



EFEITOS AGUDOS DE DIFERENTES MÉTODOS DE TREINAMENTO COM PESOS SOBRE O GASTO ENERGÉTICO EM HOMENS TREINADOS

ACUTE EFFECTS OF DIFFERENT WEIGHT TRAINING METHODS ON ENERGY EXPENDITURE IN TRAINED MEN

Rodrigo Ramalho Aniceto^{1,2}
Raphael Mendes Ritti-Dias¹
Christopher B. Scott³
Fábio Fellipe Martins de Lima²
Thaliane Mayara Pessoa dos Prazeres^{1,2}
Wagner Luiz do Prado^{1,2}

1. Programa Associado de Pós-Graduação em Educação Física UPE/UFPB, Universidade de Pernambuco, Recife, PE, Brasil.
2. Grupo de Estudos em Nutrição e Exercício, Escola Superior de Educação Física, Universidade de Pernambuco, Recife, PE, Brasil.
3. Exercise, Health and Sport Sciences, University of Southern Maine, Gorham, USA.

Correspondência:

Wagner Luiz do Prado,
Escola Superior de Educação Física -
Universidade de Pernambuco.
Rua Arnóbio Marques, 310 -
Santo Amaro, 50100-130,
Recife, PE, Brasil.
E-mail: wagner.prado@pq.cnpq.br;
wagner.prado@upe.br

RESUMO

Introdução: O treinamento com pesos vem sendo amplamente utilizado como estratégia de controle e redução ponderal, assim o gasto energético (GE) contribui de forma significativa para este processo. **Objetivo:** Comparar os efeitos agudos do método circuito (MC) com o método tradicional (MT) sobre o GE. **Métodos:** Trata-se de uma pesquisa com delineamento *crossover* e aleatorizado, a amostra foi composta por 10 homens adultos treinados com idade entre 18 e 29 anos. Foram realizadas duas sessões experimentais com *wash out* de sete dias: no MC os exercícios foram realizados alternados por segmento em forma de estações, durante o MT os exercícios foram realizados em séries consecutivas. Ambos os métodos seguiram a mesma sequência de oito exercícios com o mesmo trabalho total: 60% de 1RM, 24 séries/estações e 10 repetições. O lactato sanguíneo foi coletado em repouso e a cada três séries/estações. O ar expirado foi coletado por 30 minutos antes e ~31 minutos durante todas as sessões de treinamento. O GE aeróbio de exercício (GEAE, kJ) e do intervalo de recuperação (GEAIR, kJ) foram estimados pela calorimetria indireta através da medida do consumo de oxigênio e o GE anaeróbio (GEA, kJ) pela concentração de lactato sanguíneo ([La]). O GE total (GET, kJ) foi registrado pelo somatório do GEA, GEAE e GEAIR. **Resultados:** Os dados demonstraram que o GEA foi maior no MT do que o MC, no entanto, o GEAE, GEAIR e o GET não foram diferentes significativamente entre os métodos. O MT apresentou maior [La] do que o MC. **Conclusão:** Conclui-se que o MC e o MT produzem similar GET, contudo, percebe-se que o MT utiliza mais a via anaeróbia do que o MC.

Palavras-chave: metabolismo energético, lactato, consumo de oxigênio, treinamento resistido.

ABSTRACT

Introduction: The weight training has been widely used as strategy of reduction and weight control, so the energy expenditure (EE) contributes significantly to this process. **Objective:** Compare the acute effects of the circuit method (CM) with the traditional method (TM) on the EE. **Methods:** This is a research with randomized crossover design; the sample consisted of ten adult men recreationally trained aged between 18 to 29 years. There were two experimental sessions with seven-day wash out: in CM the exercises were performed by alternating segment in form of stations, during TM the exercises were performed in consecutive sets. Both training methods followed the same sequence of eight exercises with the same total work: 60% of 1RM, 24 sets/stations and ten repetitions. The collection of blood lactate was performed at rest and the every three sets/stations. The expired air was collected per 30 minutes before and ~31 minutes during all the training sessions. The aerobic exercise (AEEE, kJ) and of rest interval (RIEE, kJ) EEs were estimated by indirect calorimetry by measuring oxygen consumption and the anaerobic EE (AEE, kJ) by blood lactate concentration ([La]). The total EE (TEE, kJ) was recorded by the sum of AEE, RIEE and AEE. **Results:** Data showed that the AEE was greater in TM than the CM; however, the AEEE, RIEE and the TEE were not significantly different between the methods. The TM presented higher [La] than the CM. **Conclusion:** We conclude that the CM and TM produces similar EE during and post-workout, however, one realizes that the TM uses more anaerobic system than the MC.

Keywords: energy metabolism, lactate, oxygen consumption, resistance training.

INTRODUÇÃO

O treinamento com pesos (TP), é utilizado visando aumentar a massa muscular, resistência, força, e potência muscular de seus praticantes¹⁻², todavia, recentemente, o TP também vem sendo amplamente usado para a redução e controle ponderal³. Para que os objetivos sejam alcançados, a prescrição desse tipo de treinamento envolve a manipulação de diversas variáveis, como ações musculares, número de séries e repetições, intensidade das cargas, velocidade de execução do movimento, intervalo de recuperação, seleção e ordem dos exercícios, além da frequência semanal¹⁻².

Os métodos de treinamento em circuito (MC) e tradicional (MT), são bastante utilizados em diferentes grupos populacionais. Os estudos demonstram que o MC promove melhorias na aptidão cardiorrespiratória, resposta cardiovascular, capacidade funcional, força muscular e resistência muscular localizada, além de alterar a composição corporal⁴⁻⁶. Por outro lado, o MT geralmente está associado com o aumento na massa muscular, força e potência muscular⁷⁻⁸.

O TP promove elevação do gasto energético (GE), sendo este componente importante na prescrição, especialmente em situações que se busca modular a massa corporal. Estudos têm comparado o GE

entre o MC e o MT⁹⁻¹¹, porém até o presente momento, os resultados não são conclusivos, visto que, as investigações não padronizaram as condições testadas e a estimativa do GE, foi realizada exclusivamente pela medida do consumo de oxigênio (VO₂). Entretanto, tal técnica é capaz apenas de quantificar o GE aeróbio, e o TP, é uma atividade essencialmente anaeróbia com uma grande participação de processos glicolíticos anaeróbios. Dessa forma, a estimativa da energia advinda desse sistema, torna-se essencial, para tal, a concentração de lactato sanguíneo ([La]) surge como uma alternativa¹²⁻¹⁴.

Nesta perspectiva, o objetivo deste estudo foi comparar os efeitos agudos do MC com o MT sobre o GE total da sessão de exercícios com pesos. Nossa hipótese é que, quando padronizados o trabalho total, o GE total seja maior no MT do que no MC.

MÉTODOS

Desenho experimental

Trata-se de uma pesquisa com delineamento cruzado (*crossover*) e aleatorizado. O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade de Pernambuco (# 226/10). Antes de qualquer teste, foi solicitada a assinatura individual do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, sendo apresentados, neste momento, os objetivos da pesquisa e procedimentos empregados, bem como informados os possíveis riscos e benefícios do estudo.

O desenho experimental do estudo está apresentado na figura 1. Após cinco a sete dias da realização das medidas antropométricas, avaliação da composição corporal e do teste de 1RM, os sujeitos foram aleatoriamente (*randomizer.org*) submetidos a duas sessões experimentais com intervalo de sete dias (*wash out*). Cada sessão consistia na realização de um dos dois métodos de treinamento: MT ou MC. A única diferença entre os métodos foi à montagem da sessão de exercícios, uma vez que, durante o MC os voluntários realizavam os exercícios alternados por segmento (tronco, membros superiores ou inferiores) em forma de estações, enquanto que durante o MT os exercícios foram realizados em três séries consecutivas para cada grupo muscular.

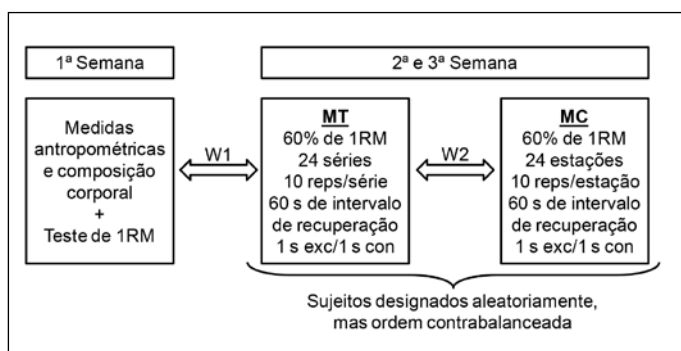


Figura 1. Desenho experimental.

MT – método tradicional; MC – método circuito; 1 s exc/1 s con – velocidade de execução com um segundo na fase excêntrica e um segundo na fase concêntrica; W1 – *wash out* de cinco a 10 dias; W2 – *wash out* de sete dias.

Amostra

A amostra foi composta por 10 homens adultos treinados recreacionalmente. A seleção da amostra foi feita através de divulgação (cartazes/convites) realizada no *campus* universitário. Os critérios de inclusão foram: ser homem com idade entre 18 e 30 anos; estar apto para prática de atividade física (PAR-Q); praticar regulamente TP por no mínimo seis meses e no máximo dois anos, com frequência mínima de três vezes por semana; e apresentar índice de massa corporal entre 18,5 kg/m² e 29,9 kg/m². Foram excluídos os indivíduos que durante os procedimentos experimentais consumissem suplementos alimentares,

medicamentos, bebidas alcoólicas ou tabaco; apresentassem algum agravante osteomuscular ou cardiovascular; e que realizassem qualquer exercício físico 48 horas antes das sessões experimentais. O dimensionamento amostral foi realizado com auxílio do *software G*Power* 3.1 e baseado em um estudo piloto, utilizando-se à média e o desvio padrão do GE das sessões de treinamento e um coeficiente de correlação de 0,5, obtendo assim, um *effect size* de 1,16. Dessa forma, usando um poder de 0,80 (bi-caudal) e um α de 0,05, o tamanho amostral foi estimado em oito indivíduos.

PROCEDIMENTOS

Medidas antropométricas e composição corporal

Utilizou-se balança da *Filizola*®, para obtenção da massa corporal (kg); estadiômetro de madeira montado, para estatura (cm); adipômetro científico *Lange* para mensuração das dobras cutâneas. O índice de massa corporal (IMC) foi calculado dividindo-se a massa corporal pela estatura ao quadrado (kg/m²). O protocolo utilizado para predição da densidade corporal foi o de três dobras cutâneas (peitoral, abdominal e coxa média) de Jackson e Pollock¹⁵. Para estimativa do percentual de gordura (%G), utilizou-se a equação de Siri.

Teste de uma repetição máxima

Foi realizado um teste de 1RM seguindo o protocolo descrito previamente por Kraemer *et al.*¹⁶. Iniciou-se com aquecimento de cinco a 10 repetições utilizando-se 40 a 60% da carga máxima estimada. Após um minuto de recuperação os voluntários executaram três a cinco repetições com 60 a 80% da carga máxima estimada. Após dois minutos foram realizadas de três a cinco tentativas com cargas progressivas, com intervalo de três minutos entre as tentativas, para identificar 1RM. Esse processo de aumento da carga continuou até ocorrer uma tentativa falha. Instruções padronizadas foram fornecidas antes do teste. A ordem de testagem seguiu a mesma ordem de execução dos exercícios utilizados nas sessões experimentais. Os sujeitos foram orientados a não realizar exercício físico 24 horas antes do teste e alimentar-se duas horas antes do teste.

Familiarização com o metrônomo

Após o teste de 1RM, foi realizada uma sessão de familiarização ao metrônomo (*Korg MA-30*), utilizando uma série de 10 repetições em todos os exercícios, seguindo a mesma ordem de execução dos exercícios das sessões.

Concentração de lactato sanguíneo

Amostras de sangue do lóbulo da orelha (25µL) foram coletadas em tubos capilares heparinizados antes (basal) e a cada três séries ou estações (três min, sete min, 11 min, 15 min, 19 min, 23 min, 27 min, 31 min). Todas as amostras foram imediatamente transferidas para tubos plásticos estéreis (*ependorfs*) contendo 50 µL de fluoreto de sódio a 1%, sendo posteriormente analisadas em mmol·L⁻¹ utilizando um analisador de lactato (*YSI 1500 Sport Lactate Analyzer, Yellow Springs, OH*).

Análise direta de gases

O ar expirado foi coletado por 30 minutos antes e durante toda a sessão de exercícios (aproximadamente 32 minutos), utilizando-se um analisador de gases portátil (*Cosmed K4b², Rome, Italy*) com leitura *breath by breath*, sendo analisados o consumo de oxigênio (VO₂, mL·min⁻¹) e o dióxido de carbono (VCO₂, mL·min⁻¹). Antes de cada sessão experimental o equipamento foi devidamente calibrado, seguindo todas as recomendações do fabricante. As condições ambientais foram controladas, com temperatura mantida entre 22 e 24 °C e umidade relativa de 40 a 60%.

Taxa metabólica de repouso e gasto energético aeróbio e anaeróbio

A taxa metabólica de repouso (TMR, kJ) foi calculada utilizando a equação de Weir¹⁷, sendo obtida por calorimetria indireta com indivíduo em repouso após jejum noturno de 10-12 horas. O VO_2 e o VCO_2 foram coletados por 30 minutos, no entanto, foi tomado como medida para TMR apenas os 10 minutos finais. Para estimativa do gasto energético aeróbio de exercício (GEAE, kJ) e do intervalo de recuperação (GEAIR, kJ) utilizou-se o método de calorimetria indireta através do VO_2 , sendo utilizado o valor calorífico de 21,1 kJ e 19,6 kJ, respectivamente. Os valores obtidos foram multiplicados por cada litro de O_2 consumido¹⁸⁻¹⁹. O gasto energético anaeróbio (GEA, kJ) foi analisado através da [La], sendo calculado pelo delta de variação (Δ) entre a medida anterior e a subsequente (ex.: $\Delta_1 = [La]_{3min} - [La]_{basal}$, $\Delta_2 = [La]_{7min} - [La]_{3min}$), todos os deltas foram somados e o valor multiplicado pela massa corporal (kg) e por 3 ml de O_2 ^{12,20}. Esta conversão para equivalente de O_2 foi subsequentemente convertida para Joules, onde 1 L de $O_2 = 21,1$ kJ¹⁸⁻¹⁹. O gasto energético total (GET, kJ) foi obtido pelo somatório dos gastos (GET = GEA + GEAE + GEAIR).

Protocolos experimentais

Os indivíduos chegaram ao laboratório entre sete e oito horas da manhã e ficavam sentados na posição supina por 15 minutos, logo após iniciava-se a medida da TMR. Em seguida, foi ingerido um lanche padrão (um pão francês de 50 g com uma fatia de queijo prato de 30 g e um copo de suco de frutas de 200 ml) com densidade energética de 350 kcal (Carboidrato: 61,7%; Proteína: 13,44% e Lipídeos: 24,86%). Após repouso de 30 minutos (sentados), era mensurado o VO_2 e a [La] as sessões de exercícios (figura 2). Todas as sessões obedeceram à mesma ordem de exercícios: supino horizontal, *leg press* 45°, remada sentada, mesa flexora, tríceps na polia, cadeira extensora, rosca direta e cadeira adutora.

Em ambos os métodos (MT e MC) foi padronizado o trabalho total: 60% de 1RM, 24 séries/estações, 10 repetições e velocidade de execução com um segundo na fase excêntrica e um segundo na fase concêntrica, sendo a razão trabalho:descanso 1:3 (20 segundos: 60 segundos). O trabalho foi calculado multiplicando-se a carga pelo número de séries e repetições, sendo o trabalho total igual ao somatório de todos os exercícios¹⁴. Além disso, foi padronizado o posicionamento, técnica de execução do exercício e a amplitude articular. Os indivíduos abstiveram de caféina 24 horas antes dos protocolos experimentais.

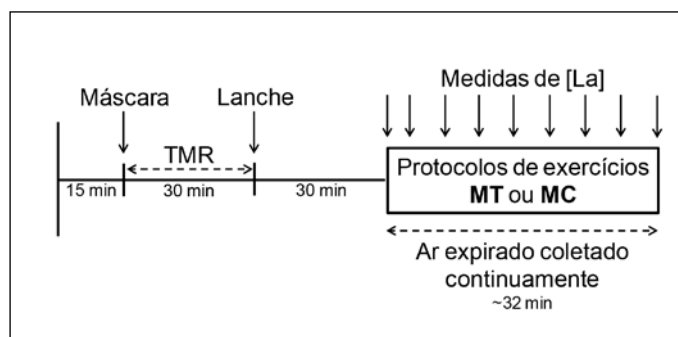


Figura 2. Protocolo experimental.

MT – método tradicional; MC – método circuito; [La] – concentração de lactato sanguíneo no repouso, a cada três séries ou estações durante os exercícios (3 min, 7 min, 11 min, 15 min, 19 min, 23 min, 27 min, 31 min).

Análise estatística

A normalidade e homogeneidade dos dados foram confirmadas pelo teste de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente. Utilizou o teste *t* de Student pareado para comparar o MC com o MT em relação à TMR, GEAE, GEAIR,

GEA e o GET; e a ANOVA two-way (condições x momentos) com post-hoc de Newman-Keuls para comparar as medidas da [La] (2 x 9). Os dados são apresentados em média \pm desvio padrão com nível de significância adotado de $p < 0,05$. As análises foram realizadas no SPSS 16.0 e STATISTICA 5.1.

RESULTADOS

Após divulgação da pesquisa, 21 indivíduos se voluntariaram a participar da pesquisa, entretanto, seis não atenderam aos critérios de inclusão, cinco não concluíram todas as sessões experimentais. Desta forma, a amostra final foi composta por 10 voluntários com idade de $21,30 \pm 3,33$ anos, massa corporal de $80,46 \pm 6,84$ kg, estatura de $176,55 \pm 5,11$ cm, IMC de $25,88 \pm 2,85$ kg/m², gordura corporal de $19,98 \pm 4,30$ % e tempo de treinamento de $13,10 \pm 6,38$ meses.

Dada a padronização das sessões experimentais, não houve diferença entre os métodos para o trabalho total realizado (tabela 1), e duração da sessão de exercícios, sendo $33,20 \pm 1,35$ minutos para o MC e $33,11 \pm 1,26$ minutos para o MT ($p = 0,833$). A TMR foi similar em ambos os métodos, MC ($13,35 \pm 3,50$ kJ) e MT ($12,42 \pm 2,81$ kJ), demonstrando que os sujeitos iniciaram as sessões experimentais com o mesmo dispêndio de energia. Quanto ao GE das sessões de exercícios, a tabela 2 demonstra que o GEA é maior no MT do que o MC (11,15%), no entanto, o GEAE, GEAIR e GET não apresentaram diferenças entre os métodos.

Tabela 1. Trabalho total dos exercícios realizados nas sessões de treinamento com pesos (N = 10).

Exercícios	Trabalho total (kg)
Supino horizontal	1.418,40 \pm 364,05
<i>Leg press</i> 45°	4.395,60 \pm 1261,59
Remada sentada	1.634,40 \pm 323,19
Mesa flexora	792,00 \pm 103,57
Tríceps na polia	691,20 \pm 134,21
Cadeira extensora	1.150,20 \pm 215,07
Rosca direta	655,20 \pm 149,68
Cadeira adutora	909,00 \pm 155,13

Tabela 2. Gasto energético durante as sessões de treinamento com pesos (N = 10).

Método de treinamento	GEA (kJ)	GEAE (kJ)	GEAIR (kJ)	GET (kJ)
MC	51,75 \pm 15,46	162,19 \pm 20,91	526,98 \pm 63,68	740,93 \pm 96,63
MT	57,52 \pm 14,47	153,87 \pm 19,87	508,68 \pm 66,65	720,08 \pm 89,43
P	0,033	0,262	0,410	0,469

MC – método circuito; MT – método tradicional; GEA – gasto energético anaeróbio; GEAE – gasto energético aeróbio de exercício; GEAIR – gasto energético aeróbio do intervalo de recuperação; GET – gasto energético total.

A figura 3 apresenta os dados da concentração média de lactato, a cada três séries para o MT e três estações para o MC, observa-se que não existe diferenças nos valores basais entre os métodos. A partir do terceiro minuto até o final das sessões (31 minutos) ambos os métodos elevaram a [La], e os maiores valores foram observados em resposta ao MT, exceto para os 19º minuto e 23º minuto. O pico na [La] ocorreu no 27º minuto ($12,89 \pm 2,54$ mmol·L⁻¹) e 31º minuto ($11,08 \pm 2,54$ mmol·L⁻¹) para o MT e MC, respectivamente. Demonstrando uma tendência de estabilização a partir do 23º minuto em ambos os métodos de treinamento.

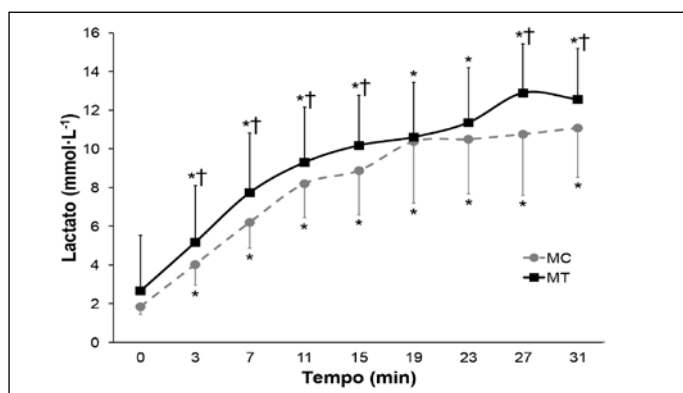


Figura 3. Concentração média de lactato sanguíneo durante as sessões de treinamentos com pesos. MC – método circuito; MT – método tradicional; *Significativamente diferente do lactato basal; †Significativamente diferente entre os métodos.

DISCUSSÃO

A hipótese inicial do presente estudo era que o MT resultasse em um maior GE durante a sessão de exercícios, devido, principalmente, às suas características metabólicas, maior contribuição da via anaeróbia com consequente aumento da produção de lactato, o que acarretaria elevação do VO_2 no intervalo de recuperação para remoção do lactato e ressíntese do ATP. A hipótese foi parcialmente comprovada, uma vez que os voluntários apresentaram maior dispêndio energético anaeróbio em resposta ao MT quando comparado ao MC, entretanto, não foram verificadas diferenças entre os métodos para o GET.

Diversos estudos têm demonstrando o efeito das variáveis agudas do TP sobre o GE, tais como velocidade de execução¹⁴, intervalo de recuperação²¹, intensidade da carga¹⁴, número de séries²², número de repetições¹⁸, volume de treinamento²³ e massa muscular envolvida²⁴. Desta forma, vale ressaltar que no presente estudo, as sessões experimentais foram idênticas em relação às variáveis de treinamento, a única diferença entre os métodos foi à montagem do treino.

Elliot *et al.*⁹ e Pichon *et al.*¹¹, demonstraram que o MC produz maior GE do que o MT, resultados estes diferentes dos encontrados no presente estudo, no entanto, percebe-se que os estudos anteriormente citados, não equipararam os métodos testados, pois as variáveis de intensidade e volume eram diferentes. Ao relativizar o GE pelo trabalho realizado (razão trabalho: gasto), Pichon *et al.*¹¹ observaram que o MT, mesmo gerando menor trabalho, resultou em maior dispêndio energético do que o MC. Além disso, os estudos supracitados utilizaram apenas a medida do VO_2 para estimar o GET e sem estimativa do GE anaeróbio, limitando tais achados e possíveis comparações.

No presente estudo, a [La] foi maior no MT do que no MC, desta forma, especula-se que dada às características estruturais, o MT apresenta maior produção local de lactato (devido às séries consecutivas) e menor remoção. Esse fenômeno metabólico está relacionado aos tipos de fibras musculares: tipo I (oxidativas) e tipo II (glicolíticas). Devido a um padrão diferente de recrutamento de fibras musculares, é possível que em resposta ao MC, a maior produção de lactato por fibras do tipo II era compensada por uma maior remoção deste lactato pelas fibras do tipo I, fato este, que pode ter sido acelerado pelo aumento do fluxo sanguíneo²⁵⁻²⁶.

No MT este fenômeno parece ser atenuado, apesar, de o lactato produzido ser removido pela sua própria oxidação no músculo ativo, via lançadeira de lactato intramuscular – MCT1²⁶. Nesse sentido, parece que no MC a lançadeira de lactato extracelular (célula a célula) via MCTs foi determinante para redução da [La]. Essa hipó-

tese é corroborada pelo estudo de van Hall *et al.*²⁷, que mediram o balanço do lactato entre membros superiores e inferiores, durante 40 minutos de exercício contínuo em esqui, utilizando ambos os membros, os dados mostraram que os braços produziam o lactato, enquanto as pernas o removiam.

O GEAIR foi o componente que mais contribuiu para o GET em ambos os métodos. O GE obtido em um minuto representa uma grande parcela do componente rápido do consumo excessivo de oxigênio pós-exercício (EPOC), uma quantidade significativa do O_2 aumentando é utilizada para restabelecer os estoques de ATP e CP celulares usados durante a contração muscular, e ressaturação da oxihemoglobina e oximioglobina²⁸. Nesse período de recuperação, a energia advém quase que exclusivamente da via aeróbia, sendo o lactato e a gordura os principais substratos oxidados na respiração mitocondrial²⁹. Nesta perspectiva, o MT poderia ter induzido mais GEAIR do que o MC, uma vez que, o MT obteve maior [La] e pode ter recrutado mais fibras musculares pelo fato das séries consecutivas⁸, necessitando assim de uma maior velocidade na ressíntese de ATP-CP.

Outro aspecto que afeta o GE no TP é o dano muscular, assim, além da maior produção de lactato, esperava-se que o MT induzisse maior dano muscular quando comparado ao MC. Deminice *et al.*³⁰ após compararem o MT realizado com três séries, 10 repetições, 75% de 1RM e 90 segundos de intervalo de recuperação e o MC com similar trabalho e sem intervalo de recuperação, observaram que os métodos não são diferentes significativamente em relação ao dano muscular, apesar de ambos apresentarem elevação na atividade enzimática da creatina quinase pós exercício. Nesse sentido, parece que quando os sujeitos são treinados e os métodos de treinamento são padronizados pelo trabalho, tanto o MC quanto o MT, produzem respostas semelhantes relacionadas ao dano muscular. Contudo, o nosso estudo apresenta algumas limitações, visto que não foi possível analisar variáveis intervenientes, como taxas hormonais e temperatura corporal, as quais podem ajudar a explicar nossos achados.

CONCLUSÃO

O MC e o MT produzem similar GET, quando são padronizados pelo trabalho total, e o GEAIR é estimado, todavia, percebe-se que o MT utiliza mais a via anaeróbia do que o MC. Em suma, na perspectiva da prescrição do exercício, tanto o MT quanto o MC devem ser usados com o objetivo de maximizar o GE, porém, sugere-se a utilização do MT para melhoria do metabolismo anaeróbio. Todavia, novas investigações devem ser realizadas em diferentes populações, principalmente em sujeitos obesos. Finalmente, cabe ressaltar a importância dos estudos padronizarem as condições testadas e utilizar procedimentos metodológicos adequados para análise do GE, propiciando assim maior comparabilidade entre os resultados obtidos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de mestrado, bem como ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE) pelas bolsas de iniciação científica, e à Valedorado pela doação dos sucos para o lanche padrão.

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

REFERÊNCIAS

1. American College of Sports Medicine. Position stand: progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 2009;41:687-708.
2. Bird SP, Tarpenning KM, Marino FE. Designing resistance training programmes to enhance muscular fitness: a review of the acute programme variables. *Sports Med* 2005;35:841-51.
3. American College of Sports Medicine. Position stand: appropriate physical activity intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. *Med Sci Sports Exerc* 2009;41:459-71.
4. Alcaraz PE, Sánchez-Lorente J, Blazeovich AJ. Physical performance and cardiovascular responses to an acute bout of heavy resistance circuit training versus traditional strength training. *J Strength Cond Res* 2008;22:667-71.
5. Ferreira FC, De Medeiros AI, Nicioli C, Nunes JED, Shiguemoto GE, Prestes J, et al. Circuit resistance training in sedentary women: body composition and serum cytokine levels. *Appl Physiol Nutr Metab* 2010;35:163-71.
6. Jacobs PL, Nash MS, Rusinowski JW. Circuit training provides cardiorespiratory and strength benefits in persons with paraplegia. *Med Sci Sports Exerc* 2001;33:711-7.
7. Alcaraz PE, Perez-Gomez J, Chavarrias M, Blazeovich AJ. Similarity in adaptations to high-resistance circuit vs. traditional strength training in resistance-trained men. *J Strength Cond Res* 2011;25:2519-27.
8. Brentano MA, Cadore EL, Da Silva EM, Ambrosini AB, Coertjens M, Petkovic R, et al. Physiological adaptations to strength and circuit training in postmenopausal women with bone loss. *J Strength Cond Res* 2008;22:1816-25.
9. Elliot D, Goldberg L, Kuehl K. Effect of resistance training on excess post-exercise oxygen consumption. *J Appl Sport Sci Res* 1992;6:77-81.
10. Murphy E, Schwarzkopf R. Effects of standard set and circuit weight training on excess post-exercise oxygen consumption. *J Appl Sport Sci Res* 1992;6:88-91.
11. Pichon C, Hunter G, Morris M, Bond R, Metz J. Blood pressure and heart rate response and metabolic cost of circuit versus traditional weight training. *J Strength Cond Res* 1996;10:153-6.
12. Scott CB. Contribution of blood lactate to the energy expenditure of weight training. *J Strength Cond Res* 2006;20:404-11.
13. Hunter GR, Seelhorst D, Snyder S. Comparison of metabolic and heart rate responses to super slow vs. traditional resistance training. *J Strength Cond Res* 2003;17:76-81.
14. Mazzetti S, Douglass M, Yocum A, Harber M. Effect of explosive versus slow contractions and exercise intensity on energy expenditure. *Med Sci Sports Exerc* 2007;39(8):1291-301.
15. Jackson AS, Pollock ML. Generalized equations for predicting body density of men. *Br J Nutr* 1978;40:497-504.
16. Kraemer W, Fry A, Ratamess N, French D. Strength testing: development and evaluation of methodology. In: Maud P, Foster C, editors. *Physiological assessment of human fitness*. Champaign: Human Kinetics, 2006; 119-50.
17. Weir JB. New methods for calculating metabolic rate with special reference to protein metabolism. *J Physiol* 1949;109:1-9.
18. Scott CB, Croteau A, Ravlo T. Energy expenditure before, during, and after the bench press. *J Strength Cond Res* 2009;23:611-8.
19. Scott CB, Leary MP, Tenbraak AJ. Energy expenditure characteristics of weight lifting: 2 sets to fatigue. *Appl Physiol Nutr Metab* 2011;36:115-20.
20. di Prampero PE, Ferretti G. The energetics of anaerobic muscle metabolism: a reappraisal of older and recent concepts. *Respir Physiol* 1999;118:103-15.
21. Haltom RW, Kraemer RR, Sloan RA, Hebert EP, Frank K, Tryniecki JL. Circuit weight training and its effects on excess postexercise oxygen consumption. *Med Sci Sports Exerc* 1999;31:1613-8.
22. Haddock BL, Wilkin LD. Resistance training volume and post exercise energy expenditure. *Int J Sports Med* 2006;27:143-8.
23. Kang J, Hoffman JR, Im J, Spiering BA, Ratamess NA, Rundell KW, et al. Evaluation of physiological responses during recovery following three resistance exercise programs. *J Strength Cond Res* 2005;19:305-9.
24. Farinatti PT, Castinheiras Neto AG. The effect of between-set rest intervals on the oxygen uptake during and after resistance exercise sessions performed with large- and small-muscle mass. *J Strength Cond Res* 2011;25:3181-90.
25. Gladden LB. Muscle as a consumer of lactate. *Med Sci Sports Exerc* 2000;32:764-71.
26. Gladden LB. A lactatic perspective on metabolism. *Med Sci Sports Exerc* 2008;40:477-85.
27. van Hall G, Jensen-Urstad M, Rosdahl H, Holmberg HC, Saltin B, Calbet JA. Leg and arm lactate and substrate kinetics during exercise. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2003;284:E193-205.
28. Bahr R. Excess postexercise oxygen consumption-magnitude, mechanisms and practical implications. *Acta Physiol Scand* 1992;605:1-70.
29. Scott CB. Quantifying the immediate recovery energy expenditure of resistance training. *J Strength Cond Res* 2011;25:1159-63.
30. Deminice R, Sicchieri T, Mialich MS, Milani F, Ovidio PP, Jordao AA. Oxidative stress biomarker responses to an acute session of hypertrophy-resistance traditional interval training and circuit training. *J Strength Cond Res* 2011;25:798-804.