membro superior e inferior; (2) adequar a relação intensidade e volume para induzir uma elevada sobrecarga metabólica (ex.: associar cargas moderadamente elevadas com repetições máxima mostra-se eficiente para esta finalidade); e, especificamente para Tcirc, (3) executar de forma contínua o protocolo, ou alternando entre exercícios.

Valores da concentração de lactato durante o exercício prescrito em circuito não são muito comuns na literatura. O estudo de Jürimäe et al.²¹ foi pioneiro em analisar a resposta aguda do [la] em

protocolo com 10 estações, 30 segundos de execução a 70%1RM. Nesse estudo, a [la] atingiu ~7,2 mmol/L imediatamente após a sessão. Na investigação conduzida por Skidmore et al.,²² os valores de [la] atingiram 7,3 mmol/L, apesar do protocolo envolver diferentes tipos de exercícios associados ao exercício com peso, como ciclismo e exercício com o peso corporal.

Resultados semelhantes aos encontrados no presente estudo foram apresentados por Gettman e Pollock¹³ e Hurley² ao analisarem a [la] em protocolos em circuito com pequeno período de pausa. Valores de 15 e 17 mmol/L foram relatados por estes autores, os quais são compatíveis aos valores de pico encontrados no presente estudo (15,91±1,95 mmol/L). Kraemer et al.,¹⁴ no entanto, obtiveram um grande incremento na concentração de lactato (21 mmol/L) estudando fisiculturistas e basistas (atletas praticantes de "Power lifting" – exercícios de supino reto, agachamento e levantamento terra). Estes autores utilizaram três séries de 10 movimentos em 10 exercícios, com 10 segundos de pausa entre as séries e de 30 a 60 segundos de pausa entre os exercícios, a partir do qual observaram que exercícios para grandes grupos musculares proporcionam maior resposta de [la] e que as respostas metabólicas no treinamento com pesos são dependentes do período de pausa.

Há, no entanto, discrepância de informações acerca da [la] em diferentes tipos de exercícios e técnicas de prescrição do exercício com pesos. A produção de [la] pode variar entre 1,8 e 11,7 mmol/L e 1,5 e 3,2 mmol/L, respectivamente no leg-press 45° e supino reto, quando a intensidade da carga varia entre 10% a 90%1RM em séries isoladas.²³ Em séries do exercícios de agachamento, Maté-Muñoz et al.²⁴ apresentaram concentrações de lactato entre ~3 a 9 mmol/L para execuções de 1 minuto, com 30 repetições e carga variando entre 10 a 40%1RM. Durante sessões agudas de treinamento, com diferentes protocolos, o pico da [la] atingiu 4,2 mmol/L em exercício de extensão do joelho, envolvendo ações estáticas e dinâmicas, com carga equivalente a 10RM.²⁵ Contudo, para esses autores, a intensidade relativa da carga durante o protocolo tende a reduzir o tempo de execução e, conseqüentemente, estimular pouco o metabolismo glicolítico. Essa hipótese foi confirmada por Pareja-Blanco et al.,⁸ que observaram valores mais elevados de ([la] = 4,7 mmol/L) em séries com cargas baixas (~60%1RM) e velocidade alta de execução, ao comparar com cargas altas (~80%1RM) e baixa velocidade ([la] = 2,0 mmol/L). MacDougall et al.²⁶ observaram uma variação de pico de [la] com a alteração na quantidade de séries para uma mesma intensidade de carga (80%1RM). Os valores não foram superiores à ~3,5 mmol/L e 4,7 mmol/L, respectivamente para 1 e 3 séries de execução da rosca de bíceps unilateral e tempos de execução entre 37 e 96 segundos. Outros protocolos chegaram a mesma conclusão, ao analisar sessões agudas de treinamento com cargas elevadas e/ou poucas repetições do exercício. No agachamento, prescrito com seis séries, seis repetições a 60%1RM e 1 minuto de pausa, a [la] atingiu 5,5 mmol/L.²⁷ Em séries de oito repetições a 80%1RM no exercício de extensão unilateral do joelho, Poton e Pollito²⁸ relataram pico de [la] a 4,2 mmol/L. Esses autores observaram que os exercícios de rosca de bíceps, supino e leg-press demandam variação de [la] entre ~4,5 e 6,5 mmol/L e entre ~2,4 e 6,8 mmol/L quanto realizados a 60% e 80%1RM, respectivamente. Por fim, Popov et al.⁷ verificaram que o tempo de pausa entre as séries também influencia a [la]. Para os autores, a [la] atingiu

um pico de ~8,0 mmol/L com exercícios a ~55%1RM sem intervalo, enquanto que o exercício realizado a ~75%1RM demandou um pico de ~6,0mmol/L. Assim, a variação da [la] em exercícios com pesos, prescritos com diferentes intensidades de carga (60 e 80% 1RM) e diferentes grupos musculares, ratifica a influência tanto da intensidade da carga quanto da quantidade de massa muscular envolvida e tempo de execução. No entanto, esses estudos apresentam valores menores de [la] que aqueles observados no presente estudo, possivelmente pelo reduzido volume de exercícios delineados nestes protocolos. Por outro lado, Tesh, Colliander e Kaiser⁴ ao submeter fisiculturistas à cinco séries até a falha concêntrica (10 a 12 repetições), em quatro exercícios de membro inferior (dois tipos diferentes agachamentos, leg press e extensão de joelho) com um minuto de pausa, reportaram um valor pico de lactato de 13,3 mmol/L.

No entanto, os protocolos elaborados no presente estudo envolveram também grandes grupos musculares dos membros inferiores e superiores. Assim, a diferença na força máxima (1RM) destes grupos musculares é evidente, principalmente ao analisar o exercício de LP45°, no qual a estimulação do lactato foi maior e a sobrecarga temporal, em virtude de um maior envolvimento de massa magra, passa a ser outra variável influente e pode explicar as diferenças de [la] observadas entre os primeiros exercícios do protocolo com os últimos. De fato, a quantidade de massa muscular envolvida no exercício é, segundo Crewther, Croman e Keogh,¹⁶ um fator determinante da [la]. Essa é uma limitação do presente estudo, pois a inclusão dos exercícios LP45° e PH destoaram em relação aos demais exercícios quanto ao valor da carga de treino. Assim, pode-se ainda afirmar que os exercícios que sucederam aquele onde o pico de [la] foi observado, não demandaram um quantidade de trabalho mecânico intenso o suficiente para estimular maior atividade glicolítica, permitindo identificar um limite máximo de ativação desta via energética. No presente estudo, os sujeitos não conseguiram dar continuidade a produção glicolítica para além da execução do 5º exercício no Tconv, ou 2ª passagem pelo Tcirc, sugerindo ter atingido um limite da capacidade de contribuição anaeróbia.

CONCLUSÃO

O treinamento convencional (Tconv) e o treinamento em circuito (Tcirc) evidenciaram especificidade contextual para demandar elevada atividade glicolítica, sendo por isso recomendados ao propósito de aprimoramento da capacidade anaeróbia muscular e, portanto, podem ser aplicados aos atletas que competem em eventos de curta-média duração e alta intensidade, nos quais tanto a taxa de contribuição da energia anaeróbia láctica, quanto a tolerância à perturbação metabólica por acidose, são fatores limitantes do desempenho. Todavia, uma análise específica da tendência de resposta do lactato sanguíneo aos diferentes protocolos de treinamento com peso seria melhor demonstrada por um protocolo de treinamento reconfigurado com exercícios envolvendo uma quantidade semelhante de massa muscular, ou seja: sem diferenças na carga de treino e quantidade de trabalho realizado por uma mesma região corporal.

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

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES: Todos os autores contribuíram individual e significativamente para o desenvolvimento do manuscrito. DMPF (0000-0003-3975-9260)*, LOCS (0000-0003-0585-4593) e MMP (0000-0003-3812-9320)* foram responsáveis pela idealização da proposta, coleta de dados, apresentação dos resultados e discussão literária dos resultados observados. ARS (0000-0003-0653-5383) e AS (0000-0002-6332-7823), acompanharam o tratamento dos dados e contribuíram com a revisão do manuscrito, base conceitual do estudo e revisão conceitual final. *ORCID (*Open Researcher and Contributor ID*).

REFERÊNCIAS

1. Wilmore JH, Parr RB, Ward P, Vodak PA, Barstow TJ, Pipes TV, et al. Energy cost of circuit weight training. *Med Sci Sports Exerc.* 1978;10(2):75-8.
2. Hurley BF, Seals DR, Ehsani AA, Cartier LJ, Dalsky GP, Hagberg JM, et al. Effects of high-intensity strength training on cardiovascular function. *Med Sci Sports Exerc.* 1984;16(5):483-88.
3. Guezennec Y, Leger F, Lhoste M, Aymonod M, Pesquies PC. Hormone and metabolic response to weight-lifting training sessions. *Int J Sports Med.* 1986;7(2):100-5.
4. Tesch PA, Colliander EB, Kaiser P. Muscle metabolism during intense, heavy-resistance exercise. *Eur J Appl Physiol.* 1986;55(4):362-6.
5. Keogh JW, Wilson GJ, Weatherby RP. A cross-sectional comparison of different resistance training techniques in the bench press. *J Strength Cond Res.* 1999;13(3):247-58.
6. Marx JO, Ratamess NA, Nindl BC, Gotshalk LA, Volek JS, Dohi K, et al. Low volume circuit versus high-volume periodized resistance training in women. *Med Sci Sports Exerc.* 2001;33(5):635-43.
7. Popov DV, Lysenko EA, Bachinin AV, Miller TF, Kurochkina NS, Kravchenko IV et al. Influence of resistance exercise intensity and metabolic stress on anabolic signaling and expression of myogenic genes in skeletal muscle. *Muscle Nerve.* 2015;51(3):434-42.
8. 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;35:916-24.
9. Heavens KR, Szivak TK, Hooper DR, Dunn-Lewis C, Comstock BA, Flanagan SD, et al. The effects of high intensity short rest resistance exercise on muscle damage markers in men and women. *J Strength Cond Res.* 2014;28(4):1041-9.
10. Nicholson G, McLaughlin G, Bissas A., Ispoglou T. Do the acute biochemical and neuromuscular responses justify the classification of strength-and hypertrophy-type resistance exercise? *J Strength Cond Res.* 2014;28(11):3188-99.
11. Johnston MJ, Cook CJ, Drake D, Costley L, Johnston JP, Kilduff, LP. The neuromuscular, biochemical and endocrine responses to a single session versus double session training day in elite athletes. *J Strength Cond Res.* 2016;30(11):3098-106.
12. Vianna JM, Werneck FZ, Coelho EF, Damasceno VO, Reis VM. Oxygen uptake and heart rate kinetics after different types of resistance exercise. *J Human Kinetics.* 2014;42:235-44.
13. Gettman LR, Pollock ML. Circuit weight training: a critical review of its physiological benefits. *Physician Sports Med.* 1981;9(11):44-60.
14. Kraemer WJ, Noble, BJ, Clark MJ, Culver, BW. Physiologic response to heavy-resistance exercise with very short rest periods. *Int J Sports Med.* 1987;8(4):247-52.
15. Machado AF, Guglielmo LG, Greco CC, Denadai BS. Efeitos do modo de exercício no pico de consumo de oxigênio e resposta do lactato sanguíneo em meninos de 11-12 anos. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum.* 2006;8(3):11-15.
16. Crewther B, Cronin JE, Keogh J. Possible stimuli for strength and power adaptation. *Sport Med.* 2006;36(1):65-78.
17. Kraemer WJ, Adams K, Cafarelli E, Dudley GA, Dooly C, Feigenbaum MS, et al. American College of Sports Medicine position stand: progression models in resistance training for healthy adults. *Med Science Sports Exerc.* 2002;34(2):364-80.
18. Gettman LR, Ayres JJ, Pollock ML, Jackson A. The effect of circuit weight training on strength, cardio-respiratory function, and body composition of adult men. *Med Sci Sports Exerc.* 1977;10(3):171-6.
19. Ivy JL, Costill DL, Van-Handel PJ, Essig DA, Lower RW. Alteration in lactate threshold with changes in substrate availability. *Int J Sports Med.* 1981;2(3):139-42.
20. Mayhew JL, Prinster JL, Ware JS, Zimmer DL, Arabas JR, Bembem MG. Muscular endurance repetitions to predict bench press strength in men of different training levels. *J Sports Med Physiol Fitness.* 1995;35(2):108-13.
21. Jürimäe T, Karelson K, Smirnova T, Viru A. The effect of a single-circuit weight-training session on the blood biochemistry of untrained university students. *Eur J Appl Physiol, Berlin.* 1990;61:344-8.
22. Skidmore BL, Jones MT, Blegen M, Matthews, TD. Acute Effects of three different circuit weight training protocols on blood lactate, heart rate, and rating of perceived exertion in recreationally active women. *J Sports Sci Med.* 2012;1;1(4):660-8.
23. Oliveira CJ, Baldissera V, Simões HG, Aguiar AP, Silva PH, et al. Identificação do limiar de lactato e limiar glicêmico em exercícios resistidos. *Rev Bras Med Esporte.* 2006;12(6):333-8.
24. Maté-Muñoz JL, Monroy AJ, Jodra-Jiménez P, Garnacho-Castaño MV. Effects of instability versus traditional resistance training on strength, power and velocity in untrained men. *J Sports Sci Med.* 2014;13(3):460-68.
25. Gentil P, Oliveira E, Boratto M. Time under tension and blood lactate response during four different resistance training methods. *J Physiol Anthropol.* 2006;25(5):339-44.
26. MacDougall J, Ray S, Sale DG, McCartney N, Lee P, Garner S. Muscle substrate utilization and lactate production during weightlifting. *Canadian J Appl Physiol.* 1999;24(3):209-15.
27. Martorelli A, Bottaro M, Vieira A, Rocha-Júnior V, Cadore E, Prestes J, et al. Neuromuscular and blood lactate responses to squat power training with different rest intervals between sets. *J Sports Sci Med.* 2015;14(2):269-75.
28. Poton R, Polito MD. Hemodynamic response to resistance exercise with and without blood flow restriction in healthy subjects. *Clin Physiol Funct Imaging.* 2016 ;36(3):231-6.