

Comparação do gasto energético de mulheres jovens durante o treinamento de força máxima e resistência muscular localizada

Comparison of energy cost of maximal strength and local muscle endurance training in young women

M.C. Cesar, M.G. Sindorf, R.A. Simões, P.G. Gonelli, M.L. Montebelo, I.L. Pellegrinotti

ARTIGO ORIGINAL | ORIGINAL ARTICLE

RESUMO

Este estudo teve como objetivo comparar o gasto energético (GE) de dois protocolos de treinamento com pesos em mulheres jovens. Participaram doze mulheres, idade entre 18 e 29 anos. Todas as voluntárias foram submetidas ao teste de uma repetição máxima (1RM) e aos protocolos de treinamento de força máxima (Fmax) e de resistência muscular localizada (RML). Em repouso, durante as sessões de treinamento e em 30 minutos de recuperação, foram realizadas medidas dos gases expirados por meio de analisador de gases metabólicos e módulo de telemetria. O GE em repouso não apresentou diferença significativa ($p > .05$) antes das sessões de Fmax e RML, sendo o que GE em kcal/min foi maior ($p < .01$) na sessão de RML do que na sessão de Fmax e o GE total da sessão de Fmax foi maior ($p > .05$) do que na sessão de RML. O GE retornou aos valores de repouso em menos de 30 minutos nas duas sessões. Concluiu-se que as sessões de treinamento de Fmax e RML em mulheres jovens apresentaram um baixo GE. *Palavras-chave:* gasto energético, treinamento de força, mulheres

ABSTRACT

The aim of this study was to compare the energy cost (EC) of two weight training protocols in young women. Twelve women between 18 and 29 years old participated in the study. All the volunteers were under one maximum repetition test (1RM), protocols of maximum strength training (MS), and local muscle endurance training (LME). At rest, during of the training session and 30 minutes of recovery, the measures of the expired air were made through metabolic gases analyzer and module of telemetry. There were not significant differences ($p > .05$) in EC at rest before MS session and LME session, the EC in kcal/min was higher ($p < .01$) during LME than MS, and the total EC of MS was higher ($p > .05$) than LME session. The energy expenditure returned to resting values before 30 minutes in both sessions. It was concluded that the MS and LME weight training sessions resulted in a low EC.

Keywords: energy cost, strength training, women

Submetido: 21.03.2012 | Aceite: 29.01.2013

Marcelo de Castro Cesar, Márcio Antonio Gonsalves Sindorf, Ricardo Adamoli Simões, Pamela Roberta Gomes Gonelli, Maria Imaculada de Lima Montebelo, Idico Luiz Pellegrinotti. Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP) – Piracicaba - São Paulo – Brasil.

Endereço para correspondência: Idico Luiz Pellegrinotti, Rodovia do Açúcar, Km 156, Bairro Taquaral, Piracicaba, São Paulo, CEP: 13.400-911, Brasil.

E-mail: ilpelleg@unimep.br

O treinamento com pesos é realizado visando promoção da saúde, estética e/ou melhora das capacidades físicas (Reis, Junior, Zajac, & Oliveira, 2011).

A prática do treinamento de força (TF) em programas de exercícios físicos é uma tendência atual, que não está limitada apenas aos atletas, pois pode ser usada em programas de reabilitação física, promoção da saúde e para fins estéticos (Reis et al., 2011). Em programas de exercícios físicos voltados à saúde, o TF pode ser direcionado para melhora da composição corporal, por ter efeitos benéficos no aumento da massa livre de gordura, aumento na taxa metabólica de repouso, que repercute no balanço energético diário, e contribuindo para a diminuição da gordura corporal (Pinto, Lupi, & Brentano, 2011).

O predomínio das fontes de trifosfato de adenosina (ATP) também varia de acordo com o protocolo de treinamento com pesos, de modo que treinamento de força máxima (Fmax), com cargas pesadas e pequeno número de repetições, tem predomínio do metabolismo anaeróbio alático e o de resistência muscular localizada (RML), com cargas leves e alto número de repetições tem predomínio anaeróbio láctico, mas com importante participação do metabolismo aeróbio (Fleck & Kraemer, 2006; Kraemer & Ratamess, 2004).

O exercício físico pode causar um balanço energético negativo induzido pelo maior dispêndio energético, proporcionando maior controle da massa corporal (Pinto et al., 2011). O treinamento com pesos parece aumentar a taxa metabólica de repouso (Ballor & Poehlman, 1992; Castinheiras, Silva, & Farinatti, 2009), o que pode explicar a diminuição da gordura corporal e/ou percentual em mulheres que realizaram treinamento com pesos (Ballor & Poehlman, 1992; Souza et al., 2008; Prestes, Frollini, Lima, Donatto, & Conte, 2009). A calorimetria indireta mede os dados básicos para inferir o dispêndio de energia (Pinto et al., 2011).

Destaca-se que, embora vários estudos tenham investigado o gasto energético (GE) durante o treinamento com pesos (Bizen, Swan, & Manore, 2001; Farinatti & Castinheiras, 2011; Hsieh, Chen, & Lee, 2011; Kelleher, Hackney, Fairchild, Keslacy, & Ploutz-Snyder, 2010; Mukaimoto & Ohno, 2012; Phillips & Ziuraitis, 2003; Phillips & Ziuraitis, 2004; Silva, Brentano, & Kruehl, 2010; Wilmore et al., 1978), não encontra-se estudos comparando o treinamento de Fmax com o treinamento de RML. Por isso, este estudo teve como objetivo comparar o GE durante a sessão de treinamento com pesos de dois diferentes protocolos, de Fmax e de RML, em mulheres jovens treinadas.

MÉTODO

Amostra

Foram estudadas 12 mulheres, saudáveis, em treinamento de força há no mínimo seis meses. As voluntárias tinham idade de 23.46 ± 3.38 anos (entre 18 e 29 anos), estatura de 1.66 ± 0.08 m e massa corporal de 58.49 ± 5.75 kg.

Após a explicação do projeto, as voluntárias assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. Este estudo faz parte de projeto-temático aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Metodista de Piracicaba.

Todas as voluntárias foram inicialmente submetidas a uma avaliação clínica (anamnese, exame físico e teste ergométrico) e um protocolo que incluiu testes de 1 repetição máxima e medidas do GE durante o treinamento com pesos, com intervalos entre 48 e 72 horas.

Instrumentos

Testes de 1 Repetição Máxima

Para determinação da força muscular, foram realizados testes de 1 repetição máxima (1RM) (Brown & Weir, 2001). Antes dos testes, foram feitos alongamentos e aquecimento por meio de exercícios com baixa carga no supino, puxador costas e leg-press 45o (Souza et al., 2008). Os testes foram executados no supino reto,

puxador costas, desenvolvimento com barra, tríceps com barra, rosca com barra, leg-press 45°, cadeira extensora e mesa flexora.

Procedimentos

Medida do GE durante as sessões de treinamento com pesos

As voluntárias foram submetidas à calorimetria indireta, por meio de analisador de gases metabólicos e sistema de telemetria VO2000 Medical Graphics®, durante duas sessões de TF com intensidades distintas.

Foi solicitado que as voluntárias realizassem refeições semelhantes, não treinassem nas 24 horas antes dos testes e compareçam ao Laboratório em jejum de cerca de três horas, exceto água. Foi realizado repouso em decúbito dorsal por 30 minutos e, a seguir, foram iniciadas as medidas dos gases expirados por 12 minutos em repouso (descartados os dois primeiros para a análise). Antes das sessões de treinamento, foram realizados alongamentos e aquecimento por meio de exercícios com baixa carga no supino, puxador costas e leg-press 45°.

As sessões foram de Fmax: três séries de três a cinco repetições a 90% de 1RM, com intervalos de três minutos entre as séries; e de RML: três séries de 15 a 20 repetições a 50% de 1RM, com intervalos de um minuto entre as séries. A ordem de execução destes protocolos foi aleatória.

Após o término da sessão, foram medidos os gases na recuperação em decúbito dorsal por 30 minutos.

Foi calculado o GE do exercício por meio da multiplicação do consumo de oxigênio em litros por minuto por 5.05 (Phillips & Ziuraitis, 2003; Phillips & Ziuraitis, 2004; Wilmore et al., 1978) e expresso em quilocalorias por minuto (kcal/min) e em quilocalorias (kcal) totais da sessão de treinamento. Também foi realizada coleta de lactato de sangue capilar em extremidade distal de segundo dedo de mão esquerda logo após a execução do último exercício, utilizando-se para análise o lactímetro Accusport® e

foi perguntada a percepção subjetiva de esforço (PSE) pela escala de Borg (6-20) (Borg, 1982).

Análise Estatística

Os resultados estão expressos em média e desvio-padrão. Foi verificada a normalidade dos dados pelo teste de *Shapiro-Wilks*. Para as comparações das variáveis entre as duas sessões de treinamento, aplicou-se o teste de *Wilcoxon*, pois as variáveis não atenderam aos critérios de normalidade (Zar, 1999). Em todas as análises, foi considerado $p < .05$ de nível de significância. Os dados foram processados no software Bio Estat 5.0.

RESULTADOS

O GE em repouso antes das sessões de treinamento não apresentou diferenças significantes nos treinamentos de Fmax e RML, mas o GE em kcal/min foi maior na sessão de RML, e o GE total (kcal) foi maior no treino de Fmax (Tabela 1). Nas duas sessões de treinamento os valores do GE retornaram aos valores de repouso antes dos 30 minutos de recuperação.

Tabela 1
Valores do GE das voluntárias nas sessões de treinamento com pesos de Fmax e RML

Variáveis	Fmax	RML
GE repouso (kcal/min)	1.00 ± 0.17	1.03 ± 0.36
GE sessão (kcal/min)	1.86 ± 0.27	2.83 ± 1.06**
GE total sessão (kcal)	145.17 ± 21.57*	137.79 ± 55.20

Valores são média + desvio-padrão. GE repouso (kcal/min) – gasto energético em repouso, em quilocalorias por minuto; GE sessão (kcal/min) gasto energético da sessão de treinamento em quilocalorias por minuto; GE total sessão (kcal) – gasto energético total da sessão de treinamento, em quilocalorias. * $p < .05$; ** $p < .01$

A duração da sessão de treinamento de Fmax foi superior à sessão de RML, Os valores de lactato e de PSE foram maiores após a sessão de RML (Tabela 2).

Tabela 2

Valores do tempo, da concentração de lactato e da PSE nas sessões de treinamento com pesos de Fmax e RML

Variáveis	Fmax	RML
Tempo (min)	78.33 ± 4.57**	48.50 ± 4.44
Lactato (mmol/l)	4.49 ± 1.57	8.37 ± 1.65**
PSE	14.67 ± 2.27	17.08 ± 2.71**

Valores são média + desvio-padrão. min – minutos; mml/l – milimoles por litro. ** $p < .01$

DISCUSSÃO

O presente estudo comparou respostas metabólicas de mulheres jovens submetidas a dois diferentes protocolos de TF. Embora existam vários estudos investigando o GE do treinamento com pesos (Bizen et al., 2001; Farinatti & Castinheiras, 2011; Hsieh et al., 2011; Kelleher et al., 2010; Mukaimoto & Ohno, 2012; Phillips & Ziuraitis, 2003; Phillips, & Ziuraitis, 2004; Silva et al., 2010; Wilmore et al., 1978) identificam-se apenas estudos que investigaram treinamentos de RML, hipertrofia e circuito de força, mas não de Fmax, mesmo em indivíduos do sexo masculino.

Wilmore et al. (1978) encontraram valores de GE de 6.1 kcal/min, em 20 mulheres, muito superiores aos deste estudo, mas em treinamento de circuito de força, que possui características muito distintas dos dois protocolos realizados. Em um artigo de revisão recente foram citados valores de seis a nove kcal/min com o treino em circuito (Pinto et al., 2011), indicando que o treinamento de circuito proporciona maior GE que os protocolos do presente estudo.

Bizen, Swan, e Manore (2001) investigaram as respostas metabólicas de um TF em 12 indivíduos do sexo feminino. O treinamento foi de três séries de 10 repetições, 60 segundos de intervalo entre exercícios, nove exercícios a 70% 1RM. A duração do treino foi cerca de 45 minutos e o GE foi de 155 kcal, valor pouco superior aos obtidos no presente estudo, mas com um protocolo diferente, um minuto de intervalo entre as séries e com um exercício a

mais. A manipulação das variáveis agudas do TF modifica as respostas de GE (Pinto et al., 2011) e diminuir o tempo de descanso entre as series parece aumentar o consumo de oxigênio pós exercício (Farinatti & Castinheiras, 2011).

Phillips e Ziuraitis (2003) encontraram, durante TF (1 série de 15RM em oito exercícios), duração de 24 minutos, valores médios de GE de 3.41 kcal/min e 81.7 kcal totais em seis mulheres jovens e, em outro estudo, os mesmos autores (Phillips & Ziuraitis, 2004) encontraram (também em 1 série de 15RM em oito exercícios) 2.9 kcal/min 69.7 kcal totais em cinco mulheres idosas, valores próximos ao do protocolo de RML, mas em kcal/min e inferiores em kcal totais, além do fato de terem realizado uma série de cada exercício.

Nota-se que a característica anaeróbia foi predominante nos dois protocolos, indicado pelos valores médios de lactato pós-treinos que foram maiores que 4.0 mmol/l nos

dois protocolos (McArdle, Katch, & Katch, 2008), sendo os resultados superiores no protocolo de RML em relação ao de Fmax, o que está de acordo com os resultados de Smilios, Piliavidis, Karamouzis, e Tokmakidis (2003) que encontraram maiores concentrações de lactato no protocolo de RML em relação ao de Fmax logo após a sessão e nos 30 minutos de recuperação. Considera-se que isso ocorreu porque o protocolo de RML apresenta um maior predomínio anaeróbio láctico, enquanto o de Fmax apresenta maior predomínio anaeróbio aláctico. A PSE também foi superior após o treinamento de RML que no de Fmax, provavelmente pelo desconforto devido à acidose láctica da sessão de RML.

O GE, em kcal/min, foi maior nos protocolos de RML em relação ao de Fmax, provavelmente pelo predomínio anaeróbio aláctico do protocolo de Fmax. Entretanto, o GE total do treinamento de Fmax foi maior que o de RML, o que é explicado pelo maior tempo total da sessão de treinamento de Fmax. Deve-se destacar que os dois TF apresentaram valores

baixos de GE, em média inferiores a 150 kcal.

Os valores do GE em repouso foram similares antes dos dois protocolos, o que era esperado, pois foram padronizados os procedimentos antes das duas sessões treinamentos. Após o treinamento, os valores do GE retornaram aos valores de repouso antes de 30 minutos. O aumento do GE após o exercício é descrito como consumo de oxigênio em excesso (EPOC) e, de acordo com Castinheiras, Silva, e Farinatti (2009), existe uma discordância na literatura da magnitude do EPOC após o TF, provavelmente devido à disparidade metodológica entre os estudos. De qualquer modo, os dados do presente estudo indicam que o EPOC não é muito importante para aumento do GE diário em mulheres jovens submetidas aos dois protocolos estudados.

A duração do EPOC parece ser superior nos protocolos em circuitos que visam hipertrofia muscular do que nos protocolos estudados, isso pode ser evidenciado pelos resultados dos estudos de Mukaimoto e Ohno (2012), que obteve EPOC com duração de 180 minutos no protocolo de circuito com baixa carga (50% de 1RM) e baixa velocidade de execução (quatro segundos na fase concêntrica e excêntrica), Bizen et al. (2001), com EPOC de 90 minutos.

Os resultados de PSE do presente estudo estão de acordo com os encontrados por Pritchett, Green, Wickwire, Pritchett, e Kovacs (2009), que mostraram maior PSE na sessão de RML do que na sessão de Fmax. Os resultados de Pritchett et al. (2009) e do presente estudo são diferentes de outros que encontraram maior PSE em exercícios com maior percentagem de 1RM (Tiggemann, Pinto, & Kruehl, 2010), entretanto estes estudos utilizaram protocolos com uma série e/ou poucos exercícios. Os protocolos de Pritchett et al. (2009) e do presente estudo tiveram três séries por exercício com seis e oito exercícios respectivamente, sugerindo uma relação entre volume de treino e PSE. É importante ressaltar que a sessão de RML induz a maiores concentrações de lactato

em relação ao de Fmax, o que também pode influenciar na resposta da PSE.

Uma limitação deste estudo foi uma amostra de apenas 12 voluntárias, mas estudos anteriores pesquisando GE apresentaram número igual ou menor de voluntários (Bizen et al., 2001; Farinatti & Castinheiras, 2011; Hsieh et al., 2011; Kelleher et al., 2010; Mukaimoto & Ohno, 2012; Phillips & Ziuraitis, 2003; Phillips & Ziuraitis, 2004; Silva et al., 2010).

Futuras pesquisas sobre o GE no TF devem focar na manipulação das variáveis agudas do TF e utilizar outros protocolos de treinamento.

Os resultados obtidos no presente estudo apontaram um pequeno GE durante as sessões de treinamento de Fmax e RML, sugerindo que a diminuição da gordura corporal observada com o treinamento com pesos não deve ser atribuída somente ao GE, mas que ocorra principalmente por aumento da taxa metabólica de repouso.

A aplicação prática deste estudo consiste em apontar que o GE dos protocolos de Fmax e RML estudados proporcionam baixa demanda energética em mulheres jovens treinadas, sendo interessante incluir atividades aeróbias para aumentar o GE em programas de exercícios físicos para controle de massa corporal.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste estudo permitem concluir que, em mulheres jovens treinadas, a sessão de treinamento com pesos de RML, apresentou maior GE por minuto, embora a sessão de Fmax tenha apresentado maior GE total, mas houve uma baixa demanda energética durante o exercício nos dois protocolos analisados.

Agradecimentos:

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP - o suporte financeiro e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES - e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq - o suporte financeiro.

fico e Tecnológico – CNPq - as bolsas de mestrado e iniciação científica.

Conflito de Interesses:

Nada declarado.

Financiamento:

Nada declarado.

REFERÊNCIAS

- Ballor, D. L., & Poehlman, E. T. (1992). Resting metabolic rate and coronary-heart-disease risk factors in aerobically and resistance-trained women. *American Journal of Clinical Nutrition*, 56(6), 968-974.
- Bizen, C. A., Swan, P. D., & Manore, M. M. (2001). Postexercise oxygen consumption and substrate use after resistance exercise in women. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33(6), 932-938.
- Borg, G. A. V. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 14(5), 377-381.
- Brown, L. E., & Weir, J. P. (2001). ASEP - Procedures recommendation I: Accurate assessment of muscular strength and power. *Journal of Exercise Physiology online*, 4(3), 1-21.
- Castinheiras, A. G., Silva, N. L., & Farinatti, P. T. (2009). Influência das variáveis do treinamento contra-resistência sobre o consumo de oxigênio em excesso após o exercício: Uma revisão sistemática. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 15(1), 70-78.
- Farinatti, P. T., & Castinheiras, A. G. (2011). The effect of between-set rest intervals on the oxygen uptake during and after resistance exercise sessions performed with large- and small-muscle mass. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(11), 3181-3190. doi:10.1519/JSC.0b013e318212e415
- Fleck, S. J., & Kraemer, W. J. (2006). *Fundamentos do treinamento de força muscular* (3a ed). Porto Alegre: Artmed.
- Hsieh, S. S. F., Chen, Y. R., & Lee, C. Y. (2011). Effects of different intensities of circuit exercise on energy expenditure and muscle function. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 43(5), 475-?. doi:10.1249/01.MSS.0000401311.57658.76
- Kelleher, A. R., Hackney, K. J., Fairchild, T. J., Keslacy, S., & Ploutz-Snyder, L. L. (2010). The metabolic costs of reciprocal supersets vs. traditional resistance exercise in young recreationally active adults. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(4), 1043-1051.
- Kraemer, W. J., & Ratamess, N. A. (2004). Fundamentals of resistance training: Progression and exercise prescription. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36(4), 674-688.
- McArdle, W. D., Katch, F. I., & Katch, V. L. (2008). *Fisiologia do Exercício: Energia, Nutrição e Desempenho Humano* (6ª Ed). Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
- Mukaimoto, T., & Ohno, M. (2012). Effects of circuit low-intensity resistance exercise with slow movement on oxygen consumption during and after exercise. *Journal of Sports Science*, 30(1), 79-90.
- Phillips, W. T., & Ziuraitis, J. R. (2003). Energy cost of the ACSM single-set resistance training protocol. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 17(2), 350-355.
- Phillips, W. T., & Ziuraitis, J. R. (2004). Energy cost of single-set resistance training in order adults. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 18(3), 606-609.
- Pinto, R. S., Lupi, R., & Brentano, M. A. (2011). Respostas metabólicas ao treinamento de força: Uma ênfase no dispêndio energético. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*, 13(2), 150-157. doi:10.5007/1980-0037.2011v13n2p150
- Prestes, J., Frollini, A. B., Lima, C., Donatto, F. F., & Conte, M. (2009). Comparison of linear and reverse linear periodization effects on maximal strength and body composition. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(1), 266-274.
- Pritchett, R. C., Green, J. M., Wickwire, P. J., Pritchett, K. L., & Kovacs, M. S. (2009). Acute and session RPE responses during resistance training: Bouts to failure at 60% and 90% of 1RM. *South African Journal of Sports Medicine*,

- 21(1), 23-26.
- Reis, V. M., Júnior, R. S., Zajac, A., & Oliveira, D. R. (2011). Energy cost of resistance exercises: An update. *Journal of Human Kinetics*, 6, 33-39. doi:10.2478/v10078-011-0056-3
- Silva, R. L., Brentano, M. A., & Kruehl, L. F. M. (2010). Effects of different strength training methods on postexercise energetic expenditure. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(8), 2255-2260. doi:10.1519/JSC.0b013e3181aff2ba
- Smilios, I., Piliandis, T., Karamouzis, M., & Tokmakidis, S. P. (2003). Hormonal responses after various resistance exercise protocols. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35(4), 644-654.
- Souza, T. M. F., Cesar, M. C., Borin, J. P., Gonelli, P. R. G., Simões, R. A., & Montebelo, M. I. L. (2008). Efeitos do treinamento de resistência de força com alto número de repetições no consumo máximo de oxigênio e limiar ventilatório de mulheres. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 14(6), 513-517.
- Tiggemann, C. L., Pinto, R. S., & Kruehl, L. F. M. (2010). A percepção de esforço no treinamento de força. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 16(4), 301-309.
- Wilmore, J. H., Parr, R. B., Ward, P., Vodak, P. A., Barstow, T. J., Pipes, T. V., ...Leslie, P. (1978). Energy cost of circuit weight training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 10(2), 75-78.
- Zar, J. H. (1999). *Biostatistical Analysis* (4^a ed). New Jersey: Prentice Hall.



Todo o conteúdo da revista **Motricidade** está licenciado sob a Creative Commons, exceto quando especificado em contrário e nos conteúdos retirados de outras fontes bibliográficas.