



19 Congresso de Iniciação Científica

COMPARAÇÃO DAS RESPOSTAS CARDIOPULMONARES DE MULHERES SUBMETIDAS A EXERCÍCIO DE RESISTÊNCIA DE FORÇA E AERÓBIO

Autor(es)

TIAGO VIEIRA ARBEX

Orientador(es)

MARCELO DE CASTRO CÉSAR

Apoio Financeiro

PIBIC/CNPQ

1. Introdução

O incremento da força muscular tem sido objeto de diversos estudos, tanto por sua relação direta com o desempenho em 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).

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). 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 (1990; 1998) indica que a intensidade mínima de exercício para melhora da capacidade aeróbia corresponde a 50% VO₂max ou 55% da frequência cardíaca máxima (FC_{max}).

É descrito que o treinamento de resistência de força a 40-60% de 1 repetição máxima (1-RM), com 15 a 20 repetições máximas por exercício (15-20 RM), apresenta predomínio do metabolismo anaeróbio láctico, enquanto treinamento a 30-50% de 1 RM, com 20-30 RM, tem predomínio do metabolismo aeróbio (GOBBI; VILLAR; ZAGO, 2005). Em estudo recente, Souza et al. (2008) demonstraram que um treinamento de força com alto número de repetições (25 RM) pode aumentar o VO₂max em mulheres jovens, embora os autores não tenham observado melhora no limiar anaeróbio.

Estudos prévios investigaram os ajustes cardiorrespiratórios no exercício de força e aeróbio (HURLEY et al., 1984; PAVANELLI, 2000; BOTELHO et al., 2003). Entretanto, este estudo se justifica porque não foi investigado a comparação das respostas cardiorrespiratórias de um treinamento de resistência de força com alto número de repetições (25-30 RM) com treino aeróbio na mesma intensidade.

2. Objetivos

Objetivo Geral

Comparar as respostas cardiopulmonares agudas de exercícios de resistência de força com o exercício aeróbio, em mulheres jovens.

Objetivos Específicos

Comparar as respostas agudas da produção de dióxido de carbono, frequência cardíaca, ventilação pulmonar e razão de trocas gasosas dos exercícios de resistência de força e aeróbio.

Comparar os valores percentuais do consumo de oxigênio e da frequência cardíaca em relação ao máximo e ao limiar ventilatório, em exercícios de resistência de força e aeróbio.

3. Desenvolvimento

Participaram nove mulheres neste projeto, idade entre 18 e 30 anos, saudáveis, em treinamento de resistência de força há mais de um ano. As voluntárias tinham idade média de $22,33 \pm 3,57$ anos, massa corporal de $63,26 \pm 7,46$ kg, estatura de $1,67 \pm 0,07$ m e índice de massa corporal de $22,71 \pm 1,37$ kg/m². O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade, protocolo de pesquisa nº 06/10. Todas as voluntárias foram submetidas a uma avaliação do estado de saúde por meio de questionário (CESAR; BORIN; PELLEGRINOTTI, 2011), para destacar contra-indicações aos testes do protocolo experimental. As voluntárias foram submetidas a um protocolo de testes, com intervalos de 48 a 72 horas entre eles.

Teste Cardiopulmonar Máximo

As voluntárias foram submetidas a teste cardiopulmonar máximo (TCPmax), em uma esteira ergométrica Inbrasport ATLÒ, com protocolo contínuo, de carga crescente, até a exaustão (SOUZA et al., 2008; CESAR et al., 2009), utilizando-se o analisador de gases metabólicos VO2000 – Medical Graphics. Foram determinados o VO₂max e o limiar anaeróbio por método ventilatório (WASSERMAN et al., 1999).

Testes de 1 Repetição Máxima

Para determinação da força muscular, foram realizados testes de 1-RM no supino reto, agachamento livre e rosca direta com barra (BROWN; WEIR; 2001).

Medida das Respostas Cardiopulmonares durante os Exercícios de Resistência de Força

As voluntárias foram submetidas à monitorização de variáveis cardiopulmonares durante exercícios de resistência de força. As voluntárias compareceram ao laboratório em jejum por cerca de três horas e repousaram em decúbito dorsal por 30 minutos, logo após foram iniciadas as medidas cardiopulmonares pré-exercício por doze minutos em repouso. A seguir, realizaram os exercícios no supino reto, agachamento livre e rosca com barra, três séries de 25 a 30 repetições a cerca 30% de 1-RM, com um minuto e meio de intervalo entre as séries e os exercícios. Após o término do exercício, foram medidas as variáveis cardiopulmonares em repouso, decúbito dorsal, até 30 minutos de recuperação.

Medida das Respostas Cardiopulmonares durante o Exercício Aeróbio

As voluntárias foram submetidas à monitorização de variáveis cardiopulmonares durante um exercício aeróbio de caminhada em esteira. As voluntárias compareceram ao laboratório em jejum de cerca de três horas e repousaram em decúbito dorsal por 30 minutos, logo após foram iniciadas as medidas cardiopulmonares por doze minutos em repouso. A seguir, realizaram uma caminhada em esteira em valores de VO₂ similares à média do obtido durante o treinamento de força, durante 20 minutos. Após o término do exercício, foram medidas as variáveis cardiopulmonares em repouso, decúbito dorsal, até 30 minutos de recuperação.

4. Resultado e Discussão

Análise dos Resultados

Os resultados do VO₂ e da FC foram comparados em valores absolutos e em percentuais do máximo e do limiar ventilatório obtidos no teste cardiopulmonar máximo (TCPmax) em esteira. Para verificar a normalidade dos dados foi utilizado o teste de Shapiro Wilks. A comparação entre os dados dos exercícios de resistência de força e aeróbio foi realizada segundo o teste t de Student para dados pareados para as variáveis que a pressuposição dos testes paramétricos foram verificadas. Para as variáveis que os pressupostos não foram verificados, foi utilizado o teste de Wilcoxon. Em todas as análises foi considerado nível de significância de $p < 0,05$.

RESULTADOS

Os resultados do teste cardiopulmonar máximo foram (média + desvio padrão): consumo máximo de oxigênio $45,4 + 3,8$ ml/kg/min; consumo de oxigênio no limiar ventilatório $30,4 + 4,4$ ml/kg/min; frequência cardíaca máxima $190,3 + 8,6$ bpm; frequência cardíaca no limiar ventilatório $158,0 + 10,4$ bpm; ventilação máxima $94,5 + 10,7$ l/min; ventilação no limiar ventilatório $57,4 + 9,1$ l/min. Os resultados dos testes de 1-RM foram: supino reto $37,56 + 11,50$ kg; agachamento livre $78,44 + 23,30$ kg; rosca direta $22,22 + 7,90$ kg.

O exercício de força foi a 30% de 1-RM e o exercício aeróbio foi uma caminhada de aproximadamente 3,0 km/h. As variáveis o VO₂ em ml/kg/min e o VCO₂ em l/min apresentaram distribuição não paramétrica, sendo utilizado o teste de Wilcoxon para comparação dos exercícios de resistência de força e aeróbio, as outras variáveis apresentaram distribuição paramétrica, sendo utilizado o teste t. Não houve diferença significativa ao comparar o VO₂ os exercícios de resistência de força e aeróbio, entretanto valores de VCO₂, FC VE e R foram maiores no treino de força que no aeróbio (tabela 1). A tabela 2 mostra o VO₂ e a FC do treino de força e aeróbio em percentual (%) dos valores do TCPmax, do máximo e do LV, não apresentando diferenças significativas no VO₂, mas com maiores valores de FC exercício de força com alto número de repetições. A figura 1 mostra a comparação do VO₂ em ml/kg/min, dos exercícios de resistência de força e aeróbio, que não apresentou diferenças significativas

Os valores de VO₂ foram similares quando comparadas as sessões de treinamento resistência de força e aeróbio e de com alto número de repetições, o que era esperado, pois a intensidade do exercício aeróbio foi ajustada para a mesma demanda energética do treinamento de força com alto número de repetições. Os valores de VCO₂ maiores no exercício de resistência de força que aeróbio, assim como a VE, indicando que os ajustes ventilatórios foram proporcionais à cinética da VCO₂ (WASSERMAN et al., 1999).

Os maiores valores da produção de dióxido de carbono, assim como da razão das trocas gasosas, que ocorreram no exercício de resistência de força com alto número de repetições, em relação ao aeróbio, podem ser atribuídos à maior participação do metabolismo anaeróbio láctico, que acarreta em um excesso de dióxido de carbono pelo tamponamento do lactato (McARDLE; KATCH; KATCH, 2008), no exercício de resistência de força.

Os valores de VO₂ nos exercícios de resistência de força e aeróbio foram cerca de 3 METs, o que equivale a um exercício leve, compatível com a uma caminhada. Estes dados sugerem que os exercícios estudados proporcionam pequena sobrecarga cardiorrespiratória em mulheres jovens.

Embora o presente estudo tenha sido realizado com mulheres, os valores de FC e R corroboram com os dos estudos de Hurley et al. (1984), Pavanelli (2000) e Botelho et al. (2003), mostrando que o treinamento de força apresenta valores de FC, VCO₂, VE e R superiores em relação ao treinamento aeróbio quando comparados na mesma intensidade.

A FC no exercício de resistência de força com alto número de repetições ficou dentro da intensidade mínima recomendada para treinamento aeróbio (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 1998), entretanto ao analisar o VO₂, a intensidade ficou abaixo do mínimo recomendado para treinamento aeróbio (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 1990). A FC e o VO₂ no exercício aeróbio ficaram abaixo da intensidade mínima recomendada para treinamento aeróbio (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 1990, 1998).

A FC no exercício de resistência de força do presente estudo apresentou resposta desproporcional à demanda energética, ou seja, uma resposta cronotrópica excessiva, e este comportamento da FC também foi observado em outros estudos (WILMORE et al., 1978; HURLEY et al., 1984). Esse comportamento ocorre devido a FC durante o treinamento de força não apresentar relação linear com VO₂ (WILMORE et al., 1978; HURLEY et al., 1984), e tal fato pode ser explicado pela oclusão do fluxo sanguíneo nos tecidos ativos que estimula os centros de pressão, promovendo uma resposta adrenérgica aumentada, e esta resposta humoral em conjunto com um débito cardíaco baixo ocasiona aumento desproporcional da frequência cardíaca à intensidade do exercício (HURLEY et al., 1984).

O treinamento de força com alto número de repetições é descrito como predominantemente aeróbio (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2009), mas os valores da razão de trocas gasosas obtidos neste estudo foram superiores no exercício de resistência de força com alto número de repetições em relação ao aeróbio, com valores de R próximos de 1,0 na sessão de treinamento de resistência de força, e sempre inferiores a 1,0 na sessão de treinamento aeróbio, indicando maior predominância do metabolismo anaeróbio láctico (McARDLE, KATCH, KATCH, 2008) na sessão de treinamento de força, mesmo com 25 a 30 repetições. Os valores de R < 1,0 no exercício aeróbio evidenciam predomínio do metabolismo aeróbio (McARDLE, KATCH, KATCH, 2008), o que era esperado em uma caminhada abaixo do limiar ventilatório.

5. Considerações Finais

Os resultados obtidos neste estudo permitem concluir que o exercício de força com alto número de repetições na mesma demanda energética do exercício aeróbio proporcionou maior resposta cronotrópica e ventilatória, e maior participação do metabolismo anaeróbio láctico no treinamento de resistência de força. Os dados obtidos também sugerem que a intensidade do exercício de resistência de força com alto número de repetições e do exercício aeróbio de caminhada proporcionaram pequena sobrecarga para treinamento aeróbio, em mulheres jovens treinadas.

Referências Bibliográficas

- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. Position stand: progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. v. 41, n. 3, p. 687-707, 2009.
- 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. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness in healthy adults. *Medicine and Science in Sports Exercise*. v. 22, n. 2, p. 265-74, 1990.

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, 461p.

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.

CESAR, M.C.; BORIN, J.P.; GONELLI, P.R.G.; SIMÕES, R.A.; SOUZA, T.M.F.; MONTEBELO, M.I.L. The effect of local Muscle Endurance Training on Cardiorespiratory Capacity in Young Women. *J. Strength. Cond. Res.* v.23, n.6, p.1637-1643, 2009.

CESAR, M.C.; BORIN, J.P.; PELLEGRINOTTI, I.L. Educação Física e Treinamento Esportivo. In: Ademir De Marco. (Org.). *Educação Física: Cultura e Sociedade*. 5ª ed. Campinas: Papirus, 2011, v. 1, p. 25-46.

GOBBI, S.; VILLAR, R.; ZAGO, A.S. Educação Física no Ensino Superior: Bases Teórico-Práticas do Condicionamento Físico. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005, 268 p.

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.

McARDLE, W.D.; KATCH F.I.; KATCH V.L. Fisiologia do Exercício. Energia, Nutrição e Desempenho Humano. Rio de Janeiro Guanabara Koogan, 6ª ed, 2008, 1172p.

PAVANELLI, C. Ajustes cardio-respiratório e metabólico em exercícios aeróbios e anaeróbios na mesma demanda energética. Dissertação de Mestrado do Curso de Pós-Graduação em Reabilitação da Universidade Federal de São Paulo / Escola Paulista de Medicina, 2000.

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. *Rev. Bras. Med. Esporte.* v.14, n.6, p.513-517, 2008.

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, 556p.

WILMORE, J.H; et al. Energy cost of circuit weight training. *Med. Sci. Sports Exerc.* v.10, n.2, p.75-78,1978.

Anexos

TABELA 1 Resultados das variáveis cardiopulmonares dos exercícios de resistência de força e aeróbio das voluntárias (n = 9).

	VO₂ l/min	VCO₂ l/min	VE l/min	FC bpm	R
Força	0,66 ± 0,09	0,66 ± 0,09**	22,50 ± 4,01**	129,01 ± 10,93**	0,99 ± 0,06**
Aeróbio	0,66 ± 0,06	0,51 ± 0,08	15,58 ± 2,48	94,13 ± 7,48	0,76 ± 0,07

VO₂ - consumo de oxigênio; VCO₂ - produção de dióxido de carbono; VE - ventilação pulmonar; FC - frequência cardíaca; R - razão das trocas gasosas. ** p ≤ 0,01

TABELA 2 Resultados das variáveis cardiopulmonares dos exercícios de resistência de força e aeróbio das voluntárias em relação ao máximo e ao limiar ventilatório (n = 9).

	VO₂%VO₂max	VO₂%VO₂LV	FC%FCmax	FC%FCLV
Força	23,52 ± 4,36	35,70 ± 8,09	67,79 ± 5,12**	81,70 ± 5,64**
Aeróbio	23,36 ± 2,52	35,38 ± 5,73	49,53 ± 4,13	59,72 ± 4,86

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; FC%FCmax - é a % da frequência cardíaca em relação a máxima; FC%FCLV - é a % da frequência cardíaca em relação ao limiar ventilatório. ** p < 0,01.

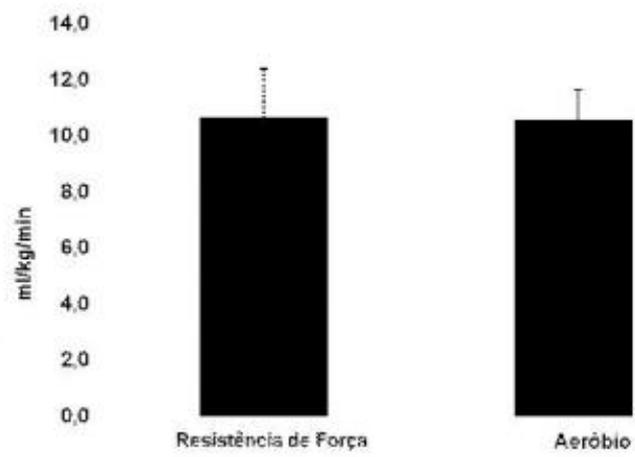


FIGURA 1 Resultados do consumo de oxigênio dos exercícios de resistência de força e aeróbio das voluntárias (n = 9).