

**17º Congresso de Iniciação Científica****RESPOSTAS CARDIOPULMONARES E METABÓLICAS DE MULHERES SUBMETIDAS AO
TREINAMENTO DE FORÇA****Autor(es)**

MARCIO ANTONIO GONSALVES SINDORF

Orientador(es)

MARCELO DE CASTRO CESAR

Apoio Financeiro

PIBIC/CNPQ

1. Introdução

O treinamento de força tem sido objeto de diversos estudos, tanto por sua relação direta à performance de diversas modalidades esportivas como pelos benefícios comprovados na prevenção e reabilitação de lesões músculo-esqueléticas, na prevenção de doenças crônicas, em programas de treinamento visando à saúde e qualidade de vida (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 1998; FLECK; KRAEMER, 2006; WILLIAMS et al., 2007).

Os efeitos benéficos do treinamento com pesos na composição corporal e na força muscular são marcantes (DOLEZAL; POTTEIGER, 1998; HURLBUT et al., 2002; DIAS et al., 2005; SOUZA et al., 2008; KRAEMER; RATAMESS et al., 2004). Entretanto, os efeitos do treinamento de força na aptidão cardiorrespiratória ainda necessitam de maior investigação.

O teste cardiopulmonar permite a determinação do consumo máximo de oxigênio (VO₂max) e o limiar anaeróbio, estes são importantes índices de limitação funcional cardiorrespiratória (WASSERMAN et al., 1999; BARROS NETO; CESAR; TAMBEIRO, 2004).

O limiar anaeróbio, além de ser um índice da aptidão cardiorrespiratória, também corresponde a um importante indicador da intensidade de treinamento aeróbio (BARROS NETO; CESAR; TAMBEIRO, 2004). Por outro lado, o American College of Sports Medicine (1998) propõe intensidades de treinamento de acordo com os valores da reserva do consumo de oxigênio (VO₂) e da frequência cardíaca (FC), sendo que, a intensidade mínima de exercício para melhora da capacidade aeróbia corresponde a 40% da reserva do VO₂ ou FC.

Para o treinamento de força em indivíduos jovens, o American College of Sports Medicine (1998) recomenda oito a dez exercícios, uma ou mais séries de oito a 12 repetições. Vários estudos prévios investigaram os ajustes cardiorrespiratórios e/ou metabólicos do treinamento de força (WILMORE et al., 1978; HURLEY et al., 1984; BURLERSON et al., 1997; BOTELHO et al., 2003; PHILLIPS; ZIURAITIS, 2004; SCOTT, 2006). Entretanto, não foram investigados treinamentos de resistência de força com ênfase em hipertrofia muscular, de acordo com as recomendações do American College of Sports Medicine (1998) para mulheres jovens, e comparando o VO₂ e a FC do treinamento com as intensidades do limiar anaeróbio ou os valores da reserva de VO₂ e FC. Por isso, torna-se necessária a investigação das respostas cardiopulmonares e metabólicas durante uma sessão de treinamento de força.

2. Objetivos

- Avaliar as respostas cardiopulmonares de um protocolo de treinamento de força, em mulheres jovens.
- Determinar o gasto energético do protocolo de treinamento com pesos.

3. Desenvolvimento

Foram estudadas 13 mulheres, idade entre 18 e 29 anos, saudáveis, que não usuárias de medicamentos, não tabagistas, em treinamento com pesos há no mínimo seis meses. Após a explicação do projeto, as voluntárias assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Metodista de Piracicaba, Protocolo no 06/08. O estudo faz parte de projeto de pesquisa financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP, protocolo no 06/60141-3.

Todas as voluntárias foram submetidas a uma avaliação clínica (anamnese e exame físico) antes do início do protocolo de testes. Após a avaliação clínica, as voluntárias foram submetidas a um protocolo de testes, com intervalos de 48 a 72 horas. Todos ocorreram no Laboratório de Avaliação Antropométrica e do Esforço Físico ou no Centro de Qualidade de Vida do Curso de Educação Física da Faculdade de Ciências da Saúde (FACIS) da Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP).

As mulheres foram submetidas ao teste cardiopulmonar, em laboratório climatizado, com temperatura mantida entre 20° e 24°C, em uma esteira ergométrica Inbrasport ATL, com protocolo contínuo, de carga crescente, com carga inicial de 4,0 Km/h (3 minutos), com incrementos de carga a cada minuto, de 1,0 km/h até 10,0 km/h, a seguir incrementos de 2,5% de inclinação/minuto, até a exaustão (CESAR; PARDINI; BARROS, 2001). Os testes foram monitorizados continuamente nas derivações MC5, AVF e V2, com registros eletrocardiográficos ao final de cada estágio e na recuperação. A medida do consumo de oxigênio, gás carbônico e da ventilação pulmonar foi realizada de forma direta, por analisador de gases metabólicos VO2000 – Aerosport Medical Graphics. Foram determinados o consumo máximo de oxigênio (VO₂max) e o limiar anaeróbio por método ventilatório (LV) (WASSERMAN et al., 1999). A frequência cardíaca durante o teste em esteira foi medida a cada 60 segundos, por meio de sistema de telemetria Polar Vantage NV, sendo determinadas as frequências cardíacas máxima (FC max) e do limiar ventilatório (FCLV).

Para determinação da força muscular, foram realizados testes de 1 Repetição Máxima (1-RM). Antes dos testes, foram feitos alongamentos e aquecimento por meio de exercícios com baixa carga no supino, puxador costas e leg-press. O teste de 1-RM determina a quantidade máxima de peso levantado por meio de uma ação muscular padronizada, utilizando-se a técnica correta. Ao executar o movimento com êxito, sob determinada carga, cargas extras são colocadas até obter-se a fadiga, com intervalos de três minutos entre cada tentativa (BROWN; WEIR, 2001). Os testes foram executados no: supino reto, leg-press, puxador costas, cadeira extensora, desenvolvimento com barra, mesa flexora, tríceps com barra e rosca com barra, e de no mínimo 3 e máximo 5 tentativas para achar a carga máxima.

Após os testes iniciais, as voluntárias foram submetidas à monitorização de variáveis cardiopulmonares por meio de analisador de gases metabólico e sistema de telemetria durante a sessão de treinamento de força. As voluntárias compareceram ao Laboratório em jejum (exceto água) de pelo menos três horas e repousaram em decúbito dorsal por 30 minutos, a seguir foram iniciadas as medidas cardiopulmonares por 12 minutos em repouso, sendo desconsiderados os dois primeiros minutos de medida e determinado o consumo de oxigênio de repouso (VO₂repouso) e a frequência cardíaca de repouso (FCrepouso) pela média dos últimos dez minutos. Foram calculados o consumo de oxigênio de reserva (VO₂reserva) e a frequência cardíaca de reserva (FCreserva) pelas equações:

$$VO_2 \text{ reserva} = 0,4 \times (VO_{2\max} - VO_2 \text{ repouso}) + VO_2 \text{ repouso}$$

$$FC \text{ reserva} = 0,4 \times (FC \text{ max} - FC \text{ repouso}) + FC \text{ repouso}$$

Após o repouso, as voluntárias realizaram alongamentos estáticos. A seguir iniciavam o treinamento com pesos nos mesmos oito exercícios dos testes de 1-RM. A sessão de treinamento com pesos deu ênfase na hipertrofia (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 1998; AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2002): 3 séries de 8 a 12 repetições a 70% de 1-RM, com intervalos de 1 minuto e 30 segundos entre as séries e os exercícios. Antes do supino reto, leg-press 45° e puxador costas era realizado aquecimento com cerca de 10 a 15% 1-RM.

Durante a sessão de treinamento com pesos foram realizadas medidas do consumo de oxigênio (em litros por minuto e em percentual do VO₂max e do LV), produção de dióxido de carbono (em litros por minuto), razão de trocas gasosas, ventilação pulmonar (em litros por minuto), equivalentes ventilatórios para o oxigênio e para o dióxido de carbono, frequência cardíaca (em batimentos por minuto) e pulso de oxigênio (em mililitros por batimento), por meio de analisador de gases metabólicos e módulo de telemetria. Após o término da sessão de treinamento, foram medidas as variáveis cardiopulmonares em repouso, decúbito dorsal, até trinta minutos de recuperação. Foi calculado o gasto energético do exercício por meio da multiplicação do VO₂ em litros por minuto pelo valor do equivalente térmico do oxigênio (FOSS; KETELYAN, 2000; McARDLE; KATCH; KATCH, 2003) sendo expresso em quilocalorias por minuto. Foi perguntado ao final do treino a percepção subjetiva do esforço (6 a 20) por meio da escala de Borg e realizado a dosagem de lactato na ponta do dedo por meio de lactômetro portátil Accusport.

Os resultados estão apresentados em média e desvio-padrão. Os resultados das variáveis cardiopulmonares foram expressas em valores absolutos, e os valores de VO₂ também em valores percentuais do máximo e do LV, obtidos no teste cardiopulmonar. Os valores do consumo de oxigênio e frequência cardíaca durante o treinamento com pesos foram comparados com os valores do limiar

ventilatório e de reserva do VO₂ e da FC. Foi utilizado o teste de Shapiro-Wilks para verificação da normalidade dos dados e o teste t de Student para comparação dos resultados. Adotado nível de significância de 5%.

4. Resultado e Discussão

O resultado do VO₂max e do VO₂LV do teste cardiopulmonar das voluntárias foi de $45,99 \pm 5,48$ e $28,82 \pm 6,97$ ml/kg/min respectivamente, e FCmax e FCLV de $189,62 \pm 8,40$ e $147,85 \pm 16,41$ bpm respectivamente. Os resultados dos testes de 1-RM foram: supino reto $39,92 \pm 9,50$ kg, leg press 45° $236,92 \pm 49,90$ kg, puxador posterior para costas $37,31 \pm 7,60$ kg, extensão de joelhos $47,92 \pm 9,97$ kg, desenvolvimento posterior de ombro $29,62 \pm 5,12$ kg, flexão de joelhos $47,15 \pm 9,49$ kg, triceps testa $21,46 \pm 6,33$ kg, rosca direta $23,38 \pm 4,27$ kg.

Os resultados do teste cardiopulmonar indicam que as voluntárias apresentavam aptidão cardiorrespiratória boa ou alta, de acordo com a American Heart Association (1972), o que está dentro do esperado para mulheres treinadas.

Os resultados das variáveis cardiopulmonares encontram-se na tabela 1. Os valores de lactato pós-teste foram de $6,5 \pm 1,73$ mmol/l, indicando a participação anaeróbia láctica na sessão de de treinamento com pesos. A PSE foi de $15,46 \pm 2,85$, os valores da PSE indicam uma percepção de esforço pesado, provavelmente pela característica anaeróbia deste protocolo.

A comparação dos resultado do consumo de oxigênio durante o treinamento mostrou valores inferiores à comparação com o limiar ventilatório e ao mínimo de VO₂ de reserva preconizado pelo American College of Sports Medicine (1998) para treinamento. A frequência cardíaca também foi inferior no treinamento com pesos que a FCLV e ao mínimo de FC de reserva preconizado pelo American College of Sports Medicine (1998) para treinamento aeróbio (Tabelas 2 e 3).

O gasto energético do treinamento com pesos foi de $2,55 \pm 0,34$ Kcal/min, duração do treino de $0:54:41 \pm 0:04:40$, com um gasto total de $140,34 \pm 20,18$ Kcal/totais, o gasto energético durante a sessão de treinamento foi inferior a 3,0 kcal/min, ou seja, uma intensidade classificada entre muito leve e leve (MAHAN; ESCOTT-STUMP, 1998) e retornou aos valores de repouso em poucos minutos na recuperação, pode-se considerar que o protocolo de treinamento estudado acarretam em pequena demanda energética, inferior ao de uma caminhada a 4,0 km/h.

5. Considerações Finais

Os resultados obtidos neste estudo sugerem que os valores do consumo de oxigênio e da frequência cardíaca durante o protocolo de treinamento com pesos estudado proporciona pequena sobrecarga aeróbia para melhora do sistema cardiorrespiratório de mulheres jovens.

Os dados também indicam uma baixa demanda energética no protocolo analisado, sendo que o gasto energético na recuperação retornou aos níveis de repouso em poucos minutos em todos os treinos.

Referências Bibliográficas

- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness and flexibility in health adults. *Med. Sci. Sports Exerc.* v.30, n.6, p.975-991, 1998.
- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. Position Stand: Progression models in resistance training for healthy adults. *Med. Sci. Sports Exerc.* v.34, n.2, p.364-380, 2002.
- AMERICAN HEART ASSOCIATION. Exercise testing and training of apparently healthy individuals. *A Handbook For Physicians.* Dallas: A.H.A, 1972.
- BURLESON, M.A.; O'BRYAN, H.S; STONE, M.H; COLLINS, M.A; Mc BRIDE, T.T. Effect of weight training exercise and treadmill exercise on post- exercise oxygen consumption. *Med. Sci. Sports Exerc.* v.30, n.4, p.518-522, 1997.
- BOTELHO, P.A.; CESAR, M.C.; ASSIS, M.R.; PAVANELLI, C.; MONTESANO, F.T.; BARROS, T.L. Comparação das variáveis metabólicas e hemodinâmicas entre exercícios resistidos e aeróbios, realizados em membros superiores. *Rev. Bras. Ativ. Fis. Saud.* v.8, n.2, p.35-40, 2003.
- BROWN L. E.; WEIR J.P. ASEP - Procedures recommendation I: Accurate assessment of muscular strength and power. *J. Exerc. Physiol.* v.4, n.3, p.1-21, 2001.
- BARROS NETO, T.L.; CESAR, M.C.; TAMBEIRO, V.L. Avaliação da aptidão física cardiorrespiratória. In: GHORAYEB, N.; BARROS NETO, T. L. (Eds). *O Exercício: Preparação Fisiológica, Avaliação Médica, Aspectos Especiais e Preventivos.* São Paulo: Atheneu, 2004.
- CESAR, M. C.; PARDINI, D. P.; BARROS, T. L. Efeitos do exercício de longa duração no ciclo menstrual, densidade óssea e potência aeróbia de corredoras. *Rev. Bras. Cienc. Mov.* v.9, n.2, p.7-13, 2001.

- DOLEZAL, B.A.; POTTEIGER, J.A. Concurrent resistance and endurance training influence basal metabolic rate in nondieting individuals. *J. Appl. Physiol.* v.85, n.2, p.695-700, 1998.
- DIAS, R.M.R.; CYRINO, E.E.; SALVADOR, E.P.; NAKARUMA, F.Y.; PINA, F.L.C.; OLIVEIRA, A.R. Impacto de oito semanas de treinamento com pesos sobre a força muscular de homens e mulheres. *Rev. Bras. Med. Esporte* v.11, n.4, p.224-225, 2005.
- FLECK, S.J.; KRAEMER, W.J. Fundamentos do Treinamento de Força Muscular. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.
- FOSS, M.L.; KETEYIAN, S.J. Fox - Bases Fisiológicas do Exercício e do Esporte. 6. ed, Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.
- HURLBUT, D.E.; LOTT, M.E.; RYAN, A.S.; FERRELL, S.M.; ROTH, S.M.; IVEY, F.M.; MATTEL, G.F.; LEMMER, J.T.; FLEG, J.L.; HURLEY, B.P. Does age, sex or ACE genotype affect glucose and insulin responses to strength training? *J. Appl. Physiol.* v.92, n.2, p.643-650, 2002.
- HURLEY, B.F.; SEALS, D.R.; EHSANI, A.A.; CARTIER, L.J.; DALSY, G.P.; HAGBERG, J.M.; HOLLOSZY, J.O. Effects of high-intensity strength training on cardiovascular function. *Med. Sci. Sports Exerc.* v.16, n.5, p.483-488, 1984.
- HURLEY, B.F. Effects of strength training on lactate threshold and endurance performance. *Med. Sci. Sports Exerc.* v.23, n.6, p.739-743, 1991.
- KRAEMER, W. J.; RATAMESS, N. A. Fundamentals of Resistance Training: Progression and Exercise Prescription. *Med. Sci. Sports Exerc.* v.36, n.4, p.674-688, 2004.
- MARCINIK, E.J.; POTTS, J.; SCHLABACH, G.; WILL, S.; DAWSON, P.; WILMORE, J.H; et al. Energy cost of circuit weight training. *Med. Sci. Sports Exerc.* v.10, n.2, p.75-78, 1978.
- McARDLE, W.D; KATCH, F.I.; KATCH, V.L. Fisiologia do exercício – Energia, Nutrição e Desempenho Humano. 5. ed. Rio de Janeiro : Guanabara Koogan, 2003.
- MAHAN, L.K.; ESCOTT-STUMP, S. Krause: Alimentos, Nutrição & Dietoterapia. 9a ed., São Paulo: Roca, 1998, 1180 p.
- PHILLIPS, W.T; ZIURAITIS, J.R. Energy cost of single-set resistance training in older adults. *J. Strength. Cond. Res.* v.18, n.3, p.606-609, 2004.
- SOUZA, T.M.F.; CESAR, M.C.; BORIN, J.P.; GONELLI, P.R.G.; SIMÕES, R.A.; MONTEBELO, M.I.L. Efeitos do treinamento de resistência de força com alto número de repetições no consumo máximo de oxigênio e limiar ventilatório de mulheres. *Revi. Bras. Med. Esporte.* v.14, n.6, p.513-517, 2008.
- WILLIAMS, M.A; et al. Resistance Exercise in Individuals With and Without Cardiovascular Disease: 2007 Update. *Circulation.* v.116, n.5, p.572-584, 2007.
- WASSERMAN, K.; HANSEN J.E.; SUE D.Y.; CASABURI, R.; WHIPP, B.J. Principles of Exercise Testing and Interpretation. 3. ed., Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 1999.

Anexos

TABELA 1 – Média e desvio-padrão das variáveis cardiopulmonares na sessão de treinamento com pesos das voluntárias.

Variável	Média	Desvio-padrão
VO ₂ ml/kg/min	8,41	0,43
VO ₂ l/min	8,11	0,50
VO ₂ %VO ₂ max	7,18	0,38
VO ₂ %VO ₂ LV	7,66	0,49
FCtreino bpm	101,66	12,16
FCtreino/FCmax %	53,50	5,50
Pulso O ₂ ml/bat	4,75	0,88
VE l/min	18,25	2,46
VEO ₂	39,61	4,56
VECO ₂	39,61	2,82
R	1,25	0,10

VO₂ - consumo de oxigênio; VO₂%VO₂max – é a % do consumo de oxigênio em relação ao máximo; VO₂%VO₂LV - é a % do consumo de oxigênio em relação ao limiar ventilatório; FCtreino – frequência cardíaca do treino com pesos; FCtreino/FCmax% - frequência cardíaca do treino com pesos com relação a máxima; PulsoO₂ – pulso de oxigênio; VE – ventilação pulmonar; VEO₂ – equivalente ventilatório para oxigênio; VECO₂ - equivalente ventilatório para dióxido de carbono; R – razão das trocas gasosas.

TABELA 2 – Comparação do consumo de oxigênio e da frequência cardíaca da sessão de treinamento com pesos com o limiar ventilatório das voluntárias.

Variável	Treino	Limiar Ventilatório	p
VO ₂ ml/kg/min	8,23 + 0,94	28,82 + 6,97	< 0,01
FC bpm	101,66 ± 12,16	147,85 + 16,41	< 0,01

TABELA 3 – Comparação do consumo de oxigênio e da frequência cardíaca da sessão de treinamento com pesos com os valores de 40% da reserva das voluntárias.

Variável	Treino	40% reserva	p
VO ₂ ml/kg/min	8,23 + 0,94	20,50 ± 2,40	< 0,01
FC bpm	101,66 ± 12,16	113,40 + 6,80	< 0,01