

Respostas cardiovasculares em grupos de condicionamentos físicos distintos submetidos a diferentes intensidades do exercício resistido

Cardiovascular responses in individuals with different fitness submitted to different intensities of resistance exercises

Ricardo Benini¹, Gustavo Ribeiro da Mota², Edmar Lacerda Mendes², Octávio Barbosa Neto², Fábio Lera Orsatti²

¹Curso de Educação Física da Universidade Paulista, Araraquara-SP, Brasil; ²Curso de Educação Física do Instituto de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba-MG, Brasil.

Resumo

Objetivo – A frequência cardíaca (FC), pressão arterial sistólica (PAS), diastólica (PAD) e duplo produto (DP) alteram-se em resposta ao exercício físico agudo. No entanto, o impacto de diferentes intensidades do exercício resistido (ER) sobre essas variáveis é pouco estudado. Assim, o objetivo deste estudo foi comparar a resposta da FC, PAS, PAD e DP em três grupos de condicionamentos físicos distintos (praticantes de musculação, corredores e controle), submetidos a diferentes intensidades do ER. **Métodos** – Vinte e quatro homens participaram voluntariamente do presente estudo e foram separados em três grupos distintos: praticantes de musculação (24,5 ± 3,55 anos), corredores (30,22 ± 9,7anos) e controle (23,5 ± 5,3 anos). Para o grupo controle foram selecionados indivíduos que não praticassem exercícios físicos. Todos os voluntários executaram três séries de 6, 12 e 20 repetições a 85%, 70% e 50% de uma repetição máxima (1RM), respectivamente, com intervalo de 3-5 min entre as séries. Os parâmetros relativos à FC, PAS e PAD foram mensurados no início e ao final de cada série, nas últimas repetições. Na análise estatística empregou-se o teste ANOVA para medidas repetidas, seguida do *post hoc* de Scheffé. **Resultados** – A PAS diferiu entre os grupos (corredores < controle) nos momentos pré e pós-intervenção. Os valores da PAS, PAD, FC e DP aumentaram progressivamente à medida que foi diminuída a intensidade (85% < 70% < 50%), com exceção da FC que não diferiu entre 70% e 50% de 1RM. **Conclusão** – O EF de alta intensidade impõe menor solicitação cardiovascular (PA, FC e DP), quando comparado as demais intensidades, para todos os grupos analisados. No entanto, os corredores apresentaram menor sobrecarga pressórica (PAS) quando comparado ao grupo controle.

Descritores: Esforço físico; Exercício; Hipertensão/prevenção & controle; Treinamento resistido

Abstract

Objective – Physical exercises increases heart rate (HR), systolic blood pressure (SBP), diastolic (DBP) and double product (DP). Aerobic training reduces or maintains such responses. However, the effects of strength exercise (SE) on these variables are unknown. The aim of this study was to compare the response of HR, SBP and DBP in three different groups at different intensities. **Methods** – Twenty-four men were divided into three groups of eight. Trained in weight lifting (24.5 ± 3.55 years), runners (30.22 ± 9.7 years) and sedentary (23.5 ± 5.3 years). They performed three sets 6, 12 and 20 repetitions with 85%, 70% and 50% of one repetition maximum (1RM), respectively (rest 3-5 minutes between sets). BP was measured at the end of each series, in the last repetitions. Statistical analysis used was one-way ANOVA for repeated measures followed by Scheffé test. **Results** – Of the variables analyzed, only SBP differed between groups (runners < sedentary). The SBP, DBP, HR and DP values increased gradually when the load was diminished and the repetitions were increased (85% < 70% < 50%), except that HR did not differ between 70% and 50% 1RM. **Conclusion** – SE with higher load (weight) imposes a lower cardiovascular response than lower weight in all groups. However, the runners had lower SBP overload when compared to sedentary groups.

Descriptors: Physical exertion; Exercise; Hypertension/prevention & control; Resisted training

Introdução

Atualmente no Brasil, as doenças cardiovasculares foram responsáveis por cerca de 27,4% dos óbitos no ano de 2003. A hipertensão arterial (HA) é considerada um dos mais importantes fatores de risco para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares, explicando 40% das mortes por acidente vascular encefálico (AVE) e 25% daquelas por doença arterial coronariana (DAC). A redução dos níveis pressóricos torna-se impactante fator na redução do risco dessas doenças. A adoção de um estilo de vida saudável, incluindo a prática regular de exercícios físicos, tem sido recomendada como uma estratégia não farmacológica fundamental de auxílio na prevenção e no tratamento da HA¹⁻².

A carga hemodinâmica imposta sobre o sistema cardiovascular pode ser estimada pelo duplo produto (DP) ou produto frequência pressão. O DP é calculado pela multiplicação da frequência cardíaca (FC) pela pressão arterial sistólica (PAS) e tem sido amplamente utilizado como importante ferramenta prática de avaliação da intensidade do exercício físico em diferentes condições.

A prática crônica de exercícios físicos aeróbios desencadeia importantes adaptações cardiovasculares, tais como bradicardia de repouso e atenuação da pressão arterial (PA), que permitem

menor estimulação cardiovascular em cargas submáximas². Estudos transversais demonstram que o treinamento de força pode reduzir o estresse cardiovascular durante essa mesma atividade, entre outros tipos³. Segundo Fleck e Dean⁴ (1987) fisiculturistas possuem menores níveis de pressão intra-arterial e FC durante o exercício resistido (ER) em séries a 50, 70, 80, 90, 100% de uma repetição máxima (1RM) quando comparados a sedentários ou iniciantes (6 a 9 meses de treinamento).

Entretanto, até o presente momento não foi encontrado na literatura, suficientes estudos que comparem respostas cardiovasculares mediante aos ER em grupos com diferentes condicionamentos físicos, bem como com distintas intensidades. Portanto, o objetivo deste estudo foi comparar a resposta da FC, PAS, PA diastólica (PAD) e DP em três grupos de condicionamentos físicos distintos (praticantes de musculação, corredores e controle) submetidos ao ER em diferentes intensidades.

Métodos

Amostra

Participaram do presente estudo 24 voluntários do sexo masculino, praticante de musculação (n = 8), corredores de fundo e meio

fundo (n = 8) e controle (n = 8) com a idade entre 18 a 40 anos. Ambos os grupos treinados possuíam experiência mínima de dois anos de treinamento. O grupo controle foi composto por indivíduos que não realizavam exercícios físicos há pelo menos dois anos. Foram excluídos aqueles que reportaram, durante a avaliação inicial, algum tipo de doença cardiovascular, hipertensão arterial, problemas osteoarticulares que limitasse a execução dos exercícios, uso de substâncias moduladoras da PA e da FC e tabagistas.

Procedimentos experimentais

Esclareceram-se aos indivíduos selecionados os objetivos e procedimentos a que seriam submetidos e os mesmos assinaram o termo de consentimento livre esclarecido, exigência da resolução nº. 196/outubro/1996 do Conselho Nacional de Saúde (CNS). O projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Paulista.

Inicialmente, todos os voluntários foram submetidos a anamnese, antropometria, avaliação da PA e FC de repouso e familiarização do teste de 1RM. Após 48 horas do primeiro contato, os voluntários retornaram ao local de avaliação para aferição da PA e FC de repouso e realização do teste de 1RM. Em seguida, foram submetidos a EF. Todas as medições foram realizadas após 24 h de abstenção de exercício vigoroso.

Antropometria e composição corporal

Para definir a massa corporal e a estatura foi utilizada uma balança mecânica com estadiômetro da marca Welmy®. Durante o procedimento todos os voluntários foram orientados a usarem o mínimo de roupa possível. A partir desses dados foi calculado o índice de massa corporal (IMC), dado pela razão da massa corporal (kg) pelo quadrado da estatura (m²)⁵.

As dobras cutâneas foram avaliadas com auxílio de adipômetro da marca Lange®. Para estimar a densidade corporal foi utilizada a equação (1) de Petroski.

$$\text{Equação 1: } \text{DENS} = 1,10726863 - 0,00081201(\sum 4\text{DC}) + [0,00000212(\sum 4\text{DC})^2 - 0,00041761(\text{idade})]$$

Onde: $\sum 4\text{DC}$ = somatório de quatro dobras cutâneas (subescapular, tríceps, suprailíaca e panturrilha).

Para definir a porcentagem de gordura utilizou-se a equação (2) de Siri⁶.

$$\text{Equação 2: } \%G = [(4.95/\text{DENS}) - 4.50] \times 100$$

Avaliação da força muscular (1RM)

A força muscular foi determinada por meio do teste de 1RM, envolvendo os membros inferiores como descrito por Porto *et al.*⁷ (2008). Os indivíduos foram instruídos sobre a forma de execução, velocidade e amplitude de movimento do exercício extensão de joelhos (unilateral). O teste foi precedido por aquecimento em torno de dez a doze repetições.

Parâmetros cardiovasculares

A aferição da PA foi realizada pelo método auscultatório com esfigmomanômetro aneróide BIC® e um estetoscópio Premium® segundo as indicações da Sociedade Brasileira de Cardiologia¹. O primeiro som de Korotkoff foi considerado para leitura da PAS e o último para leitura da PAD. Os indivíduos foram orientados a manter o braço esquerdo relaxado e apoiado à altura do coração e não contraírem os músculos do braço e do peito para não interromper o fluxo. O braço esquerdo foi adotado para as medidas de PA por apresentar melhor estabilização do movimento.

A FC foi obtida por meio do método de telemetria utilizando-se um cardiofrequencímetro Polar® A1. Todos os parâmetros hemodinâmicos foram realizados durante as últimas repetições das séries. Em seguida, foi calculado o DP, a partir da multiplicação da FC pela PAS.

Protocolo de exercício físico

O protocolo foi constituído pelo exercício de extensão de joelho unilateral, realizado pela perna dominante do voluntário. Foram realizadas três séries de 6, 12 e 20 repetições correspondentes a 85%, 70% e 50% de 1RM, respectivamente. A velocidade de execução do exercício foi de um segundo para cada fase (concêntrica e excêntrica) e controlada por metrônomo. Permitiu-se intervalo de 5 min entre cada série e os voluntários foram instruídos a não realizar a manobra Valsalva.

Análise estatística

Todos os valores foram expressos em média \pm desvio padrão. As diferenças para as características entre os grupos no momento inicial foram testadas usando-se o teste ANOVA-one way. Diferenças entre grupos foram checadas pela ANOVA two way, assumindo as medidas repetidas para determinar os efeitos dos grupos, intensidades (85, 70, 50% de 1RM) e interação, nos momentos pré e pós-intervenção. Em seguida, o teste *post hoc* de Scheffé foi utilizado. O nível de significância escolhido foi de 95% para o erro do tipo I ($P < 0,05$).

Resultados

A Tabela 1 evidencia a caracterização da amostra. Observa-se que os voluntários não apresentaram níveis de obesidade. Nota-se que os valores referentes à FC, PA e DP na situação de repouso não apresentaram diferenças consideráveis.

A Tabela 2 apresenta os valores médios da PAS, PAD, FC e DP obtidas durante o ER nas diferentes intensidades avaliadas (85, 70, 50% de 1RM). Das variáveis analisadas somente a PAS diferiu entre os grupos (corredores < controle). Os valores da PAS, PAD, FC e DP aumentaram progressivamente à medida que foram reduzidas as intensidades (85% < 70% < 50%), com exceção da FC que não se mostrou alterada entre 70% e 50% de 1RM.

Discussão

O objetivo maior do presente estudo foi comparar as respostas

Tabela 1. Caracterização da amostra

	Praticantes de musculação	Corredores	Controle
Idade (anos)	24,5 \pm 3,5	30,2 \pm 9,6	23,5 \pm 5,2
Massa corporal (kg)	74,9 \pm 10,1	66,7 \pm 6,9	78,3 \pm 14,1
Estatura (cm)	172,3 \pm 6	171,8 \pm 5,4	175,1 \pm 8,1
% G	12,61 \pm 4,1	11,6 \pm 4,1	18,1 \pm 7,1
IMC (kg/m ²)	25,1 \pm 1,0	22,6 \pm 0,9	25,5 \pm 1,0
CC (cm)	82,2 \pm 6,6	82,6 \pm 11,1	87,3 \pm 9,6
1RM (kg)	70,0 \pm 9,2	58,8 \pm 13,8	61,0 \pm 8,7
PAS (mmHg)	110,0 \pm 7,0	108,0 \pm 10,0	116,0 \pm 5,0
PAD (mmHg)	72,0 \pm 8,0	71,0 \pm 10,0	81,0 \pm 10,0
FCr (bpm)	68,0 \pm 3,0	55,0 \pm 13,0	68,0 \pm 12,0
DP	72,0 \pm 6,0	58,0 \pm 15,0	76,0 \pm 15,0

%G = percentual de gordura corporal; IMC = índice de massa corporal; CC = circunferência da cintura; 1RM = uma repetição máxima; FCr = frequência cardíaca repouso

Tabela 2. Efeito do exercício de força em intensidades diferentes sobre a PA, FC e DP em três grupos de condicionamentos distintos

Grupos	PAS	PAD	FC	DP
Praticantes de musculação (n = 8)				
85%	140 ± 6	101 ± 7	113 ± 12	165 ± 15
70%	159 ± 7	113 ± 5	118 ± 24	210 ± 17
50%	164 ± 7	119 ± 6	126 ± 26	241 ± 15
Corredores (n = 8)				
85%	132 ± 3	100 ± 4	97 ± 17	123 ± 10
70%	151 ± 4	106 ± 5	102 ± 21	153 ± 14
50%	132 ± 3	109 ± 3	105 ± 26	235 ± 11
Controle (n = 8)				
85%	139 ± 6	100 ± 3	102 ± 6	276 ± 29
70%	155 ± 8	108 ± 3	116 ± 18	190 ± 16
50%	172 ± 8	114 ± 6	118 ± 29	276 ± 29
ANOVA (p)				
Grupo	0,045	0,217	0,074	0,082
Intensidade	0,000	0,000	0,000	0,000
Interação	0,374	0,262	0,767	0,663
Contraste (p)				
Grupo				
Musculação versus Corredores	0,971			
Musculação versus Controle	0,122			
Corredores versus Controle	0,045			
Intensidade				
85% versus 70%	< 0,001	0,002	0,023	< 0,001
85% versus 50%	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
70% versus 50%	< 0,001	0,044	0,065	0,008

PAS = pressão arterial sistólica (mmHg); PAD = pressão arterial diastólica (mmHg); FC = frequência cardíaca (bpm); DP = duplo produto (mmHg.bpm); 1RM = uma repetição máxima

de parâmetros cardiovasculares, indicadores de estresse sobre o miocárdio, em praticantes de musculação, corredores e controles, submetidos a diferentes intensidades do ER. O principal achado deste estudo foi que o aumento da intensidade do ER impõe menor solicitação cardiovascular para os três grupos avaliados. Isso sugere que as respostas da PAS, FC e DP estão relacionadas à duração do exercício. Esta constatação deve ser encarada como interessante ferramenta prática na prescrição do treinamento de força para diferentes grupos populacionais de acordo com seus respectivos objetivos. Considerando os resultados, em termos práticos, quando o objetivo do treinamento for estimular o sistema cardiovascular, número maior de repetições com menores cargas devem ser priorizadas. Por outro lado, quando a intenção for poupar o miocárdio e estimular a força muscular, deve ser enfatizado menores números de repetições e maiores cargas.

Durante os exercícios dinâmicos, a PAS aumenta progressivamente, enquanto a PAD tende-se a manter ou reduzir ligeiramente e resistência vascular periférica (RVP) diminui. O sangue é desviado das vísceras e dos músculos menos ativos para os mais ativos. Dessa forma, o exercício dinâmico impõe primeiramente uma carga de volume sobre o sistema cardiovascular, incluindo o miocárdio. Durante o exercício isométrico entretanto, intensidades acima de 20% a 30% da contração voluntária máxima (CVM), a pressão intramuscular pode ultrapassar a pressão intravascular no músculo contraído, reduzindo assim o fluxo sanguíneo local, provocando um quadro de isquemia e hipóxia. A combinação de vasoconstrição e aumento do débito cardíaco (DC) resulta em aumento desproporcional tanto da PAS como da PAD e RVP. Essas pressões continuam a subir ao longo da execução do exercício. Assim, elevada carga pressórica é aplicada sobre o sistema cardiovascular para aumentar a perfusão do músculo esquelético contraído. Quando o ER dinâmico é realizado, as respostas cardiovasculares são a combinação das respostas que ocorrem em ambos os tipos de exercícios (dinâmicos e isométricos), refletindo cargas combinadas de pressão e volume. O nível da carga pressórica desenvolvida depende da magnitude da resistência exigida e a duração da contração muscular em relação ao período de repouso⁸.

A PAD de praticantes de musculação e controle elevou-se até

valor próximo ou superior ao limite de segurança (115 mmHg) após uma série de 20 a 50% de 1RM. Farinatti e Assis⁹ (2000) observaram respostas semelhantes, destacando que exercícios de força com cargas mais elevadas (1RM e 6RM) representam menor esforço cardiovascular do que exercícios que envolvam maiores repetições (20 RM). Por outro lado, mesmo com o aumento do DP durante o exercício, o maior valor não ultrapassou o ponto de corte para angina que é 30000 ou superior¹⁰. Isso demonstra que o treinamento de força para pessoas que necessitam de cuidados especiais, quando bem realizado, pode ser uma alternativa para reabilitações e promoção da saúde.

Embora diversos estudos evidenciam aumentos significativos da PA durante exercícios de força em altas intensidades, grande parte foi devido à pressão intratorácica elevada associada à realização da manobra de Valsalva¹¹.

Os resultados enfatizam que tanto a duração quanto a intensidade da contração tem impacto sobre as respostas pressóricas. Da mesma forma que ocorre para o exercício estático, quando o exercício é realizado durante longo período de tempo, o aumento na PAS torna-se inevitável. A FC também se eleva, embora de forma não considerável. Provavelmente, tal fato ocorra pela resistência vascular ao fluxo sanguíneo (componente estático do ER) que tende a ser compensada com aumento da FC¹². Além disso, tanto as alterações hemodinâmicas como as dos substratos energéticos têm em comum o controle humoral da descarga simpática. Como alteração cardiovascular tem-se taquicardia e, conseqüentemente, aumento da PAS¹³.

O aumento progressivo das respostas hemodinâmicas da primeira série em diante pode ser explicado pela fadiga, uma vez que a utilização de músculos acessórios nas séries finais contribuiria para a elevação da PAD¹⁴.

Corredores apresentaram menores níveis de PAS durante o exercício em comparação ao grupo controle, enquanto praticantes de musculação não. As respostas da PAD e do DP não diferiram significativamente entre os grupos avaliados nesse estudo. Porém o grupo de corredores exibiu valores limítrofes para significância. Portanto, os dados indicam que estes sujeitos demonstram alterações adaptativas nas respostas cardiovasculares durante o ER. Um

possível mecanismo que poderia explicar tal fato, seria de que estes corredores possam obter uma maior magnitude de redução da RVP decorrente de uma menor atividade simpática e/ou biodisponibilidade de óxido nítrico (ON) e prostaglandinas¹⁵.

A precisão da quantificação da PA durante ER depende da técnica de aferição adotada. O padrão invasivo, através de cateter intra-arterial, torna-se inviável devido a sua natureza. Como alternativa, seria a utilização de métodos não invasivos, o qual fornecem leituras contínuas da PA, o fotoplestímetrográfico (*Finapres*) e o auscultatório. Entretanto, o fotoplestímetrográfico apresenta custos elevados de aquisição e manutenção, tornando sua utilização limitada. Já o método auscultatório pode subestimar o valor da PA durante o ER. Por outro lado, quando são comparadas formas diferentes de execução de um mesmo ER, o método auscultatório pode estimar o estresse cardiovascular. Portanto, tais estratégias podem ser adotadas em exercícios contra resistência, sendo realizada antes do término do número de repetições estabelecidas, apesar de exibir maior margem de erro e menor reprodutibilidade, tem maior aplicabilidade e menor risco¹⁶⁻¹⁷.

Conclusão

O exercício de força realizado com cargas mais elevadas e menores números de repetições (tempo de ação muscular mais curto) impõe menor solicitação cardiovascular (FC, PA e DP) que a de menor intensidade (peso), porém com maiores repetições (tempo de ação muscular mais longo) em todos os grupos (corredores, praticantes de musculação e controle). Apesar disso, os corredores apresentaram menor sobrecarga pressórica (PAS), quando comparado ao grupo sedentário.

Referências

1. Sociedade Brasileira de Cardiologia. V Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial. *Arq Bras Cardiol.* 2007;89(3):24-79.
2. Pescatello LS, Franklin BA, Fagard R, Farquhar WB, Kelley GA, Ray CA. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and hypertension. *Med Sci Sports Exerc.* 2004;36(3):533-53.
3. Fleck SJ, Kraemer WJ. Fundamentos do treinamento de força muscular. 3ª ed. São Paulo: Artmed; 2006.
4. Fleck SJ, Dean LS. Resistance-training experience and the pressor response during resistance exercise. *J Appl Physiol.* 1987;63(1):116-20.
5. World Health Organization. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation. *World Health Organ Tech Rep Ser.* 2000;894:i-xii, 1-253.

6. Queiroga MR. Testes e medidas para avaliação da aptidão física relacionada à saúde em adultos. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2005.

7. Porto M, Orsatti FL, Borges-Santos MD, Burini RC. Impacto do exercício muscular exaustivo sobre indicadores sanguíneos em praticantes de musculação. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum.* 2008;10(3):230-6.

8. Williams MA, Haskell WL, Ades PA, Ezra A, Bittner V, Granklin BA *et al.* Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease: 2007 Update: A Scientific Statement From the American Heart Association Council on Clinical Cardiology and Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism. *Circulation.* 2007;116:572-84.

9. Farinatti PTV, Assis BFCB. Estudo da frequência cardíaca, pressão e duplo-produto em exercício contra-resistência e aeróbio contínuo. *Rev Bras Ativ Física Saúde.* 2000;5(2):5-16.

10. Powers SK, Howley ET. Fisiologia do exercício: teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho. 3ª ed. São Paulo: Manole; 1997.

11. Haykowsky MJ, Dressendorfer R, Taylor D, Mandic S, Humen D. Resistance training and cardiac hypertrophy: unravelling the training effect. *Sports Med.* 2002;32(13):837-49.

12. Forjaz CLM, Rezk CC, Melo CM, Santos DA, Teixeira L, Nery SS *et al.* Exercício resistido para o paciente hipertenso: indicação ou contra-indicação. *Rev Bras Hipertens.* 2003;10(2):119-24.

13. Maughan R, Gleeson M. As bases bioquímicas do desempenho nos esportes. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2007.

14. Polito MD, Rosa CC, Schardong P. Respostas cardiovasculares agudas na extensão do joelho realizada em diferentes formas de execução. *Rev Bras Med Esporte.* 2004;10(3):173-6.

15. Brum PC, Forjaz CLM, Tinucci T, Negrão CE. Adaptações agudas e crônicas do exercício físico no sistema cardiovascular. *Rev Paul Educ Fís.* 2004;18 (n. esp.):21-31.

16. Polito MD, Farinatti PTV. Considerações sobre a medida da pressão arterial em exercícios contra-resistência. *Rev Bras Med Esporte.* 2003;9(1):25-33.

17. Polito MD, Farinatti PT, Lira VA, Nobrega AC. Blood pressure assessment during resistance exercise: comparison between auscultation and *Finapres*. *Blood Press Monit.* 2007;12(2):81-6.

Endereço para correspondência:

Fábio Lera Orsatti
Universidade Federal do Triângulo Mineiro
Av. Frei Paulino, 30
Uberaba-MG, CEP 38025-180
Brasil

E-mail: fabiorsatti@gmail.com

Recebido em 28 de junho de 2010
Aceito em 3 de janeiro de 2011