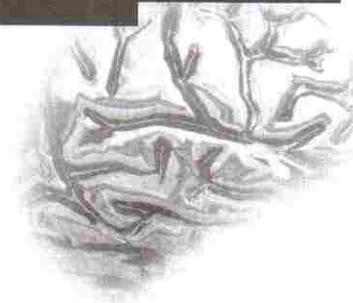


# COMPARAÇÃO DAS VARIÁVEIS METABÓLICAS E HEMODINÂMICAS ENTRE EXERCÍCIOS RESISTIDOS E AERÓBIO, REALIZADOS EM MEMBROS SUPERIORES



PAULO DE ARRUDA BOTELHO<sup>1</sup>  
MARCELO DE CASTRO CESAR<sup>2</sup>  
MARCOS RENATO DE ASSIS<sup>1</sup>  
CLÁUDIO PAVANELLI<sup>1</sup>  
FÁBIO TADEU MONTESANO<sup>1</sup>  
TURÍBIO LEITE DE BARROS<sup>1</sup>

Universidade Federal de São Paulo - Escola Paulista de Medicina (UNIFESP/EPM), São Paulo - SP<sup>1</sup>  
Faculdade de Ciências da Saúde (FACIS) - Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP) - SP<sup>2</sup>

## resumo

As adaptações cardiorrespiratórias durante o exercício de resistência aeróbia são diferentes do exercício de resistência muscular localizada (RML), existindo poucos estudos das variáveis metabólicas em membros superiores. O objetivo deste estudo foi comparar os parâmetros metabólicos e hemodinâmicos entre exercício aeróbio e anaeróbio de membros superiores de uma mesma demanda energética. Dez indivíduos do sexo masculino, saudáveis e ativos, foram submetidos a um protocolo realizado em quatro fases sucessivamente: fase 1- teste máximo de potência aeróbia em ergômetro de braço; fase 2- teste de uma repetição máxima (1-RM) executado em aparelho de supino; fase 3- exercício de RML quatro séries de 15 repetições a 60% de 1-RM com um minuto de intervalo; fase 4- exercício aeróbio no ergômetro de braço por cinco minutos no mesmo consumo médio de oxigênio ( $VO_2$ ) do exercício de RML. Observamos diferenças significantes entre exercício de RML e aeróbio para as seguintes variáveis: razão de trocas gasosas (R) 1,14 (DP = 0,07) e 0,95 (DP = 0,73); frequência cardíaca (FC) 119,72 bpm (DP = 6,58) e 108,00 bpm (DP = 11,86); pressão arterial sistólica (PAS) 141,95 mmHg (DP = 7,77) e 122,00 mmHg (DP = 8,70) e percepção subjetiva do esforço (PSE) 11,40 (DP = 1,30) e 8,22 (DP = 1,39). Podemos concluir que os exercícios resistidos em membros superiores promovem ajustes fisiológicos de FC, R, PAS e PSE mais elevados que o exercício aeróbio de mesma demanda energética.

**PALAVRAS-CHAVE:** Exercício Aeróbio, Exercícios Resistidos, Membros Superiores, Consumo de Oxigênio.

35



## abstract

### COMPARISON OF THE METABOLICS AND HEMODYNAMICS VARIABLES IN OVERLOAD FITNESS WITH EQUIPMENT AND AEROBIC, MADE WITH THE UPPER BODY

Cardiorespiratory adaptations during aerobic exercise (AE) are different than those during resistance training exercise (RTE). In arms metabolic variables have not been well studied yet. The aim of this study was compare hemodynamic and metabolic parameters of aerobic and anaerobic arm exercise with the same energetic demand. Ten healthy active men was enrolled in a consecutive four-phase protocol: 1) Maximal ergometer test with arms; 2) One repetition maximum (1RM) on a chest-press; 3) Four sets of 15 repetitions of RTE using 60% of 1RM at one-minute intervals; 4) Five-minute AE on arm ergometer with the same average oxygen uptake ( $VO_2$ ) as the RTE. Considerable differences were identified between RTE and AE for the following variables: gas exchange ratio (R) 1.14 (SD = 0.07) and 0.95 (SD = 0.73); heart rate (HR) 119.72 bpm (SD = 16.58) and 108 bpm (SD = 11.86); systolic blood pressure (SBP) 141.95 mmHg (SD = 7.77) and 122.00 mmHg (SD = 8.70); rating of perceived exertion (RPE) 11.40 (SD = 1.30) and 8.22 (SD = 1.39). We concluded that arm RTE lead to higher physiological peak regulations for HR, R, SBP and RPE than AE at the same energetic demand.

**KEY WORDS:** Aerobic Exercise, Weight Training, Arm Exercise, Oxygen Uptake.

## INTRODUÇÃO

Os exercícios resistidos (com pesos) e exercícios aeróbios exigem ajustes cardiorrespiratórios diferentes, resultando em melhora da qualidade de vida e saúde, bem como da performance física em atletas (MARGANROTH et al., 1975).

Dos 20 aos 75 anos ocorre uma perda de 30% da massa magra, possivelmente causa de diversas doenças. Isso poderia ser atenuado por treinamento de resistência de força (ASTRAND, 1986). O AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE - ACSM (1998) define como intensidade ideal de estímulo para a melhora do condicionamento cardiovascular a FC entre 55% e 90% da máxima predita para a idade. Em trabalho de força, a FC fica abaixo desse percentual durante os intervalos entre as séries, razão pela qual muitos programas de treinamento de força não resultam em aumentos na potência aeróbia, nem benefício para o sistema cardiovascular (GHILARDUCCI et al., 1989).

Treinamento de indivíduos descondicionados com pesos resulta em pequenos incrementos no consumo máximo de oxigênio (MARGANROTH, 1975; POLLOCK; WILMORE, 1990). Existem alguns estudos com exercício aeróbio para membros superiores realizados principalmente com amputados, lesados medulares e isquêmicos ou comparativos com membros inferiores mostrando ganho de condicionamento aeróbio (PIMENTAL et al., 1984). Na literatura, existe uma carência de estudos comparando exercícios resistidos e exercício aeróbio de membros superiores para um mesmo grupo de indivíduos.

Caracteriza-se portanto a necessidade de quantificação dos parâmetros metabólicos e hemodinâmicos em exercícios com aparelhos contra resistência, para que se possa avaliar a segurança e o efeito do exercício de força na eventual melhora do consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2max}$ ).

A proposta deste trabalho foi comparar fisiologicamente os exercícios com pesos com exercício aeróbio de mesmos grupos musculares de membros superiores e mesma demanda metabólica em indivíduos condicionados. Apesar da evidente diferença na cinética das fontes de energia solicitadas nas duas modalidades, tornava-se necessário equalizá-las metabolicamente. Foi montado um protocolo utilizando-se o consumo médio de oxigênio para caracterizar a realização do exercício aeróbio e de RML em uma mesma demanda energética, possibilitando uma análise comparativa.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliados 10 (dez) voluntários do sexo masculino, saudáveis, entre 17 e 38 anos, praticantes de atividade física regular (3 vezes semanais). A frequência cardíaca máxima ( $FC_{max}$ ) predita para idade foi calculada pela equação (FLETCHER et al., 1990):  $FC_{max} = 220 - \text{idade (anos)}$ .

Os voluntários foram submetidos a testes máximos com exercícios resistidos (fase 1) e aeróbio (fase 2). Posteriormente, exercícios de resistência muscular localizada (RML) a 60% 1-RM (fase 3) e aeróbio no mesmo  $VO_2$  médio obtido no exercício de RML (fase 4).

Fase 1 - Teste ergoespirométrico máximo em ergômetro de braço: um analisador de gases (Vista Mini CPX, Edição Silver, VACUMED Califórnia, USA) foi calibrado com um gás na concentração de 16% de  $O_2$ , 5% e  $CO_2$  (análise de gases White Martins Industrias - Brasil). Os indivíduos usaram uma máscara conectada a um pneumo-tacômetro, com uma válvula de ventilação e um manguito de gás. O sistema metabólico realizava medidas de volume de ar, frações de oxigênio e dióxido de carbono, a cada 20 segundos, calculando os valores de consumo de oxigênio, produção de dióxido de carbono e ventilação pulmonar.

Foi realizado um aquecimento de 4 min na carga de 25 watts. O teste teve início com uma carga 50 watts mantida por 2 (dois) minutos, passando-se para a segunda carga de 55 watts por 1 minuto, seguindo com incremento de 10 (dez) watts a cada minuto até a exaustão. O indivíduo manteve sempre 50 rotações por minuto (rpm). Foram determinados o  $VO_{2max}$  ( $ml.kg^{-1}.min^{-1}$ ) e  $VO_{2LA}$  ( $ml.kg^{-1}.min^{-1}$ ). A frequência cardíaca (FC) foi aferida pelo frequencímetro Polar Vantage XL (Kempele, Finlândia) e gravada a cada 5 segundos. Percepção subjetiva de esforço (PSE) foi registrada a cada minuto, utilizando-se a escala linear de Borg e pressão arterial sistólica (PAS) e diastólica (PAD), em mmHg, aferidas no início e ao término do teste (1).

Fase 2 - Teste de uma repetição máxima (1-RM) no supino: a repetição máxima consiste na quantidade máxima de peso levantado em uma única vez, de forma correta em um exercício pré-determinado. O indivíduo fez um breve alongamento e alguns movimentos prévios como aquecimento. Iniciou com a carga de 15 quilos (kg), com intervalo de um minuto e incremento de 5 kg a cada tentativa até não mais conseguir executar o movimento por completo, sen-

do que a carga máxima atingida representa 100%.

Fase 3 - Exercício de RML a 60% de 1-RM: após dois minutos em repouso, iniciou-se 4 séries de 15 repetições com 1 minuto de intervalo no supino, a 60% do teste de carga máxima (fase 2). Ao término das 4 séries o indivíduo ficou 1 minuto em repouso. A PA foi aferida no início e no final de cada série, assim como no final do intervalo de um minuto. A FC foi gravada a cada 5 segundos durante o período de esforço.

Fase 4 - Exercício aeróbio: após a fase 3, o indivíduo manteve-se sob monitorização até aproximar-se dos valores de repouso. A seguir, iniciou-se exercício no ergômetro de braço por 5 minutos acompanhando-se a análise de gases e solicitando-se maior ou menor velocidade do movimento a fim de garantir o mesmo consumo médio de oxigênio da fase anterior. Durante essa fase a PA foi aferida no início e ao término dos 5 minutos e o tempo total das fases 3 e 4 foi de 16 minutos (**Figura 1**).

Os resultados foram expressos em média e desvio-padrão (DP). Para comparar os ajustes dos exercícios resistidos (fase 3) com o exercício aeróbio (fase 4), foram analisadas as seguintes variáveis: razão de trocas gasosas (R), frequência cardíaca (FC), pressão arterial sistólica (PAS), pressão arterial diastólica (PAD) e percepção subjetiva do esforço (PSE). Na análise estatística se utilizou o teste t de Student para amostras pareadas com  $p < 0,05$  sendo considerado significante.

## RESULTADOS

A idade dos voluntários foi de 27,40 anos (DP = 9,73), o peso de 68,37 kg (DP = 7,10), a estatura de 174,45 cm (DP = 3,03) e a frequência cardíaca máxima predita para idade de 192,60 bpm (DP = 9,73).

Na **tabela 1** observam-se os valores máximos obtidos no teste ergoespirométrico no ergômetro de braço e no teste de uma repetição máxima no supino, bem como a

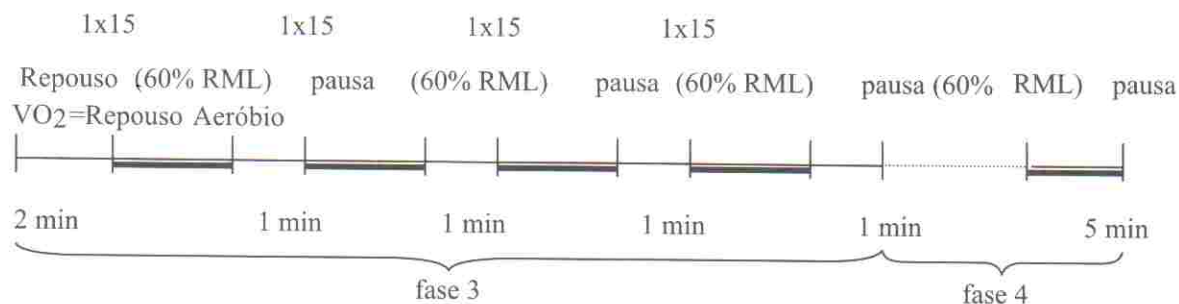
carga de 60% utilizada na realização da fase 3.

Na **tabela 2** podemos observar o comportamento das variáveis metabólicas e hemodinâmicas nas avaliações no supino (fase 3) e no ergômetro de braço (fase 4). Os valores de  $VO_2$  médio (10,62 e 10,65  $ml.kg^{-1}.min^{-1}$ ) caracterizam exercícios de mesma demanda energética. Os valores de FC, PAS, R e PSE foram significativamente maiores no exercício de RML quando comparados ao exercício aeróbio. Os valores médios de FC do grupo avaliado, durante a fase 3, representando 62% da FC máxima predita para idade e 70 % da FC atingida durante o teste ergoespirométrico máximo. Durante a fase 4, o valor médio da FC representou 56,74% da  $FC_{max}$  predita pela idade e 59,85% da máxima atingida durante o teste ergoespirométrico máximo.

## DISCUSSÃO

Neste estudo utilizou-se um modelo experimental com padronização da intensidade metabólica para a comparação dos exercícios de predominância anaeróbia e aeróbia para membros superiores. O ajuste da velocidade do cicloergômetro, baseado na contínua análise de gases, garantiu o mesmo consumo médio de oxigênio para ambas as fases - anaeróbia (fase 3) e aeróbia (fase 4).

O valor médio de consumo de oxigênio em repouso antes do início do exercício com peso estava levemente elevado, superior a 1 Met (3,5  $ml.kg^{-1}.min^{-1}$ ) possivelmente por um efeito antecipatório ao exercício (HERD, 1991). Durante as fases 3 e 4 foram encontrados valores médios bastante próximos, caracterizando a proposta do modelo experimental. O valor médio de consumo de oxigênio obtido durante a série de exercícios com pesos (10,62  $ml.kg^{-1}.min^{-1}$ ) foi 30,24% da média do consumo máximo de oxigênio (33,95  $ml.kg^{-1}.min^{-1}$ ). Verifica-se um estímulo de



**FIGURA 1.** Esquema das fases 3, exercício de resistência muscular localizada (RML) e fase 4, exercício aeróbio, executados pelos 10 voluntários



**TABELA 1.** Medidas descritivas dos resultados obtidos nos testes máximos de ergômetro de braço (fase 1) e de supino (fase 2), nos voluntários.

	Variável	Média	Desvio - padrão
Fase 1	VO <sub>2max</sub> (ml.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> )	33,95	5,84
	FC <sub>max</sub> (bpm)	169,20	11,16
	VO <sub>2LA</sub> (ml.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> )	15,52	2,48
	FC <sub>LA</sub> (bpm)	123,10	11,59
	PAS <sub>max</sub> (mmHg)	154,50	11,16
	PAD <sub>max</sub> (mmHg)	85,00	14,72
	PSE <sub>max</sub>	15,33	1,33
Fase 2	100%1-RM ( kg)	81,90	8,97
	60%1-RM (kg)	49,20	5,32

1-RM - peso 1 repetição máxima  
 VO<sub>2max</sub> - consumo máximo de oxigênio  
 FC<sub>max</sub> - frequência cardíaca máxima  
 VO<sub>2LA</sub> - consumo de oxigênio do limiar anaeróbio  
 FC<sub>LA</sub> - frequência cardíaca do limiar anaeróbio  
 PSE<sub>max</sub> - percepção subjetiva de esforço máxima  
 PAS<sub>max</sub> - pressão arterial sistólica máxima  
 PAD<sub>max</sub> - pressão arterial diastólica máxima

**TABELA 2** - Medidas descritivas e resultado do teste t para as variáveis obtidas no exercício de resistência muscular localizada a 60% de uma repetição máxima (fase 3) e no exercício aeróbio com mesmo consumo médio de oxigênio (fase 4).

Parâmetros	Fase 3		Fase 4		p
	Média	DP	Média	DP	
FC (bpm)	119,72	16,58	108,00	11,86	0,009
R	1,15	0,07	0,95	0,07	<0,001
PAS (mmHg)	141,95	7,77	122,00	8,70	<0,001
PAD (mmHg)	86,00	6,69	81,11	7,82	0,056
PSE	12,95	2,02	9,11	0,78	<0,001
VO <sub>2</sub> (ml.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> )	10,62	2,07	10,65	1,67	0,926

FC = frequência cardíaca  
 R - razão de trocas gasosas  
 PAS - pressão arterial sistólica  
 PAD - pressão arterial diastólica  
 PSE - percepção subjetiva de esforço  
 VO<sub>2</sub> - consumo de oxigênio

intensidade muito baixa para proporcionar efeito de melhora do condicionamento cardiovascular, como verificado em outros programas de treinamento com exercícios resistidos (HICKSON, 1980).

Os valores médios de FC demonstraram um efeito cronotrópico acentuado na realização de exercícios com pesos quando comparado a exercícios aeróbios

de mesma demanda energética. Estudo realizado por GHILARDUCCI et al., 1989 demonstrou que a FC de pico durante exercícios de resistência com peitorais (bench press), mesmo com intensidade elevada (80% de 1-RM), atingiu apenas 55% da FC máxima predita pela idade. Em nosso estudo encontramos valores médios de FC do grupo avaliado, durante a



fase 3, representando 62% da FC máxima predita para idade e 70 % da FC atingida durante o teste ergoespirométrico máximo.

Em nosso estudo encontramos PSE de 10,1 no limiar anaeróbico, valor menor do que o nível de intensidade de exercício adotado por adultos sedentários de meia idade - 11,7 a 13,1 ("um pouco difícil") e menor que os correspondentes aos limiares de lactato e ventilatório - 13 e 15 ("um pouco difícil" a "difícil") (DISHMAN, 1994), o que contradiz o conceito de que exercício com membros superiores causa um estresse fisiológico maior que exercício em membros inferiores.

O estudo realizado por MaCDOUGALL et al. (1985) demonstrou uma diferença significativa na pressão arterial sistólica durante levantamento de peso comparado a caminhadas em esteira, entretanto sem equalização metabólica. Em nosso estudo, encontramos um valor médio de pressão arterial sistólica significativamente mais elevados nos exercícios com pesos comparado ao exercício realizado no ergômetro de braço 141,95 mmHg (DP = 7,77) e 122,00 mmHg (8,70), respectivamente, resposta semelhante a outros ao estudo de MaCDOUGALL et al. (1985). Este efeito pode ser atribuído a manifestações do efeito de pós-carga típico dos exercícios de força (ROWEL; O'LEARY, 1990). Deve-se ainda destacar o fato da medida de pressão arterial não ter sido realizada durante a execução dos exercícios com pesos, e sim imediatamente antes e após cada série, o que não possibilitou a detecção dos picos de pressão arterial sistólica.

Os valores de pressão arterial diastólica não evidenciaram diferença significativa entre exercícios resistidos e aeróbico, entretanto, houve uma tendência à diferença ser significativa ( $p = 0,056$ ), se a amostra tivesse um maior número de voluntários possivelmente essa diferença seria confirmada. Além disso, o momento da medida da pressão arterial, feita no intervalo entre as séries após o relaxamento muscular com redução da resistência periférica, pode ter influenciado nos resultados.

MOLÉ (1985), demonstrou que o organismo tenta se adaptar da melhor forma para a obtenção de energia em diferentes modalidades e intensidades de exercício. Em nosso estudo, através da análise da razão de trocas gasosas respiratórias, encontrou-se maior valor de produção de dióxido de carbono durante o exercício com pesos que consumo de oxigênio em relação ao exercício aeróbico o que se verificou pela razão de trocas respiratórias. Isto ocorre em função da elevada produção de ácido láctico du-

rante o exercício resistidos, resultando na formação de dióxido de carbono não metabólico (WASSERMAN et al., 1990).

Concluimos que os exercícios de RML com membros superiores promovem ajustes fisiológicos de pico de FC, R, PAS e PSE mais elevados que o exercício aeróbico de mesma demanda energética. A baixa demanda energética durante os exercícios resistidos proporciona pequena sobrecarga para treinamento aeróbico.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACSM - AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. Position Stand on The Recommended Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Cardiorespiratory and Muscular Fitness, and Flexibility in Adults. **Medicine Science and Sports Exercise**, v.30, n.6, p.975-991, 1998.

ASTRAND, P.O.; RODAHL, K. **Textbook of Work Physiology**, 3rd Ed. New York: McGraw-Hill, 1986, p.412-485.

DISHMAN, R.K. Prescribing exercise intensity for healthy adults using perceived exertion. **Medicine Science and Sports Exercise**, v.26, p.1087-94, 1994.

FLETCHER, G.F. et al. Exercise standards. A statement for health professionals from the American Heart Association - **Special Report Circulation**, v.82, n.6, p.2286-2322, 1990.

GHILARDUCCI, L.E.C.; HOLLY, R.G.; AMSTERDAM, E.A. Effects of high resistance training in coronary artery disease. **The American Journal of Cardiology**, v.64, p.866-870, 1989.

HERD, J.; Cardiovascular response to stress. **Physiological Reviews**, v.71, p.305-30, 1991.

HICKSON, R.C. Interference of strength development by simultaneously training for strength and endurance. **Eur. Journal Appl. Physiol.**, v.45, p.255, 1980.

MACDOUGALL, J.D. et al. Arterial blood pressure response to heavy resistance exercise. **Journal of Applied Physiology**, v.58, p.785-790, 1985.

MARGANROTH, J. et al.: Comparative left ventricular dimensions in trained athletes. **Ann. Intern. Med.**, v.82, p.521, 1975.

MOLÉ, P.A. In vivo P-NMR in human muscle: transient patterns with exercise. **Journal of Applied Physiology**, v.59, p.101, 1985.

PIMENTAL, N.A. et al. Physiological responses to



prolonged upper-body exercise. **Medicine Science and Sports Exercise**, v.16, n.4, p.360-65, 1984.

POLLOCK, M.L.; WILMORE, J.H.; **Exercise in health and disease: evaluation and prescription for prevention and rehabilitation**. 2nd Ed. Philadelphia: WB Saunders, 1990.

ROWELL, L.B; O'LEARY, D.S. Reflex control of

the circulation during exercise: Chemoreflexes and mechanoreflexes. **Journal of Applied Physiology**, v.69, p.407-18, 1990.

WASSERMAN, K.; BEAVER, W.L.; WHIPP, B.J.; Gas exchange theory and the lactic acidosis (anaerobic threshold). **Circulation** (suppl II) v.81, p.II14-II30, 1990.



\* autor correspondente



autor: Paulo de Arruda Botelho  
Rua Oscar Pereira da Silva, 102 apt. 68  
Bairro: Itaim - Cep: 04534-020 - São Paulo - SP