



Hipotensão pós-exercício em hipertensos submetidos ao exercício aeróbio de intensidades variadas e exercício de intensidade constante

Gisela Arsa da Cunha^{1,2}, Aline Cristina Santos Rios², Juliano Rodrigues Moreno^{1,2}, Pedro Luiz Braga², Carmen Silvia Grubert Campbell^{1,2}, Herbert Gustavo Simões^{1,2} e Mara Lucy Dompietro Ruiz Denada²

RESUMO

O exercício agudo pode resultar em hipotensão pós-exercício (HPE), que tem sido observada em normotensos e hipertensos, especialmente após exercícios contínuos (intensidade baixa a moderada). O objetivo foi comparar os efeitos hipotensores de exercícios de intensidade variada (EIV) e constante (EIC) e verificar se EIV potencializa a HPE. Onze hipertensos ($56,8 \pm 2,6$ anos; IMC = $26,5 \pm 0,3$ kg/m²) foram submetidos a teste ergométrico (TE) e a duas sessões de exercícios submáximos em esteira (45 min), em dias distintos e com intervalo de 48h, sendo uma sessão de EIV alternando-se 2 min a $55,9 \pm 2,6\%$ e 1 min a $74,5 \pm 4,0\%$ da reserva de frequência cardíaca (RFC) e uma sessão de EIC a $60 \pm 2,5\%$ da RFC. Em ambas as sessões os participantes permaneciam em repouso por 10 min (rep) para aferição da pressão arterial (PA) e frequência cardíaca (FC), e então executaram 5 min de aquecimento seguidos de 45 min de EIV ou EIC. A PA e a FC foram monitoradas a cada 5 min de exercício e aos 5, 10, 15, 30, 60, 90 e 120 min de recuperação pós-exercício (rec). ANOVA e teste *t* de Student evidenciaram HPE de pressão arterial sistólica (PAS) após ambas as sessões ($p < 0,001$) e em todos momentos de rec, não havendo diferenças significativas entre EIC e EIV. A pressão arterial diastólica (PAD) apresentou HPE apenas após EIC aos 5, 10, 15 e 30 min de rec ($p < 0,05$), não sendo observada após EIV. HPE de pressão arterial média (PAM) foi observada após EIC e EIV em todos os momentos de rec. Apesar de as sessões resultarem em HPE semelhante para PAS, o EIC resultou em HPE de PAD e redução mais duradoura de PAM em relação ao EIV. Como nenhuma diferença fora observada entre os tratamentos para os valores de PA durante o período de rec, os autores concluem que o EIV não potencializa o efeito hipotensor pós-exercício quando comparado com o EIC.

ABSTRACT

Post-exercise hypotension in hypertensive individuals submitted to aerobic exercises of alternated intensities and constant intensity-exercise

Acute exercise may result in post-exercise hypotension (PEH), which has been observed both for normotensive and hypertensive individuals, especially after continuous exercise (low to moderate intensity). The purposes were to compare the hypotensive

1. Programa de Pós-Graduação Stricto-Sensu em Educação Física, Universidade Católica de Brasília – DF.
2. Laboratório de Fisiologia do Exercício – Universidade de Mogi das Cruzes, SP.

Recebido em 23/8/05. Versão final recebida em 2/3/06. Aceito em 19/7/06.

Endereço para correspondência: Dr. Herbert Gustavo Simões, Universidade Católica de Brasília, Programa de Mestrado e Doutorado em Educação Física, sala G 116, QS07, LT 01 S/N EPCT, Águas Claras – 72030-170 – Taguatinga, DF. Tel.: (55 61) 3356-9330, fax: (55 61) 3356-9350. E-mail: hsimoes@pos.ucb.br

Palavras-chave: Hipotensão pós-exercício. Hipertensão arterial. Esteira ergométrica. Variação de intensidade.

Keywords: *Post-exercise hypotension. Hypertension. Treadmill. Intensity variation.*

Palabras-clave: *Hipotensión pos ejercicio. Hipertensión arterial. Cinta ergométrica. Variación de intensidad.*

effects of continuous exercise performed with alternated (AI) and constant intensities (CI) and verify if AI is more effective on inducing PEH. Eleven hypertensive subjects (56.8 ± 2.6 years; BMI of 26.5 ± 0.3 kg/m²) performed, on different days, an incremental test (IT) and two submaximal exercise sessions (45 min) on treadmill (AI and CI). The AI consisted of 2 min at $55.9 \pm 2.6\%$ and 1 min at $74.5 \pm 4.0\%$ of heart rate reserve (HRR) while the CI consisted of 45 min at $60 \pm 2.5\%$ of HRR. On both sessions participants rested for 10 min before exercise for blood pressure (BP) and heart rate (HR) measurements and then performed a 5 min warm-up followed by 45 min of either AI or CI. BP and HR were monitored at each 5 min of exercise and at the 5th, 10th, 15th, 30th, 60th, 90th and 120th min of post-exercise recovery (rec). ANOVA and Student t-test evidenced PEH of systolic blood pressure (SBP) after both sessions when compared to resting ($p < 0.001$) at all moments of rec with no differences between AI and CI. PEH of diastolic blood pressure (DBP) was observed at the 5th, 10th, 15th and 30th min of rec after CI ($p < 0.05$), but not after AI. PEH of mean blood pressure (MBP) was observed after CI and AI at all moments of rec. In spite of the similar PEH for SBP, the CI resulted in PEH of DBP, with longer reduction of MBP. No differences were observed between treatments for the absolute values of BP during the rec period. The authors conclude that the exercise intensities applied during AI did not induce additional hypotensive effects in relation to CI during the rec.

RESUMEN

Hipotensión pós ejercicio en hipertensos sometidos a ejercicio aerobio de intensidades variadas y ejercicio de intensidad constante

El ejercicio agudo puede resultar en hipotensión pos ejercicio (HPE), que ha sido observada en normotensos e hipertensos, especialmente después de ejercicios continuos (intensidad baja a moderada). El objetivo ha sido comparar los efectos hipotensores de Ejercicios de Intensidad Variada (EIV) y Constante (EIC) y verificar si EIV potencia la HPE. Once hipertensos ($56,8 \pm 2,6$ años; IMC $26,5 \pm 0,3$ kg/m²) fueron sometidos a test ergométrico (TE) y a dos sesiones de ejercicios submáximos en cinta ergométrica (45 min), en días distintos y con intervalo de 48h, con una sesión de EIV alternándose 2 min a $55,9 \pm 2,6\%$ e 1 min a $74,5 \pm 4,0\%$ de la reserva de frecuencia cardíaca (RFC) y una sesión de EIC a $60 \pm 2,5\%$ de RFC. En ambas sesiones, los participantes permanecían en reposo por 10 min (rep) para medir la presión arterial (PA) y frecuencia cardíaca (FC), y a 5 min de calentamiento seguidos de

45 min de EIV o EIC. La PA y la FC fueron monitoreadas a cada 5 min de ejercicio y también a los 5, 10, 15, 30, 60, 90 y 120 min de recuperación pos ejercicio (rec). ANOVA y test-t de Student evidenciaron HPE de presión arterial sistólica (PAS) después de las dos sesiones ($p < 0,001$) y a cada momento de rec, no habiendo diferencias significativas entre EIC y EIV. La presión arterial diastólica (PAD) presentó HPE apenas después EIC a los 5, 10, 15 y 30 min de rec ($p < 0,05$), no siendo observado después EIV. HPE de presión arterial media (PAM) fue observado después de EIC y de EIV a cada momento de rec. A pesar de las sesiones resultar en HPE semejante para PAS, el EIC resultó en HPE de PAD y reducción más duradera de PAM en relación al EIV. Como ninguna diferencia fue observada entre los tratamientos para valores de PA durante el periodo de rec, concluimos que el EIV no potencia el efecto hipotensor pos ejercicio cuando es comparado al EIC.

INTRODUÇÃO

A hipertensão arterial (HA) é considerada um dos fatores de risco mais importantes para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares⁽¹⁾, representando no Brasil um dos problemas de saúde pública de maior prevalência na população, capaz de levar a óbito aproximadamente 40% dos indivíduos acometidos⁽²⁾. O tratamento da HA é realizado por meio de medicamentos e deve estar associado a uma mudança de estilo de vida, como alterações no padrão alimentar e prática regular de exercícios físicos⁽³⁾.

O produto do débito cardíaco pela resistência periférica total define a pressão arterial (PA), uma vez que a PA é influenciada tanto pela força exercida pelo sangue contra as paredes das artérias, como pela resistência imposta por estas ao fluxo sanguíneo⁽⁴⁾. Os valores de referência de PA considerados normais são ≤ 120 mmHg para pressão arterial sistólica (PAS) e ≤ 80 mmHg para pressão arterial diastólica (PAD), sendo que valores ≥ 140 mmHg (PAS) e/ou ≥ 90 mmHg (PAD) são considerados como HA⁽⁵⁾.

Tem sido demonstrado que a realização de uma única sessão de exercício físico pode promover queda pressórica abaixo dos valores observados no período pré-exercício, fenômeno este denominado como hipotensão pós-exercício (HPE). A HPE pode ser benéfica para o controle da PA especialmente em hipertensos⁽⁶⁻⁹⁾, sendo que sua magnitude e duração parecem estar relacionadas a fatores como o tipo, duração e intensidade do exercício⁽¹⁰⁾.

Diversos estudos têm demonstrado que atividades físicas de características aeróbias apresentam redução significativa dos níveis pressóricos pós-exercício^(6,8-9), enquanto que após exercícios resistidos resultados controversos têm sido evidenciados, como a elevação⁽¹¹⁾, manutenção⁽¹²⁾, ou ainda redução⁽¹³⁾ da pressão arterial pós-exercício.

O efeito da duração da sessão de exercício sobre a HPE tem sido investigado em hipertensos e normotensos, e existem evidências de que, quanto maior for a duração da sessão de exercício (45 min vs. 25 min) mais acentuada e prolongada é a HPE⁽⁷⁾, e isso tem sido observado tanto para indivíduos normotensos quanto para hipertensos⁽¹⁴⁾. Contudo, ainda não há consenso quanto à intensidade do exercício que deve ser aplicada. Existem evidências de que o exercício realizado a 30%, 50% e 80% do $\dot{V}O_{2pico}$ resulta em reduções semelhantes na pressão arterial pós-exercício em normotensos⁽¹⁵⁾. Por outro lado, tem sido sugerido que o exercício realizado em intensidades variadas, alternando-se entre 50% e 80% da RFC, resulta em valores pressóricos mais baixos durante 24h pós-exercício em relação aos valores obtidos no exercício de intensidade constante, realizado a 60% da RFC, em hipertensos⁽¹⁶⁾. São poucos os estudos que avaliaram a resposta pressórica ao exercício intervalado ou de intensidades alternadas, com maior número de pesquisas contemplando o exercício retangular, refletindo as recomendações do ACSM⁽³⁾ de exercícios aeróbios a intensidades constantes para controle da PA ou tratamento não medicamentoso da HA.

Pesquisas adicionais sobre o efeito de variação de intensidades de exercício sobre a HPE são necessárias. Assim, este estudo teve o objetivo de investigar e comparar os efeitos hipotensores de duas sessões de exercícios aeróbios realizados em esteira ergométrica por indivíduos hipertensos, sendo uma com intensidade constante (EIC) e outra com intensidades variadas (EIV), verificando se existe potencialização da HPE após EIV.

MÉTODOS

Participantes

Os procedimentos utilizados no presente estudo foram previamente aprovados pelo Comitê de Ética de Pesquisa em seres humanos da Universidade de Mogi das Cruzes, SP, Brasil.

Foram selecionados 11 indivíduos hipertensos com a PA controlada por medicamentos. As características dos participantes e medicamentos por eles utilizados estão representados nas tabelas 1 e 2, respectivamente. Os participantes foram recrutados após ter assinado um termo de consentimento informado sobre os procedimentos e benefícios do estudo e responderam a um questionário (anamnese) sobre seu histórico de saúde. O sedentarismo, tabagismo, obesidade e diabetes, bem como apresentar problemas ortopédicos, portar doença arterial coronariana ou utilizar medicamentos betabloqueadores foram os critérios considerados para exclusão.

TABELA 1
Características biométricas dos participantes do estudo e erro padrão da média (EPM) para valores de PAS, PAD e FC em repouso

(n = 11)	Idade (anos)	Peso (kg)	Estatura (m)	IMC (kg/m ²)	PAS (mmHg)	PAD (mmHg)	FC (bpm)
Média	56,8	71,7	1,64	26,5	120	72	70
EPM	± 2,6	± 2,6	± 0,0	± 0,3	± 3,4	2,3	± 1,8

IMC = Índice de massa corpórea; PAS = pressão arterial sistólica; PAD = pressão arterial diastólica; FC = frequência cardíaca. De 11 participantes, sete (n = 7) realizaram ambas as sessões de exercícios.

TABELA 2
Tipos de medicamentos que estavam sendo utilizados pelos participantes do estudo

Medicamento	EIC	EIV
Diuréticos	5*	3*
Bloqueadores de canal de cálcio (diidropiridinas)	-	1
Antagonistas do receptor angiotensina II	2	2
Inibidores da enzima conversora de angiotensina	4*	3*

* Participante que faz uso de dois tipos de medicamentos.

Procedimentos

Os participantes foram submetidos, em dias distintos, a três sessões de exercício em esteira ergométrica (*Moviment*[®]). Na primeira sessão foi realizado um teste ergométrico até exaustão e nas duas sessões subsequentes os voluntários foram submetidos a 45 min de exercício contínuo de intensidade constante (EIC) e variada (EIV), as quais foram realizadas em ordem randomizada, com intervalo de pelo menos 48 horas entre as sessões.

Teste ergométrico (TE)

Consistiu de um teste de cargas crescentes segundo protocolo proposto por Ellestad⁽¹⁷⁾, com velocidade inicial de 2,4km/h, inclinação de 10% e incrementos de 1,6km/h e 2% de inclinação a cada estágio de 3 min, sem pausa entre os estágios, até exaustão voluntária. A PA foi monitorada a cada 3 min durante o teste por meio de esfigmomanômetro de coluna de mercúrio (*Missouri*[®]) e estetoscópio (*Premium*[®]). Todos os participantes foram monitorados com eletrocardiograma, supervisionado por cardiologista. No dia anterior ao TE os participantes foram orientados a não realizar exercício

físico e a não suspender o medicamento de controle de pressão arterial no dia do TE. Além disso, era realizada uma refeição leve duas a três horas antes do TE e o consumo de substâncias estimulantes como café, chás e refrigerantes não foi permitido. Antes do início do TE os participantes foram orientados a interromper o esforço quando atingissem a exaustão voluntária, sendo utilizada a FC máxima (FCM) obtida durante o TE (momento de exaustão) para posterior definição das intensidades das sessões de exercícios. As intensidades de exercício foram definidas considerando-se a reserva de FC (RFC) como referência, conforme descrito por Karvonen *et al.*⁽¹⁸⁾. A RFC foi determinada subtraindo-se a FC de repouso da FC máxima obtida no TE e as intensidades alvo foram calculadas multiplicando-se a RFC pelo % de intensidade desejado, acrescido do valor de FC de repouso como segue:

$$FC \text{ alvo} = [RFC] * \text{intensidade alvo (\%)} [+ FC \text{ repouso}].$$

O TE também poderia ser interrompido caso o participante apresentasse anormalidades no registro eletrocardiográfico e/ou na resposta pressórica durante o exercício, a critério do cardiologista responsável.

Sessões de exercícios (EIC e EIV)

Após 10 min de repouso em posição sentada, os participantes iniciavam 5 min de aquecimento na esteira e a intensidade era ajustada para atingir a FC alvo (percentagem da RFC) determinada previamente para as sessões de exercício de intensidade constante (EIC) e exercício de intensidade variada (EIV).

Ambas as sessões consistiram de 45 min de exercício contínuo em esteira ergométrica, sendo uma sessão de exercício objetivando-se manter 60% da RFC (EIC), e uma sessão de exercício com variação de intensidades (EIV) objetivando-se alternar intensidades entre 50% e 80% da RFC, a cada fração de 2 e 1 minutos respectivamente, de modo que os períodos de exercício em intensidades mais elevadas pudessem ser bem tolerados pelos participantes, e com trabalho total e intensidade média não diferentes da sessão de EIC (tabela 3). Após o término de cada sessão de exercício os participantes permaneciam em recuperação pós-exercício, na posição sentada, durante 120 min.

TABELA 3
Volume médio (média ponderada) e erro padrão da média (\pm EPM) das sessões de exercício

	EIC	EIV
Intensidade média prevista (%RFC)	60%	60%* (50% e 80% - 2:1)
Intensidade média real (%RFC)	60,0 \pm 2,5%	62,1 \pm 3,1%** (55,9 \pm 2,6% e 74,5 \pm 4,0% - 2:1)
Características do exercício	Intensidade constante por 45 min	Intensidades variadas alternadas a cada 2 e 1 min (2:1)

* Média ponderada prevista para EIV: $(2 * 50 + 80)/3$ (50 e 80 são as intensidades relativas no EIV).

** Média ponderada real para EIV: $(2 * 55,9 + 74,5)/3$ (55,9 e 74,5 são as intensidades reais obtidas no EIV).

Variáveis mensuradas

A PAS, PAD, PAM e a FC (*Polar*®, Finlândia) foram aferidas a cada 5 min durante os 10 min de repouso antes do exercício, a cada 5 min durante o exercício (EIC e EIV), bem como aos 5, 10, 15, 30, 60, 90 e 120 min de recuperação pós-exercício.

Sobrecarga das sessões de exercícios

As sessões de exercícios resultaram em uma mesma sobrecarga total, uma vez que ambas tiveram o mesmo tempo de realização (45 min) e intensidade média (média ponderada) que não foi diferente entre EIV e EIC.

Tratamento estatístico

Os dados obtidos nos diferentes momentos da mesma sessão de exercício foram apresentados em média e erro padrão da média (EPM). ANOVA *one-way* para medidas repetidas e teste de Tukey como *post-hoc* foram empregados na comparação entre as variáveis estudadas nos períodos de repouso pré-exercício e recuperação pós-exercício. O teste *t* de Student pareado foi empregado na comparação de pontos correspondentes entre as sessões de exercícios, considerando-se neste caso os valores do delta de variação (PA rec - PA rep) em mmHg em cada momento. O *software* utilizado para os cálculos foi *Prism 3.0*. O nível de significância adotado foi de $p < 0,05$.

RESULTADOS

As tabelas 1 e 2 apresentam as características biométricas e o tipo de medicação anti-hipertensiva utilizada pelos participantes. Observa-se que os valores de PAS e PAD de repouso dos participantes apresentam-se dentro dos valores normais⁽¹⁾ (PAS de 120 \pm 3,4mmHg e PAD de 72 \pm 2,3mmHg) devido a HA dos participantes estar controlada por meio do uso de medicamentos anti-hipertensivos.

As intensidades médias, calculadas por meio das médias ponderadas dos valores de FC obtidos durante o exercício, nos minutos que deveriam corresponder a 50% e 80% da RFC para EIV e 60% da RFC para EIC, foram 62,1 \pm 3,1% da RFC para EIV e 60 \pm 2,5% da RFC para EIC sem diferenças estatísticas entre as sessões. Na sessão de EIV, apesar do objetivo inicial ter sido atingir 50% e 80% da RFC, as intensidades variaram entre 55,9 \pm 2,6% da RFC durante intervalos de 2 min e 74,5 \pm 4,0% da RFC durante intervalos de 1 min, ao longo dos 45 min de exercício (tabela 3).

Os comportamentos da PAS e PAD nas condições de repouso e recuperação pós-exercício nas sessões de EIV e EIC estão apresentados na figura 1, enquanto que a PAM e a FC estão na figura 2 e tabela 4, respectivamente.

Foi observada HPE de PAS em ambas as sessões de exercícios (EIC e EIV $p < 0,001$) em todos os momentos de recuperação quando comparados com os valores de repouso pré-exercício. Os menores valores de PAS foram observados entre o 5º min e o 60º min de recuperação pós-exercício. Em relação ao repouso, esses valores representam queda de até 18mmHg para EIV e 19mmHg para EIC. A comparação entre as sessões evidenciou valores de PAS semelhantes após EIC e EIV (figura 1). A PAD apresentou HPE após EIC aos 5, 10, 15 e 30 min de recuperação ($p < 0,05$),

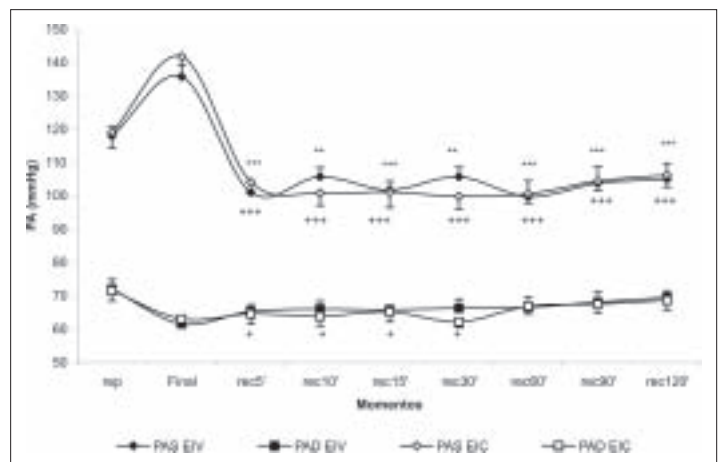


Figura 1 – Comportamento da pressão arterial sistólica (PAS) e diastólica (PAD), bem como EPM durante o repouso pré-exercício (rep), ao final do exercício (Final) e durante o período de recuperação pós-exercício após sessão de EIV e EIC

*** $p < 0,001$, ** $p < 0,01$ e * $p < 0,05$ em relação ao rep de EIV e +++ $p < 0,001$, ++ $p < 0,01$ e + $p < 0,05$ em relação ao rep de EIC

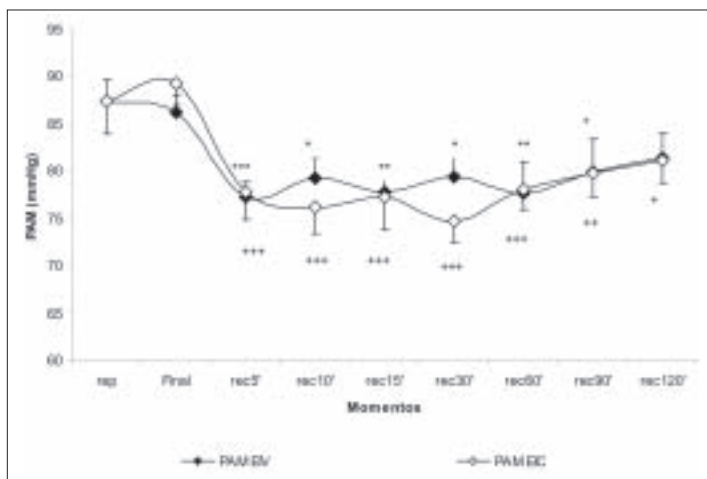


Figura 2 – Comportamento da pressão arterial média (PAM) e EPM durante o repouso pré-exercício (rep), final do exercício (Final) e durante o período de recuperação pós-exercício após sessão de EIV e EIC

*** p < 0,001, ** p < 0,01 e * p < 0,05 para EIV e +++ p < 0,001, ++ p < 0,01 e + p < 0,05 para EIC em relação ao rep

TABELA 4
Resultados médios (± erro padrão da média) da resposta da frequência cardíaca (bpm) durante o repouso pré-exercício (rep), final do exercício (Final) e durante período de recuperação pós-exercício após sessão de EIV e EIC

		Rep	Final	Rec5'	Rec10'	Rec15'	Rec30'	Rec60'	Rec90'	Rec120'
EIC	Média	70	126***	85***	80***	78*	74	71	66	65
	EPM	± 3,36	± 5,73	± 3,65	± 4,71	± 4,92	± 4,64	± 3,22	± 2,62	± 1,95
EIV	Média	70	142***	98***§§	91*§	88**§	86*	77*	75	71
	EPM	± 2,23	± 7,63	± 5,05	± 4,46	± 4,60	± 4,23	± 3,97	± 4,65	± 3,54

* p < 0,05; *** p < 0,001 em relação ao rep

§ p < 0,05; §§ p < 0,01 em relação a pontos correspondentes de ambas as sessões (EIC vs. EIV)

com diminuição de até 9mmHg aos 30 min de rec, não sendo observada HPE de PAD após sessão de EIV (figura 1). Foi observada HPE de PAM durante os 120 min de recuperação após EIC, e durante 90 min de recuperação (p < 0,05) após EIV. A maior queda de PAM (13mmHg) foi observada aos 30 min de rec após EIC, enquanto que as maiores quedas após EIV (10mmHg) foram observadas aos 5, 15 e 60 min de rec (figura 2). Os valores de FC permaneceram elevados durante a rec em relação ao repouso pré-exercício durante os primeiros 15 min de recuperação (p < 0,05) após EIC e nos primeiros 30 min de rec (p < 0,001) após EIV. As diferenças entre as sessões foram verificadas somente aos 5, 10 e 30 min de rec (p < 0,05), com valores de FC mais elevados após EIV (tabela 4).

DISCUSSÃO

O presente estudo comparou os efeitos hipotensores de EIC e EIV realizados por hipertensos sob uso de medicamentos anti-hipertensivos. Os principais resultados mostram que o EIV (2 min a 55,9 ± 2,6% da RFC e 1 min a 74,5 ± 4,0% da RFC alternados ao longo de 45 min) apresentou um efeito hipotensor de PAS semelhante ao EIC realizado a 60 ± 2,5% da RFC. Foi observado ainda efeito hipotensor na PAD somente após EIC, além de maior número de momentos (minutos da recuperação pós-exercício) de HPE de PAM após EIC.

Esses resultados contribuem para melhor compreensão do fenômeno da HPE, uma vez que foi demonstrado que exercícios contínuos, realizados tanto em intensidades constantes quanto em intensidades variadas, resultam em HPE em indivíduos hipertensos sob uso de medicamentos anti-hipertensivos. Dentre os

medicamentos utilizados, o bloqueador do canal de cálcio (dihidropiridínico) pode diminuir, elevar ou não ter efeito sobre a FC no rep e no exercício, diminuindo a PA; os diuréticos não exercem influência direta sobre a FC, diminuindo ou não tendo efeito sobre a PA (em exercício); os inibidores da conversão de angiotensina não influenciam diretamente a FC, podendo resultar em diminuição da PA⁽³⁾. Contudo, considerando que os participantes fizeram uso dos mesmos medicamentos em ambas as sessões, qualquer diferença observada entre as sessões não pode ser atribuída ao medicamento, mas sim como um efeito adicional decorrente da realização das sessões de exercício (EIC e EIV).

Os resultados observados neste estudo estão de acordo com pesquisas que verificaram o benefício do exercício agudo no controle da PA tanto em indivíduos normotensos⁽⁶⁻⁸⁾ como em hipertensos^(9,14,16,19-20). A resposta hipotensora de PAS observada após EIC e EIV está de acordo com outros estudos, os quais verificaram HPE semelhante tanto em normotensos⁽⁷⁾ quanto em hipertensos⁽¹⁴⁾ e que exercícios aeróbios realizados em diferentes intensidades (30%, 50% e 80% do $\dot{V}O_{2pico}$) resultam em HPE de mesma duração e magnitude^(6,8). No entanto, Ciolac *et al.*⁽¹⁶⁾ observaram maior efeito hipotensor durante 24h pós-exercício intervalado quando comparado com o exercício contínuo, divergindo de nossos resultados, apesar de o presente estudo ter investigado a HPE apenas durante duas horas de recuperação pós-exercício.

A ausência de HPE de PAD após EIV foi contrária aos resultados obtidos nos protocolos de pesquisa com exercício intervalado como evidenciado por Ciolac *et al.*⁽¹⁶⁾, mas estão em concordância com resultados de pesquisas que não obtiveram diferenças significantes entre intensidades de exercício e quedas na PAD, assim como queda significativa verificada somente aos 30 min pós-exercício de 45 min a 50% do $\dot{V}O_{2pico}$ em cicloergômetro, como evidenciado no estudo de MacDonald *et al.*⁽⁸⁾.

Como pode ser visto na figura 2, a PAM apresentou queda mais significativa após EIC; entretanto, não foram observadas diferenças significativas entre EIC e EIV, tendo resultados semelhantes aos de Forjaz *et al.*⁽⁶⁾ e MacDonald *et al.*⁽⁸⁾, que não constataram efeito da intensidade do exercício na HPE.

No entanto, outros estudos têm demonstrado que a HPE é dependente da intensidade em que o exercício é realizado. Willianson *et al.*⁽²¹⁾ evidenciaram efeito da intensidade comparando intensidades de exercício realizado em cicloergômetro (sessão a 60-70% vs. sessão a 20% da RFC) e observaram HPE apenas após sessão realizada a 60-70% da RFC, sugerindo que essa HPE estava associada a alterações de fluxo cerebral em áreas do córtex insular, o que está relacionado ao controle autônomo da função cardiovascular. Esses autores verificaram ainda que o exercício realizado a 20% da RFC não resultou em nenhuma alteração significativa da PA (sem HPE) ou alteração de fluxo em áreas do cérebro relacionadas ao controle cardiovascular. No presente estudo, apesar de terem resultado em HPE de PAS e PAM semelhantes, o exercício de maior intensidade (EIV) não apresentou HPE de PAD, contrariando-se aos resultados de Willianson *et al.*⁽²¹⁾ em relação ao efeito da intensidade sobre a HPE. No entanto, o estudo de Willianson *et al.*⁽²¹⁾ comparou intensidades muito diferentes e, como ambas as sessões de exercício do presente estudo foram realizadas dentro de um mesmo domínio de intensidade (provavelmente abaixo do limiar anaeróbio – Lan), não é possível concluir se EIV realizado em diferentes domínios de intensidade (alternando-se intensidades acima e abaixo do Lan ou entre 65 e 85% da RFC, por exemplo) pode potencializar a HPE em relação ao exercício de intensidade constante. Além disso, é possível ainda que nossos resultados não evidenciam efeito da intensidade na resposta entre as sessões devido ao reduzido tempo de exercício em intensidades que pudessem resultar em maior efeito hipotensor (1 min a ~75% da RFC), combinado com maior tempo (2 min) em intensidades menores (2 min a ~56% da RFC).

A FC mostrou comportamento semelhante em ambas as sessões de exercícios, apresentando-se mais elevada após EIV. Esse comportamento também foi demonstrado por McDonald *et al.*⁽⁸⁾, que investigaram a resposta da PA e da FC em normotensos, após exercício realizado em diferentes intensidades (50% ou 75% do $\dot{V}O_2$ pico), a FC apresentando-se mais elevada pós-exercício de maior intensidade, sendo a elevação mais significativa aos 15 min pós-exercício. Além disso, embora não tenhamos mensurado os níveis de catecolaminas pré-exercício, é possível que a FC mais elevada após EIV seja devida a maior liberação de catecolaminas durante as alternâncias de intensidades nesta sessão ($74,5 \pm 4,0\%$ e $55,9 \pm 2,6\%$ da RFC), enquanto que na sessão de EIC a intensidade permaneceu apenas em $60 \pm 2,5\%$ da RFC, sendo esse comportamento (FC elevada na rec) atribuído também a aumento reflexo da FC devido à queda da PA pós-exercício, na tentativa de manter o débito cardíaco durante a HPE, como proposto anteriormente por McDonald *et al.*⁽²²⁾.

CONCLUSÃO

Apesar de ter sido observada HPE de PAS e PAM em ambas as sessões, apenas o EIC resultou em HPE de PAD. No entanto, nenhuma diferença fora observada entre os tratamentos para os valores absolutos de PA durante o período de rec. Com isso, concluímos que as sessões de EIV e EIC resultam em HPE semelhantes e que o EIV, dentro das intensidades utilizadas no presente estudo, não potencializa o efeito hipotensor pós-exercício quando comparado com o EIC. Finalmente, estudos adicionais devem ser realizados empregando diferentes variações de intensidades e diferentes tempos de duração nas intensidades estudadas a fim de analisar e comparar seus efeitos hipotensores e suas aplicações clínicas na prevenção e tratamento não farmacológico da hipertensão arterial.

AGRADECIMENTOS

Ao cardiologista Dr. Manoel Leitão Neto, por ter realizado os testes ergométricos em sua clínica, na cidade de Mogi das Cruzes.

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.

REFERÊNCIAS

1. Chobanian AV, Bakris GL, Black HR, Cusham WC, Green LA, Izzo JL Jr, Jones DW, Materson BJ, Oparil S, Wright JT Jr., Rocella EJ. National High Blood Pressure Education Program Coordinating Committee. The seventh report of the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure: the JNC 7 report. *JAMA*. 2003;289:2560-72.
2. Fagard RH. Exercise characteristics and the blood pressure response to dynamic physical training. *Med Sci Sports Exerc*. 2001;33(6):484-92.
3. American College of Sports Medicine. Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição. 6ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.
4. Brooks GA, Fahey TD, White TP. Exercise Physiology – human bioenergetics and its applications. 3rd edition. Mountain View, California: Mayfield Publishing Company, 1999.
5. IV Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial, S. Paul, 2002.
6. Forjaz CLM, Matsudaira Y, Rodrigues FB, Nunes N, Negrão CE. Post-exercise changes in blood pressure, heart rate and rate pressure product at different exercise intensities in normotensives humans. *Braz J Med Biol Res*. 1998;(31)1247:255.
7. Forjaz CLM, Santaella DF, Rezende LO, Barreto ACP, Negrão CE. A duração do exercício determina a magnitude e a duração da hipotensão pós-exercício. *Arq Bras Cardiol*. 1998;70(2):1-6.
8. MacDonald J, MacDougall J, Hogben C. The effects of exercise intensity on post exercise hypotension. *J Hum Hypertens*. 1999;13(8):527-31.
9. Rondon MUPB. Comportamento imediato e prolongado da pressão arterial pós-exercício em idosos normotensos e hipertensos [Dissertação de Doutorado]. São Paulo: EEFÉ USP, 1999.
10. Bermudes AMLM, Vassallo DV, Vasquez EC, Lima EG. Ambulatory blood pressure monitoring in normotensive individuals undergoing two single exercise sessions. Resistive exercise training and aerobic exercise training. *Arq Bras Cardiol*. 2003;82(1):65-71.
11. Kelley G, McClellan P. Antihypertensive effects of aerobic exercise: a brief meta-analytic review of randomized controlled trials. *Am J Hypertens*. 1994;7:115-9.
12. Welton SP, Chin A, Xin X, He J. Effect of aerobic exercise on blood pressure: a meta-analysis of randomized, controlled trials. *Ann Intern Med*. 2002;136:493-503.
13. Arrol B, Beaglehole R. Does physical activity lower blood pressure: a critical review of the clinical trials. *J Clin Epidemiol*. 1992;45:439-47.
14. Rebelo FPV, Benetti M, Lemos LS, Carvalho T. Efeito agudo do exercício físico aeróbio sobre a pressão arterial de hipertensos controlados submetidos a diferentes volumes de treinamento. *Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde*. 2001;(6):28-37.
15. Negrão CE, Rondon MUPB. Exercício físico, hipertensão e controle barorreflexo da pressão arterial. *Rev Bras Hipertens*. 2001;8(1):89-95.
16. Ciolac EG, Davilla VM, Morgado C, Doria E, Berlink M, Lotufo P, et al. Efeito do treinamento físico intervalado e contínuo na pressão arterial 24 horas, compliance arterial e qualidade de vida em pacientes com hipertensão arterial: resultados preliminares. *Revista da Sociedade de Cardiologia do Estado de São Paulo. Suplemento Especial*; 14(2) Março/Abril, 143.
17. Ellestad MH, Allen W, Wan MCK, Kemp GL. Maximal treadmill stress testing for cardiovascular evaluation. *Circulation*. 1969;39:517.
18. Karvonen MJ, Kentala E, Mustala O. The effects of training on heart rate: a longitudinal study. *Ann Med Exp Biol Fenn*. 1957;35:307-15.
19. Halliwill JR. Mechanisms and clinical implications of postexercise hypotension in humans. *Exerc Sport Sci Rev*. 2001;65-9.
20. Rondon MUPB, Alves MJNN, Braga AMFW, Teixeira OTUN, Barreto ACP, Kreiger EM, et al. Postexercise blood pressure reduction in elderly hypertensive patients. *J Am Coll Cardiol*. 2002;39(4):676-82.
21. Willianson JW, McColl R, Mathews D. Changes in regional cerebral blood flow distribution during postexercise hypotension in humans. *J Appl Physiol*. 2004; 96:719-24.
22. MacDonald JR, Hogben CD, Tarnopolsky MA, MacDougall JD. Post exercise hypotension is sustained during subsequent bouts of mild exercise and simulated activities of daily living. *J Hum Hypertens*. 2001;15:567-71.