

Artigo
Original

7

Efeito da Duração do Exercício Aeróbio sobre as Respostas Hipotensivas Agudas Pós-Exercício

Effect of the Duration of Aerobic Exercise on the Post-Exercise Hypotensive Response

Diego Giulliano Destro Christofaro^{1,2,3,4}, Juliano Casonatto^{1,2,3,4}, Rômulo Araújo Fernandes^{1,3}, Gabriel Grizzo Cucato^{3,4},
Cássio Gustavo Santana Gonçalves^{1,2,4}, Arli Ramos de Oliveira¹, Marcos Doederlein Polito^{1,2,4}

Resumo

Fundamentos: A ocorrência da hipotensão pós-exercício tem sido observada tanto em exercícios de longa quanto de curta duração, no entanto não existem informações consistentes na literatura quanto à possibilidade de a duração da sessão de exercício modular a magnitude e a duração da resposta hipotensiva pós-exercício.

Objetivo: Comparar o efeito da duração da sessão de exercícios físicos com característica aeróbia na resposta hipotensiva pós-exercício.

Métodos: Participaram do estudo 36 homens (28,5±4,9 anos) que foram distribuídos aleatoriamente em três grupos. Um dos grupos foi submetido a 20 minutos de exercício em esteira com intensidade correspondente a 75% da frequência cardíaca máxima teoricamente prevista (G20), outro grupo realizou o mesmo exercício durante 40 minutos (G40) e um grupo não realizou exercício físico, permanecendo em posição sentada (GC). A pressão arterial foi aferida em repouso e após as sessões nos momentos 20min, 40min e 60min pós-exercício.

Resultados: A pressão arterial sistólica se reduziu significativamente no G20 e G40 quando comparadas aos valores de repouso ($p<0,001$), não apresentando diferença no GC. Além disso, o G40 apresentou maior magnitude de redução da pressão arterial aos 60min pós-exercício.

Conclusões: Aparentemente, tanto o exercício aeróbio de curta como o de longa duração podem proporcionar a ocorrência do fenômeno hipotensão pós-exercício. No entanto, a magnitude da redução parece ser modulada pela duração da sessão de esforço.

Palavras-chave: Hipotensão, Pressão Arterial, Exercício

Abstract

Background: Although the occurrence of post-exercise hypotension has been noted for long and short duration exercises, there is no solid information in the literature on whether the duration of the exercise session can modulate the magnitude and duration of the post-exercise hypotensive response.

Objective: To compare the effect of the duration of an exercise session with the aerobic characteristics of the post-exercise hypotensive response.

Methods: Thirty-six male subjects (28.5±4.9 years old) were allocated randomly to three groups. One group performed 20 minutes of treadmill exercise at an intensity corresponding to 75% of the maximum theoretical heart rate (G20); another group performed the same exercise for 40 minutes (G40); and the third (control) group (CG) did not engage in any physical exercise, remaining seated. Blood pressure was measured at rest and after the sessions at 20 minutes, 40 minutes and 60 minutes post-exercise.

Results: The systolic blood pressure dropped significantly in G20 and G40 when compared with the resting values ($p<0.001$) and there were no differences for CG. Additionally, G40 presented the greatest drop in blood pressure at 60 minutes post-exercise.

Conclusions: Apparently, both short and long duration aerobic exercise may result in post-exercise hypotension. However, the magnitude of this reduction seems to be modulated by the duration of the exercise session.

Keywords: Hypotension, Blood pressure, Exercise

¹ Centro de Educação Física e Esporte - Universidade Estadual de Londrina (CEFE - UEL) - Londrina (PR), Brasil

² Grupo de Estudo e Pesquisa em Respostas Cardiovasculares e Exercício - Universidade Estadual de Londrina (GECARDIO - UEL) - Londrina (PR), Brasil

³ Grupo de Estudo e Pesquisa em Atividade Física e Exercício - Universidade Estadual de Londrina (GEPAFE - UEL) - Londrina (PR), Brasil

⁴ Grupo de Estudo e Pesquisa em Metabolismo, Nutrição e Exercício - Universidade Estadual de Londrina (GPEMENE - UEL) - Londrina (PR), Brasil

Correspondência: julianoc@sercomtel.com.br

Juliano Casonatto | Grupo de Estudo e Pesquisa em Respostas Cardiovasculares e Exercício - GECARDIO | Centro de Educação Física e Esporte - Universidade Estadual de Londrina | Rod. Celso Garcia Cid, km 380 - Campus Universitário - Londrina (PR), Brasil | CEP: 86051-990

Recebido em: 17/11/2008 | Aceito em: 18/12/2008

Introdução

A pressão arterial é uma variável cardiovascular amplamente investigada sob a ótica da saúde pela comunidade científica, uma vez que a hipertensão arterial é fator de risco para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares¹. Atualmente, em função do estilo de vida característico da sociedade moderna, tem sido identificado um grande número de indivíduos portadores de hipertensão arterial e, conseqüentemente, de doenças cardiovasculares². Esse fato contribui para a elevação da taxa de mortalidade e morbidade, gerando aumentos importantes nos custos financeiros dos sistemas de saúde pública e privada^{3,4}.

Porém, diversos estudos indicam que a prática regular de exercícios físicos pode promover respostas favoráveis para prevenção e controle da hipertensão arterial, devido a ajustes autonômicos e hemodinâmicos¹. Além disso, diversas investigações têm demonstrado que após a prática de uma sessão de exercícios físicos, a pressão arterial tende a se reduzir a valores inferiores aos que se apresentavam no período pré-exercício, o que se denomina de hipotensão pós-exercício⁵.

O exercício físico de característica predominantemente aeróbia pode ser entendido como a atividade física mais eficaz para promover a hipotensão pós-exercício¹. No entanto, a literatura ainda é contraditória quanto ao impacto da duração da sessão de exercício na magnitude e na duração da resposta hipotensiva, uma vez que são encontrados experimentos que apontaram relação significativa entre a duração do exercício e a magnitude/duração da resposta hipotensiva^{6,7}, e outros que não identificam tal relação^{8,9}.

Adicionalmente, problemas metodológicos identificados em estudos anteriores, como, curto período de acompanhamento pós-exercício⁷, amostra composta por indivíduos de ambos os sexos⁶ ou por sujeitos portadores de pressão arterial elevada⁸ podem estar comprometendo a identificação do real impacto da duração da sessão de exercício aeróbio na resposta hipotensiva aguda pós-exercício.

Assim, o objetivo do presente estudo foi comparar o efeito da duração de uma sessão de exercício

predominantemente aeróbio na magnitude e na duração da resposta hipotensiva pós-exercício, em indivíduos normotensos do sexo masculino.

Metodologia

Amostra composta por 36 indivíduos do sexo masculino, com idade média de 28,5±4,9 anos. Todos os sujeitos declararam não estar envolvidos em qualquer programa de atividade física sistematizada por pelo menos seis meses, e apresentavam valores pressóricos <140mmHg para a pressão arterial sistólica (PAS) e <90mmHg para a pressão arterial diastólica (PAD). Como critérios de exclusão foram considerados o uso de substâncias que pudessem interferir nas respostas cardiovasculares, além de problemas mioarticulares que comprometessem a realização correta do exercício.

Uma vez informados sobre os objetivos do estudo e procedimentos aos quais seriam submetidos, os sujeitos assinaram Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. O Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Londrina, que segue as normas da Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde para pesquisas com seres humanos, aprovou os procedimentos deste estudo, sob o n° 0228.0.268.000-07.

Medida da pressão arterial em repouso

A pressão arterial foi determinada pelo método auscultatório e pela observação dos ruídos de Korotkoff, sendo o primeiro para determinação da PAS e o quinto para PAD. O equipamento utilizado foi um esfigmomanômetro de coluna de mercúrio da marca *Missouri® Equipment Co.* (Saint Louis, MO, USA) devidamente calibrado, com manguito de 12cm de largura (adequado para todos os sujeitos). As medidas foram realizadas no braço esquerdo, com o indivíduo sentado, em local calmo e confortável, após 15min de repouso por um único avaliador experiente. Foi considerada para registro a média de três tomadas consecutivas, de acordo com os procedimentos descritos por Perloff et al.¹⁰.

Tabela 1
Características gerais da amostra

Grupo	Idade (anos)	Peso (kg)	Estatura (m)	IMC (kg/m ²)
GC	28,6± 4,7	77,5± 5,1	1,8± 0,0	24,5± 0,8
G20	29 ± 5,0	74,0± 5,8	1,7± 0,0	24,2± 1,2
G40	28,5± 4,2	78,0± 7,5	1,8± 0,1	24,6± 1,0

Valores descritos em média e desvio-padrão; GC=grupo-controle; G20=grupo-exercício de 20 minutos de duração; G40=grupo-exercício de 40 minutos de duração

Protocolo experimental

Os indivíduos foram distribuídos igualmente de forma aleatória em três grupos (n=12). O primeiro grupo foi denominado G20 e realizou uma sessão de exercício físico aeróbio em esteira rolante (*Moviment, LX-160 – Manaus, AM, Brasil*) com 20 minutos de duração e intensidade correspondente a 75% da FC_{máx} prevista para a idade, obtida a partir da equação $FC_{máx} = 220 - idade$. A frequência cardíaca (FC) foi monitorada por meio de um cardiofrequencímetro portátil (*Polar Electro OY, M32 – Kempele, Finland*).

O segundo grupo realizou o mesmo exercício com a mesma intensidade do G20, mas com duração de 40 minutos (G40). O grupo-controle (GC) não realizou qualquer exercício físico, permanecendo em posição sentada durante 20min enquanto o G20 e o G40 cumpriam os respectivos protocolos de exercício.

No início da sessão, foi estipulado um período de três a cinco minutos para que os sujeitos atingissem a intensidade determinada. Após esse período, cronometrou-se mais 20min ou 40min de esforço, conforme o respectivo grupo. Considerando possíveis oscilações da FC durante o exercício, foi aceita uma variação de aproximadamente 5% do valor inicialmente calculado.

Medida da pressão arterial pós-exercício

Após o exercício, os sujeitos permaneceram em repouso, na posição sentada para a realização das medidas da pressão arterial pós-exercício, não sendo permitida a ingestão de água ou qualquer outro fluido durante todo o período. A pressão arterial foi mensurada aos 20min, 40min e 60min após o término do exercício.

Análise estatística

A distribuição dos dados e a homogeneidade das variâncias foram verificadas pelos testes de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente. Para verificar possíveis diferenças entre os grupos e as medidas de pressão arterial, utilizou-se a ANOVA de duas entradas e medidas repetidas, seguida quando necessário do teste *post-hoc* de Tukey. Calculou-se ainda o delta percentual ($\Delta\%$) de cada grupo em cada medida pós-exercício. Na seqüência, novamente empregou-se a ANOVA seguida do teste *post-hoc* de Tukey.

O nível de significância estatística adotado foi o valor de $p < 0,05$. Os dados foram analisados no programa *Statistica 6.0* (Statsoft, Tulsa, OK, USA).

Resultados

A Tabela 2 apresenta o comportamento da PAS entre os grupos no decorrer do tempo. Observou-se interação significativa entre o fator grupo e o fator tempo. Os valores de repouso não foram diferentes entre os grupos. Nas medidas pós-exercício, os valores do GC não apresentaram diferenças significativas em relação ao repouso; no entanto, os valores do G20 e G40 reduziram-se significativamente quando comparados à medida inicial. Também verificaram-se diferenças significativas na magnitude da redução da pressão arterial entre o G20 e G40.

Na análise da PAD (Tabela 3) não se verificou interação significativa entre grupo e tempo. Assim, não se identificaram diferenças na medida inicial e nos valores pós-esforço entre as diferentes medidas realizadas em todos os grupos.

Tabela 2

Comportamento da pressão arterial sistólica em repouso e aos 20, 40 e 60 minutos após uma sessão de exercício aeróbio

	Repouso (mmHg)	20min ($\Delta\%$) (mmHg)	40min ($\Delta\%$) (mmHg)	60min ($\Delta\%$) (mmHg)	F	p
GC	121,6± 4,2	121,1± 4,5 (0,41)	121,4± 4,4 (0,16)	121,2± 4,4 (0,32)		
G20	120,1± 5,1	118,1± 4,9* (1,66)	116,6± 5,1* (2,91)	115,8± 5,3* (3,58)	123,4	0,0001
G40	125,8± 5,1	122,5± 5,2* (2,62)	120,1± 5,6* (4,53)	117,6± 5,1* (6,51)†		

Valores descritos em média e desvio-padrão; GC=grupo-controle; G20=grupo-exercício de 20 minutos de duração; G40=grupo-exercício de 40 minutos de duração; ($\Delta\%$)=delta percentual em relação ao repouso

*Diferença significativa em relação aos valores de repouso; †Diferença significativa em relação ao G20 ($\Delta\%$)

Tabela 3

Comportamento da pressão arterial diastólica em repouso e aos 20, 40 e 60 minutos após uma sessão de exercício aeróbio

	Repouso (mmHg)	20min ($\Delta\%$) (mmHg)	40min ($\Delta\%$) (mmHg)	60min ($\Delta\%$) (mmHg)	F	p
GC	84,5± 3,8	84,5± 3,8 (0)	84,5± 3,8 (0)	84,5± 3,8 (0)		
G20	83,4± 3,3	83,3± 3,3 (0,11)	83,2± 3,3 (0,23)	83,1± 3,2 (0,35)	1,08	0,379
G40	86,1± 3,5	86,4± 3,4 (0,34)	85,9± 3,3 (0,23)	85,9± 3,3 (0,23)		

Valores descritos em média e desvio-padrão; GC=grupo-controle; G20=grupo-exercício de 20 minutos de duração; G40=grupo-exercício de 40 minutos de duração

Discussão

Os resultados do presente estudo demonstraram que tanto sessões de exercício de curta como de longa duração podem ser eficientes para a ocorrência do fenômeno hipotensão pós-exercício. Esse achado está de acordo com outros estudos disponíveis na literatura que têm observado reduções pressóricas agudas tanto em exercícios de curta⁸ (10min) como também de longa duração¹¹ (170min). No entanto, vários experimentos disponíveis na literatura apresentam diferenças metodológicas importantes, tais como tipo e intensidade dos exercícios, estado clínico dos sujeitos, nível de treinamento físico, idade, sexo e etnia da amostra. Essas diferenças metodológicas existentes entre os estudos dificultam comparações interexperimentos.

Ainda com base nesses resultados, vale destacar a importância clínica das informações geradas pelo presente experimento, uma vez que até mesmo a sessão de exercício de menor duração foi eficiente para a redução da pressão arterial pós-exercício. Esse aspecto é de grande valia na prática clínica, pois favorece a prescrição de exercício físico como medida de prevenção e controle da hipertensão arterial até mesmo para indivíduos com algumas limitações cardiovasculares importantes, as quais impedem a realização de sessões de exercícios físicos mais prolongadas.

Um outro achado interessante observado foi que a duração da sessão do exercício físico pode modular a queda pressórica pós-exercício, uma vez que o grupo que realizou a sessão mais prolongada de exercício físico (40min) apresentou maior magnitude de queda da pressão arterial em relação ao grupo que foi submetido à sessão mais curta (20min). Esse achado está em consonância com outros estudos publicados na literatura que utilizaram amostra de humanos normotensos^{6,7}.

Nesse sentido, vale ressaltar que diferentemente do presente estudo, Jones et al.⁷ identificaram diferenças na magnitude da hipotensão pós-exercício em período mais curto de acompanhamento pós-exercício. Os autores submeteram sete homens treinados a uma sessão de 30min e a uma outra de 50min de exercício aeróbio em cicloergômetro (40% do $VO_{2\text{pico}}$) e acompanharam as respostas pressóricas minuto a minuto pós-exercício durante 20 minutos.

Por outro lado, outras investigações encontraram redução similar da pressão arterial e da magnitude da queda entre os exercícios aeróbios de curta e longa duração^{8,9}. Um exemplo foi o estudo de MacDonald et al.⁸, no qual os autores não identificaram

diferenças entre os valores pressóricos após exercício em cicloergômetro com 15min, 30min e 45min de duração e intensidade de 70% do $VO_{2\text{pico}}$.

Possivelmente, o fato de o presente estudo ter submetido sua amostra a um protocolo de exercícios em esteira ergométrica tenha contribuído para a identificação da relação entre a duração da sessão de exercício físico e a magnitude da resposta hipotensiva pós-exercício, uma vez que informações disponíveis na literatura sugerem que o impacto do exercício em esteira ergométrica pode ser maior que em cicloergômetro¹². No entanto, vale lembrar que outros estudos utilizando cicloergômetro também verificaram impacto da duração da sessão de exercício na magnitude do fenômeno hipotensão pós-exercício^{6,7}.

Apesar de não ter sido parte dos objetivos do presente estudo, cabe destacar alguns possíveis mecanismos que podem estar associados à ocorrência da redução dos valores pressóricos após a prática de uma sessão de exercício físico. Nesse sentido, a literatura tem demonstrado que a hipotensão pós-exercício pode ocorrer mediante alterações neurais e/ou liberação de algumas substâncias vasodilatadoras^{1,5,13}. Em relação ao mecanismo neural, tem se destacado entre os estudos que a atividade nervosa simpática, a qual exerce controle sobre a vasoconstrição e a frequência cardíaca é inibida durante a hipotensão pós-exercício em humanos e também em modelos animais, o que favorece a redução da resistência vascular periférica¹⁴⁻¹⁶. Essa inibição da atividade simpática pode ser atribuída, pelo menos em parte, ao aumento da função barorreflexa a qual seria devida a uma redução da angiotensina-II e dos receptores de angiotensina para o sistema nervoso central. No entanto, a função barorreflexa poderia exercer maior influência hipotensiva, se no presente estudo tivesse sido adotado um delineamento crônico; possivelmente, a soma de sessões-exercícios com durações diferentes, uma vez que já foi reportada na literatura em estudos crônicos¹⁷.

Importante ressaltar que a angiotensina-II atua no controle da pressão arterial interagindo com receptores na membrana celular das células-alvo, os chamados receptores AT1 e AT2. Além disso, existem algumas indicações que a atividade neural aferente para o controle central cardiovascular pode estar envolvida na ocorrência da hipotensão pós-exercício¹⁸.

Algumas substâncias com potencial efeito vasodilatador têm sido sugeridas como responsáveis, pelo menos em parte, pela redução da pressão arterial após a realização de uma sessão de exercício. Entre elas tem se destacado a adenosina¹⁹ e as prostaglandinas²⁰. Além disso, um outro possível fator associado à

hipotensão pós-exercício tem ficado por conta do óxido nítrico²¹, que é um importante sinalizador intra e extracelular, o qual produz guanosina monofosfato cíclico, que possui efeito de relaxamento do músculo liso, o que pode induzir a vasodilatação.

Com relação às possíveis limitações, o curto tempo demandado para a monitoração do comportamento da PA pós-exercício pode ser destacado, uma vez que impossibilitou a verificação de um possível efeito hipotensor mais duradouro. Outra possível limitação a ser considerada é a determinação da intensidade do exercício por meio do percentual da frequência cardíaca máxima, não sendo considerados o limiar anaeróbio e o $VO_{2máx}$. Adicionalmente, o avaliador que aferiu a PA não era "cego" em relação aos grupos, o que pode representar um viés metodológico relevante. Além disso, talvez fosse mais apropriado que os mesmos indivíduos fossem submetidos às três situações apresentadas.

Conclusões

Com base nos resultados obtidos no presente estudo é possível concluir que tanto exercícios de curta como também de longa duração promovem a ocorrência do fenômeno hipotensão pós-exercício. Além disso, a duração da sessão de exercício físico aparentemente modula a magnitude da resposta hipotensiva.

Potencial Conflito de Interesses

Declaro não haver conflitos de interesses pertinentes.

Referências

1. Pescatello LS, Franklin BA, Fagard R, et al. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and hypertension. *Med Sci Sports Exerc.* 2004;36(3):533-53.
2. Kearney PM, Whelton M, Reynolds K, et al. Worldwide prevalence of hypertension: a systematic review. *J Hypertens.* 2004;22(1):11-19.
3. Grover SA, Coupal L, Lowensteyn I. Determining the cost-effectiveness of preventing cardiovascular disease: are estimates calculated over the duration of a clinical trial adequate? *Can J Cardiol.* 2008;24(4):261-66.
4. Bakhai A. How to cost cardiovascular care. *Heart.* 2008;94(5):549-51.
5. Hamer M. The anti-hypertensive effects of exercise: integrating acute and chronic mechanisms. *Sports Med.* 2006;36(2):109-16.
6. Forjaz CL, Santaella DF, Rezende LO, et al. Effect of exercise duration on the magnitude and duration of post-exercise hypotension. *Arq Bras Cardiol.* 1998;70(2):99-104.
7. Jones H, George K, Edwards B, et al. Is the magnitude of acute post-exercise hypotension mediated by exercise intensity or total work done? *Eur J Appl Physiol.* 2007;102(1):33-40.
8. MacDonald JR, MacDougall JD, Hogben CD. The effects of exercise duration on post-exercise hypotension. *J Hum Hypertens.* 2000;14(2):125-29.
9. Guidry MA, Blanchard BE, Thompson PD, et al. The influence of short and long duration on the blood pressure response to an acute bout of dynamic exercise. *Am Heart J.* 2006;151(6):1322-E5-12.
10. Perloff D, Grim C, Flack J, et al. Human blood pressure determination by sphygmomanometry. *Circulation.* 1993;88(5):2460-470.
11. Seals DR, Rogers MA, Hagberg JM, et al. Left ventricular dysfunction after prolonged strenuous exercise in healthy subjects. *Am J Cardiol.* 1988;61(11):875-79.
12. Lizardo JHF, Modesto LK, Campbell CSG, et al. Hipotensão pós-exercício: comparação entre diferentes intensidades de exercício em esteira ergométrica e cicloergômetro. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Humano.* 2007;9(2):115-20.
13. MacDonald JR. Potential causes, mechanisms, and implications of post exercise hypotension. *J Hum Hypertens.* 2002;16(4):225-36.
14. Floras JS, Sinkey CA, Aylward PE, et al. Postexercise hypotension and synpathoinhibition in borderline hypertensive men. *Hypertension.* 1989;35:14-28.
15. Halliwill JR, Taylor JA, Eckberg DL. Impaired sympathetic vascular regulation in humans after acute dynamic exercise. *J Physiol.* 1996;495(Pt 1):279-88.
16. Kulics JM, Collins HL, Dicarolo SE. Postexercise hypotension is mediated by reductions in sympathetic nerve activity. *Am J Physiol.* 1999;276:H27-H32.
17. Mousa TM, Liu D, Cornish KG, et al. Exercise training enhances baroreflex sensitivity by an angiotensin II-dependent mechanism in chronic heart failure. *J Appl Physiol.* 2008;104(3):616-24.
18. Mitchell JH. Cardiovascular control during exercise: central and reflex neural mechanisms. *Am J Cardiol.* 1985;55(10):34D-41D.
19. Notarius CF, Morris BL, Floras JS. Caffeine attenuates early post-exercise hypotension in middle-aged subjects. *Am J Hypertens.* 2006;19(2):184-88.
20. Ward ME. Dilation of rat diaphragmatic arterioles by flow and hypoxia: roles of nitric oxide and prostaglandins. *J Appl Physiol.* 1999;86(5):1644-650.
21. Halliwill JR, Minson CT, Joyner MJ. Effect of systemic nitric oxide synthase inhibition on postexercise hypotension in humans. *J Appl Physiol.* 2000;89(5):1830-836.