

Efeitos da alternância entre exercícios aeróbicos e resistência exercício em diferentes sessões de exercício concorrente em respostas pressão arterial de atletas: um estudo randomizado

CDD. 20.ed. 796.022
796.073

<http://dx.doi.org/10.1590/1807-55092016000200235>

Rafaello Pinheiro MAZZOCCANTE*
Ioranny Raquel Castro de SOUSA*
Raiane Maiara dos Santos PEREIRA*
Thiago Felipe de Lima SOUZA*
José Fernando Vila Nova de MORAES**
Carmen Silvia Grubert CAMPBELL**

*Universidade Católica de Brasília, Brasília, DF, Brasil.

**Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina PE, Brasil.

Resumo

O exercício aeróbico (AE) e exercícios resistidos (ER) têm demonstrado benefícios na prevenção e/ou controle da pressão arterial (PA), embora as influências destes dois modelos de exercícios (exercício concorrente) em uma única sessão sobre a PA ainda são desconhecidos. Desta forma, o objetivo do presente estudo foi verificar os efeitos da alternância entre EA e ER em diferentes sessões de exercícios concorrente sobre as respostas da PA. Participaram do estudo 10 jovens atletas do sexo masculino ($22,6 \pm 3,78$ anos, $70,3 \pm 5,89$ kg, $175,96 \pm 5,83$ centímetros, $6,8 \pm 2,38$ % de gordura corporal). Os testes consistiram de quatro protocolos randomizados, sendo a sessão AR composta por EA seguido do ER, a sessão RA por ER seguido do EA (AR), a sessão circuito (CC) (ER e EA alternando de forma intermitente) e a sessão de controle (CO) (sem exercício). EA foi realizado em uma esteira a 90% do lactato mínimo indireto e o ER foi realizado em forma de circuito a 90% de 12 RM, alternado por segmento em seis exercícios. A PA foi mensurada em todos os protocolos, durante o momento repouso e no período de recuperação pós-exercício (REP). Observou-se uma redução da pressão arterial sistólica (PAS) aos 45 e 60 minutos de recuperação do protocolo RA em relação aos valores pré-exercício. A PA diastólica e média não apresentaram diferenças significativas. A sessão RA foi mais eficaz em demonstrar respostas hipotensoras em relação aos outros protocolos experimentais.

PALAVRAS-CHAVE: Pressão arterial; Hipotensão pós-exercício; Exercício simultâneo; Prescrição de exercícios; Saúde.

Introdução

Estudos clínicos e epidemiológicos têm mostrado os benefícios do exercício físico (EF) para o sistema cardiovascular e a saúde em geral¹⁻⁴. Esse efeito cardiovascular benéfico está relacionado à redução da pressão arterial (PA), ao término da sessão de exercícios, para valores menores do que os de repouso. Esse fenômeno é conhecido como hipotensão pós-exercício (HPE)⁵⁻⁷, o qual pode ajudar no controle e manutenção da PA dentro de valores normais⁸⁻¹⁰.

É sabido que comportamentos sedentários, entre outros fatores, estão relacionados ao desenvolvimento de hipertensão arterial. No Brasil, por exemplo, apenas 33,8% dos adultos jovens são fisicamente

ativos e aproximadamente 24,1% dessa população já apresenta hipertensão arterial¹¹.

Nesse cenário, o exercício físico aparece como uma alternativa para a prevenção do desenvolvimento de doenças cardiovasculares, sendo considerado uma intervenção não-farmacológica de baixo custo¹² que pode ser realizada por indivíduos em qualquer faixa etária¹³.

Diversos autores relataram a ocorrência de HPE após uma sessão de exercício aeróbico (EA) e resistido (ER)⁸⁻¹⁰. No entanto, existem mais evidências de HPE após o EA em comparação ao ER, já que o EA promove uma HPE de maior magnitude e duração¹⁴. Mesmo assim, ainda há pouca evidência do efeito da

combinação de EA e ER na pressão arterial, sendo tal combinação denominada exercício concorrente (EC)¹⁴.

Recentemente, alguns autores têm referido que o EC promove HPE¹⁴⁻¹⁶. Entretanto, existe uma lacuna na literatura em se tratando da ordem de execução em que a redução da PA é mais acentuada.

Método

Amostra

Dez adultos jovens do sexo masculino ($22,6 \pm 3,78$ anos; $70,3 \pm 5,89$ kg; $175,96 \pm 5,83$ cm; $6,8 \pm 2,38$ %gordura corporal), atletas de jiu-jitsu com resultados regionais e Pan-americanos, que treinavam pelo menos três vezes por semana, participaram do estudo. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Católica de Brasília (protocolo n. 126/2010).

Procedimentos gerais

Antes das sessões experimentais, todos os voluntários foram submetidos a um eletrocardiograma, a mensuração da PA para verificar se estavam aptos a participar do estudo. Os exames foram realizados por um cardiologista no Laboratório de Avaliação Física e Treinamento da Universidade Católica de Brasília.

Os critérios de exclusão adotados foram: qualquer problema cardiovascular que comprometesse a realização das sessões experimentais; qualquer tipo de lesão óssea ou muscular; e presença de hipertensão arterial (pressão arterial sistólica acima de 140 mmHg e pressão arterial diastólica acima de 90 mmHg), doença cardíaca ou outro acometimento cardiovascular.

Após liberação médica, cada voluntário visitou o laboratório sete vezes, em dias alternados com intervalo mínimo de 48 h, para realizar os testes e as sessões experimentais.

Visitas

Cada participante realizou um total de sete visitas, em dias separados, ao Laboratório de Fisiologia e Exercício de Força, conforme segue: 1ª visita - medidas antropométricas¹⁷ e familiarização aos equipamentos para exercícios resistidos e ao protocolo de 12 repetições máximas (RMs); 2ª visita - avaliação da aptidão física aeróbia; 3ª visita - teste de 12 RMs; 4ª, 5ª, 6ª e 7ª visitas - sessões experimentais em que se realizaram EA e ER em diferentes ordens na

Tais achados seriam de extrema importância para profissionais de saúde que prescrevem exercícios a pessoas com hipertensão. Portanto, o objetivo do presente estudo foi verificar se a resposta de pressão arterial pós-exercício depende da ordem de execução dos exercícios.

mesma sessão. Os voluntários foram instruídos a não alterarem seus hábitos alimentares a evitar exercícios físicos (EF) e nas 24 h que antecederam as sessões.

Testes de predição do lactato mínimo e consumo máximo de oxigênio

Nesses testes, os voluntários correram uma distância de 1600 m no menor tempo possível em uma pista de atletismo de 400 m. A velocidade média nos 1600 m ($mV1600$) obtida no teste foi aplicada em uma equação preditiva do VO_{2max} ($VO_{2max} (mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}) = [0,177 * Vm1.600(m \cdot min^{-1})] + 8,101$) e lactato mínimo [$LAC = (0,7507 * 1600mV) + 21,575$], propostas por ALMEIDA et al.¹⁸ e SOTERO et al.¹⁹, respectivamente. Os resultados desses testes foram usados para determinar indiretamente a intensidade do exercício aeróbio.

Monitoramento da pressão arterial

A pressão arterial foi mensurada com um equipamento oscilométrico digital (Microlife BP3A1C) antes, durante e após as sessões experimentais. Inicialmente, os voluntários permaneceram sentados em repouso por 15 min. As medidas de pressão arterial foram realizadas nos 5º, 10º e 15º minutos de repouso, sendo considerado o valor médio como a pressão arterial de repouso. Valores de pressão arterial e frequência cardíaca foram medidos ao final de cada tipo de exercício (EA e ER). Imediatamente após as sessões experimentais, medições de pressão arterial foram realizadas a cada 15 min por 60 minutos durante a recuperação pós-exercício. Todas as sessões experimentais seguiram o mesmo protocolo de medição da pressão arterial.

Percepção subjetiva de esforço

Foram utilizadas duas escalas distintas para medir essa variável. A primeira, para o EA, foi a escala de Borg variando de 6 a 20²⁰. Para o ER, a escala OM-NI-RES com intervalo de 0 a 10 foi utilizada²¹⁻²².

Teste de 12 RM

Antes do teste de 12 RM, os voluntários realizaram uma sessão de familiarização com os equipamentos utilizados no estudo. Após um intervalo de 48 h, os voluntários foram submetidos ao teste de 12 RM nos seguintes equipamentos: extensão de joelhos, supino sentado, leg-press, puxada alta, flexão de joelhos e remada sentada, usando o peso mínimo disponível. Cada voluntário teve quatro tentativas para atingir a carga máxima para cada exercício com intervalo de 3 a 5 min de descanso entre cada tentativa.

Sessões experimentais

Todos os voluntários realizaram quatro sessões experimentais em ordem aleatória com intervalo mínimo de dois dias entre elas, em uma sala com temperatura controlada entre 20-24 °C, sempre ao mesmo período do dia (entre 15 h e 16:45 h), como segue:

- Sessão Aeróbio + Resistência (AR): EA foi executado anteriormente ao ER;

- Sessão Resistência + Aeróbio (RA): ER foi executado anteriormente ao EA;

- Sessão circuito concorrente (CC): EA e ER foram executados alternadamente durante toda a sessão, começando com EA. Essa sessão consistiu em cinco voltas. Cada volta do EA durou 3 min, e o ER na 1ª e 3ª voltas consistiram de duas séries de dois exercícios; a 2ª volta consistiu em uma série de quatro exercícios, e a 5ª volta consistiu em uma série de dois exercícios. Essa sessão teve o mesmo volume de trabalho que as demais sessões, mas com exercícios realizados em ordens diferentes;

- Sessão Controle (CO): Essa sessão teve a mesma duração das outras sessões, contudo, nos momentos

em que os participantes realizariam o exercício físico eles permaneceram na posição sentada em repouso.

Exercício de resistência a 90% de 12 RM

O exercício de resistência foi realizado alternando por movimentos para membros superiores e inferiores a uma intensidade correspondente a 90% de 12 RM. No total, foi realizado três séries de cada exercício na forma do método de treinamento em circuito, portanto, cada volta do circuito foi equivalente a realizar uma série nos seis exercícios previamente descritos. Cada repetição durou cerca de 2 s (fases concêntrica e excêntrica). A duração total aproximada do exercício de resistido foi 14 min e 24 s.

Exercício aeróbio

O exercício aeróbio foi realizado em esteira motorizada (Movement®) a uma intensidade constante de 90% do lactato mínimo indireto, por 15 minutos.

Análises estatísticas

Os valores estão apresentados como média e desvio padrão. Os valores de percepção subjetiva de esforço, frequência cardíaca, velocidade (aeróbia), repetições (resistência) e pressão arterial durante o período pós-exercício foram analisados por meio de ANOVA de medidas repetidas (quatro sessões x cinco momentos de recuperação) seguida pelo teste “post hoc” de Bonferroni. O nível de significância adotado foi de $p \leq 0,05$ e o software utilizado foi o Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) v.20.0.

Resultados

As características principais dos voluntários, os valores de VO_{2max} indireto e lactato mínimo, que foram usados para determinar a intensidade do exercício aeróbio, estão apresentados na TABELA 1.

Os valores referentes à intensidade dos protocolos experimentais, tais como: frequência cardíaca, percepção subjetiva de esforço, velocidade de corrida no EA, número de repetições no ER e pressão arterial durante e imediatamente após exercício estão exibidos na TABELA 2. Nesse cenário, valores significativamente maiores de percepção de esforço foram encontrados durante o EA na sessão RA e

CC. Por outro lado, a percepção de esforço durante as sessões ER foi significativamente menor na sessão RA em comparação a sessão AR.

Em relação aos valores de pressão arterial medidos durante e imediatamente após os exercícios, a pressão arterial sistólica aumentou significativamente após o término do primeiro exercício em todas as sessões (AR, RA e CC) quando comparadas à sessão controle. A pressão diastólica apresentou um aumento, apenas após o término do primeiro exercício na sessão AR em comparação à sessão controle. A pressão arterial média aumentou significativamente

ao final do primeiro exercício nas sessões AR e RA em comparação à sessão controle. Além disso, a pressão arterial média na sessão AR apresentou valores menores quando mensurada imediatamente após o segundo exercício em comparação ao primeiro

Os valores de pressão arterial antes do exercício e durante o período de recuperação pós-exercício

estão apresentados na TABELA 3. No 45º minuto da recuperação nas sessões AR e RA, a pressão arterial sistólica foi significativamente menor em relação ao repouso. Os valores médios de uma hora da pressão arterial sistólica também foram menores em relação aos valores de repouso em AR ($p < 0,01$), RA ($p < 0,02$) e CC ($p < 0,02$), demonstrando a ocorrência de HPE.

TABELA 1 -Características principais da amostra.

VO_{2max}: consumo máximo de oxigênio indireto. Valores expressos em média e desvio padrão (DP).

Variáveis	Média e DP
Idade	22,60 ± 3,78
Massa corporal (kg)	70,30 ± 5,89
Estatura (cm)	175,00 ± 5,83
Índice de Massa Corporal (kg/m ²)	22,64 ± 1,37
Percentual de gordura corporal	6,80 ± 2,38
VO _{2max} indireto	50,23 ± 4,35
Lactato Mínimo indireto	12,30 ± 1,48

TABELA 2 -Valores de pressão arterial e intensidade durante o exercício.

PSE: percepção subjetiva de esforço; FC: frequência cardíaca; Após Ex1: imediatamente após o primeiro exercício da sessão; Após Ex2: imediatamente após o segundo exercício da sessão; AR: sessão de exercício aeróbio- resistido; RA: sessão de exercício resistido-aeróbio; CC: sessão circuito concorrente; CO: sessão controle; * $p < 0,05$ para AR; ** $p < 0,01$ para RA; # $p < 0,05$ para CO; ω : $p < 0,01$ para CO; α : $p < 0,05$ para após Ex1 na mesma sessão.

Protocolos		AR	RA	CC	CO
Exercício Aeróbio	PSE	11,1 ± 2,00**	14,26 ± 2,66	11,12 ± 1,63**	-
	FC (bpm)	171,37 ± 10,00	179,18 ± 8,77	175,84 ± 8,86	-
	Velocidade	11,59 ± 1,38	11,05 ± 1,51	11,45 ± 1,42	-
Exercício Resistido	PSE	7,37 ± 1,29	6,40 ± 1,39*	5,10 ± 1,85	-
	Repetições	11,59 ± 0,65	11,92 ± 0,24	12,00 ± 0,00	-
Pressão arterial sistólica	Após Ex1	153,0 ± 21,1#	154,8 ± 13,2 ω	145,9 ± 11,5 ω	118,9 ± 7,1
	Após Ex2	128,0 ± 12,8	144,1 ± 25,8	138,0 ± 19,6	116,6 ± 8,2
Pressão arterial diastólica	Após Ex1	80,3 ± 13,0	83,7 ± 11,0	77,3 ± 16,8	70,6 ± 13,1
	Após Ex2	74,9 ± 9,7	74,7 ± 18,0	77,9 ± 14,2	67,3 ± 8,3
Pressão arterial média	Após Ex1	104,7 ± 7,7 ω	101,8 ± 20,0 ω	100,1 ± 12,0	86,7 ± 9,2
	Após Ex2	92,8 ± 9,65 α	92,9 ± 24,0	98,0 ± 12,0	83,7 ± 7,0

TABELA 3 - Valores de pressão arterial antes e durante o período de recuperação pós-exercício.

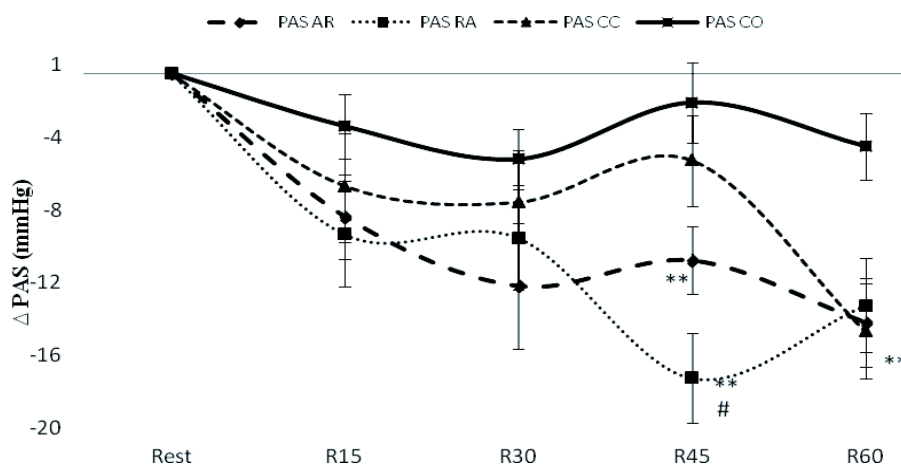
	Protocolos	Repouso	R15	R30	R45	R60	Média 1h
Pressão arterial sistólica	AR	122,0 ± 4,0	113,7 ± 7,9	109,9 ± 10,0	111,3 ± 6,2*	107,9 ± 8,5	111,0 ± 6,0**
	RA	122,0 ± 4,1	113,4 ± 11,0	113,2 ± 10,2	105,5 ± 9,4*	109,5 ± 9,8	110,0 ± 9,0**
	CT	119,0 ± 5,4	113,0 ± 10,4	112,1 ± 6,45	114,4 ± 12,0	105,0 ± 7,0	111,0 ± 7,0**
	CO	117,0 ± 4,7	114,3 ± 8,2	112,5 ± 7,5	115,6 ± 9,6	113,2 ± 5,0	114,0 ± 7,0
Pressão arterial diastólica	AR	68,85 ± 7,7	69,1 ± 7,8	67,7 ± 5,0	65,2 ± 4,8	64,0 ± 8,5	66,5 ± 4,1
	RA	69,5 ± 4,3	68,8 ± 9,5	66,1 ± 10,3	70,1 ± 9,1	67,4 ± 7,1	68,1 ± 8,3
	CT	68,0 ± 5,3	61,6 ± 8,0	63,9 ± 10,0	65,6 ± 10,0	62,8 ± 13,0	63,4 ± 9,4
	CO	67,9 ± 8,0	70,1 ± 10,9	68,4 ± 7,7	64,9 ± 7,6	69,7 ± 8,7	68,3 ± 7,6
Pressão arterial média	AR	85,7 ± 7,5	83,9 ± 6,4	81,7 ± 5,5	80,2 ± 6,2	78,6 ± 7,2	81,1 ± 4,7
	RA	86,3 ± 5,5	83,6 ± 9,6	81,8 ± 9,5	81,9 ± 8,2	81,4 ± 6,8	82,2 ± 8,0
	CT	84,3 ± 5,1	78,7 ± 7,4	79,8 ± 7,9	81,8 ± 9,3	77,2 ± 11,5	79,4 ± 8,0
	CO	83,3 ± 8,4	84,8 ± 8,8	83,1 ± 6,9	81,8 ± 7,4	84,2 ± 6,7	83,5 ± 6,6

AR: sessão de exercício aeróbio-resistência;
 RA: sessão de exercício de resistência-aeróbio;
 CC: sessão de treinamento em circuito;
 CO: sessão controle;
 *p < 0,05 para repouso na mesma sessão;
 **p < 0,02 para repouso na mesma sessão.

A FIGURA 1 apresenta as variações na pressão arterial sistólica entre o repouso e os períodos de recuperação pós-exercício em todas as sessões experimentais. HPE foi observada no 45º minuto da recuperação em AR e RA (p < 0,001), e no 60º minuto em CC (p < 0,009) e uma tendência a HPE em AR (p < 0,062). Na comparação entre as sessões, RA resultou em pressão arterial

sistólica significamente menor no 45º minuto da recuperação quando comparada ao CC (p < 0,006) e à sessão controle (p < 0,008).

As FIGURAS 2 e 3 mostram as variações da pressão arterial diastólica e média, respectivamente, entre o repouso e os períodos de recuperação pós-exercício. Não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes entre os momentos e sessões.



***p < 0,05 para o repouso na mesma sessão;
 #p < 0,05 para o mesmo momento em CO e CC.

FIGURA 1 -Variações da pressão arterial sistólica (PAS) entre o repouso e os períodos de recuperação pós-exercício.

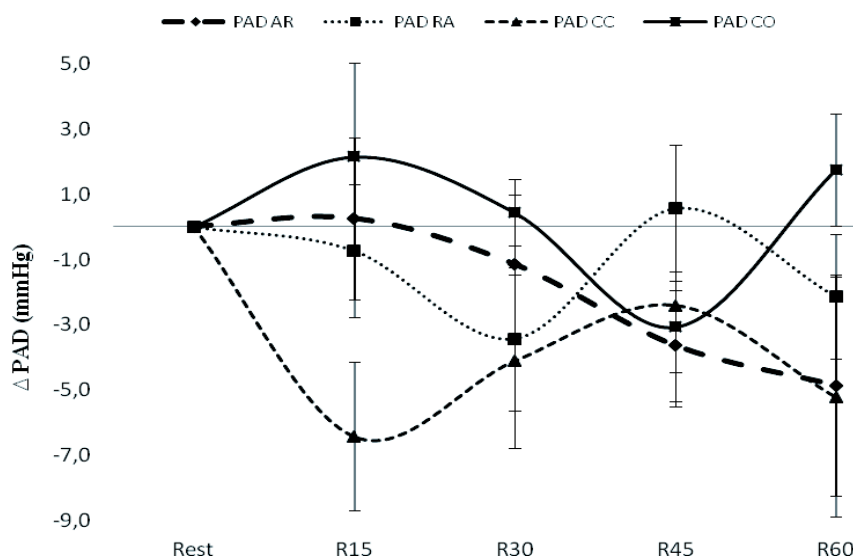


FIGURA 2 - Variações da pressão arterial diastólica (PAD) entre o repouso e os períodos de recuperação pós-exercício.

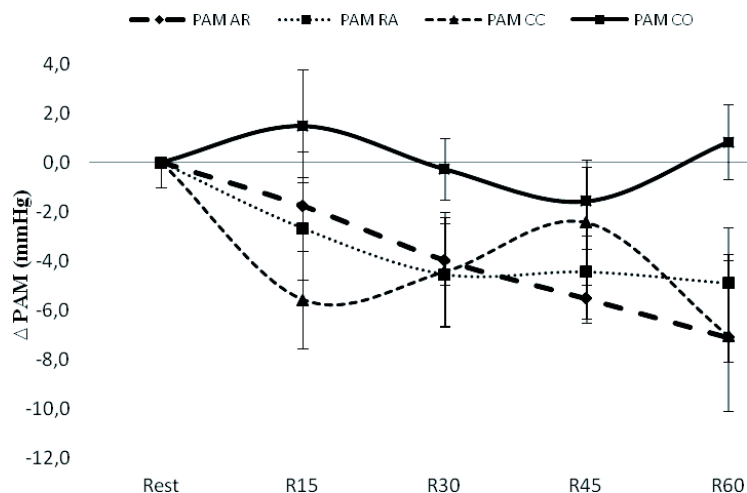


FIGURA 3 - Variações da pressão arterial diastólica (PAM) entre o repouso e os períodos de recuperação pós-exercício.

Discussão

O objetivo principal do presente estudo foi verificar se existe uma ordem de execução de exercícios que promove uma maior HPE. Nesse cenário, os resultados sugerem que a sessão RA promoveu uma queda mais acentuada da pressão arterial em relação aos demais protocolos.

Em relação aos valores de pressão arterial sistólica, é possível observar que ambas as sessões AR e RA foram efetivas em promover HPE. Entretanto, ao analisar

os valores médios de uma hora, todos os protocolos de exercício reduziram significativamente a pressão arterial sistólica em comparação aos valores de repouso. Ainda assim, apenas a sessão RA promoveu uma redução significativa da variação da pressão arterial sistólica quando comparada à sessão controle (no 45º minuto do período de recuperação pós-exercício).

Não foram verificadas quedas significantes na pressão arterial diastólica em comparação aos valores de repouso

nas diferentes sessões. No entanto, reduções de 5,0 mmHg (AR e CC) e 2 mmHg (RA) foram observadas no 60º minuto do período de recuperação pós-exercício, ao passo que houve um aumento de 2 mmHg na sessão controle. Esses resultados são importantes observando que a literatura estabelece uma redução de 2 mmHg na pressão arterial diastólica, mostra-se interessante em reduzir a incidência de acidentes vasculares e doença cardíaca na população geral²³.

Outros autores relataram HPE no exercício concorrente quando o EA é executado antes do ER. RUIZ et al.¹⁶ observaram HPE em indivíduos normotensos do 15º ao 60º minutos da recuperação pós-exercício. Contudo, nenhuma diferença significativa foi encontrada na pressão arterial diastólica. Isso está parcialmente de acordo com os achados do presente estudo, em que HPE foi apenas verificada no 45º minuto e na média dos valores de pressão arterial durante a uma hora após a sessão AR.

SHAW et al.¹¹ estudaram os efeitos crônicos do exercício concorrente e EA nos fatores de risco associados ao desenvolvimento de doenças cardíacas e observaram que o exercício concorrente foi tão eficiente quanto o exercício aeróbio em promover a redução desses fatores de risco.

A literatura também tem relatado a ocorrência de HPE após o exercício concorrente quando o ER é realizado antes do EA. KEESE et al.¹⁴ observaram HPE em adultos jovens, com decréscimo da pressão arterial sistólica sendo relatada por até duas horas após o exercício e uma redução da pressão arterial diastólica sendo relatada por 50 min após a conclusão da sessão de exercício.

Em outro estudo, KEESE et al.¹⁵ verificaram HPE em três diferentes sessões de exercício concorrente (ER antes do EA), com diferentes intensidades de EA (50%, 65% e 80% do $VO_{2\text{pico}}$) e encontraram uma redução significativa na pressão arterial sistólica em todas as três sessões. Entretanto, os autores afirmam que quanto maior a intensidade da sessão, mais prolongado é o efeito de HPE. O presente estudo também verificou HPE, no entanto, esse efeito foi apenas observado no 45º minutos da recuperação pós-exercício, e na média da uma hora após recuperação ($p < 0,02$).

SANTIAGO et al.²⁴ encontraram resultados diferentes dos apresentados neste estudo. Eles realizaram dois modelos diferentes de EC em 15 adultos jovens (homens e mulheres), sendo: 1) EA (80% da frequência cardíaca de reserva) seguido por ER (três séries de oito repetições a 75% de 1 RM); e 2) ER seguido por EA usando as mesmas intensidades. Os autores relataram HPE para a PAS em EA+ER no 30º e 60º minutos da recuperação

pós-exercício, e em ER+EA apenas no 60º minuto. Ao comparar os dois modelos, EA+ER apresentou valores de PAS e PAD significativamente menores nos 15º, 45º e 60º minutos após o exercício.

Os mecanismos por trás da HPE no exercício concorrente ainda são desconhecidos e ao se trata de diferentes ordens de exercício concorrente esta lacuna torna-se maior. Mesmo assim, algumas inferências podem ser feitas sobre o tópico. De acordo com TEIXEIRA et al.²⁵ as quedas de pressão arterial após o exercício têm sido atribuídas à diminuição do volume de ejeção, levando a uma diminuição do débito cardíaco que não é compensado por qualquer aumento da resistências vascular sistêmica.

Adicionalmente, HALLIWILL et al.²⁶ afirmam que a HPE é mediada pela inibição de neuroceptores Neurokinin-1 (NK-1), os quais agem na regulação da atividade simpática, na ativação da histamina e nos receptores H1 e H2, que estão associados à maior expressão e manutenção da vasodilatação endotelial. A ativação da histamina é mediada por mastócitos, evidenciando, que a liberação de histamina é associada ao fluxo sanguíneo e com a massa muscular envolvida no exercício.

Também tem sido dito que executar ER antes do EA pode resultar no aumento da pós-carga no ventrículo esquerdo²⁷⁻²⁸, levando ao aumento abrupto do fluxo sanguíneo e assim um maior estresse de cisalhamento no endotélio^{11,29}. Isso pode induzir uma maior dilatação dos vasos, uma vez que diversos grupos musculares estão sendo utilizados no exercício. Ademais, realizar EA depois pode promover a manutenção do fluxo sanguíneo (devido ao débito cardíaco constante), reduzir a resistência vascular periférica (especialmente nos membros inferiores), restabelecer o calibre vascular e reduzir o fluxo relativo aos membros superiores³⁰.

Os achados do presente estudo não permitem a formulação de mecanismos hipotensos que expliquem nossos resultados. Contudo, diversos estudos têm relatado HPE após uma única sessão de exercício e, ao nosso conhecimento, esta é a primeira investigação a abordar o exercício concorrente como feito neste estudo. Ainda assim, algumas limitações podem ser destacadas, tais como: o baixo número de voluntários e o fato dos mesmos serem atletas. Ainda, o fato dos indivíduos terem a mesma rotina de treino reduz as chances de variações drásticas nos resultados das sessões experimentais.

Concluindo, os resultados do presente estudo sugerem que o exercício concorrente é capaz de promover HPE e que realizar ER antes do EA parece potencializar esse efeito. Novos estudos

são necessários para esclarecer os mecanismos que governam a HPE, especialmente em indivíduos hipertensos, pois HPE de maior magnitude é observada nessa população^{6,31}.

Abstract

Effects of the alternance between aerobic and resistance exercise in different concurrent exercise sessions on blood pressure responses of healthy adults: a controlled and randomized study

Aerobic exercise (AE) and resistance exercise (RE) have shown benefits in preventing and / or controlling blood pressure (BP), although the influences of these two models (concurrent exercise) in a single session of exercise on BP are still unknown to the individual. Therefore, the aim of the present study was to verify the effects of the alternating between AE and RE in different concurrent exercise sessions on BP responses. In order to do so, ten young male athletes (22.6 ± 3.78 years, 70.3 ± 5.89 kg, 175.96 ± 5.83 cm, 6.8 ± 2.38 % body fat) participated in the study. The tests consisted of four randomized protocols, the sessions consisted of AE followed by RE (AR), RE followed by AE (RA), circuit (CC) (ER and EA alternating intermittently) and control session (CO) (without exercise). AE was performed on a treadmill at 90% of indirect minimum lactate and RE was performed on a circuit at 90% of 12 RM, alternating muscle segments in six exercises. BP was measured in all protocols and post-exercise recovery period (PERP) every 15 minutes during one hour. Results showed a significant decrease in systolic blood pressure (SBP) at the 45th minute of recovery (R45) and one-hour mean values of the PERP in the RA protocol when compared to its value at rest. Diastolic and mean BP showed no significant differences. Thus, the RA session promoted a more accentuated decrease in SBP when compared to the other sessions.

KEY WORDS: Blood pressure; Post-exercise hypotension; Concurrent exercise; Exercise prescription; Health.

Referências

1. Queiroz ACC, Kanegusuku H, Forjaz CLM. Efeitos do treinamento resistido sobre a pressão arterial de idosos. *Arq Bras Cardiol.* 2010;95:135-40.
2. Medina FL, Lobo FS, Souza DR, Kanegusuku, H, Forjaz, CLM. Atividade física: impacto sobre a pressão arterial. *Rev Bras Hipertens.* 2010;17:103-6.
3. Silva JL, Maranhão RC, Vinagre RGCM. Efeitos do treinamento resistido na lipoproteína de baixa densidade. *Rev Bras Med Esporte.* 2010;16:71-7.
4. Santos LMR, Simão R. Comportamento da pressão arterial após uma sessão de exercício resistido. *Fit Perform J.* 2005;4:227-31.
5. Forjaz CLM, Rezk CC, Melo CMM, et al. Exercício resistido para o paciente hipertenso: indicação ou contra-indicação. *Rev Bras Hipertens.* 2003;10:119-24.
6. MacDonald JR. Potential causes, mechanisms, and implications of post exercise hypotension. *J Hum Hypertens.* 2002;16:225-36.
7. Lizardo JH, Simões HG. Efeito de diferentes sessões de exercícios resistidos sobre a hipotensão pós-exercício. *Rev Bras Fisiot.* 2005;9:249-55.
8. Siqueira FPC, Veiga EV. Hipertensão arterial e fatores de risco. *Enferm Brasil.* 2004;3:101-6.
9. Polito MD, Farinatti PTV. Comportamento da pressão arterial após exercícios contra-resistência: uma revisão sistemática sobre variáveis determinantes e possíveis mecanismos. *Rev Bras Med Esporte.* 2006;12:386-92.
10. Farinatti PTV, Oliveira RB, Pinto VLM, Monteiro WD, Francischetti E. Programa domiciliar de exercícios: efeitos de curto prazo sobre a aptidão física e pressão arterial de indivíduos hipertensos. *Arq Bras Cardiol.* 2005;84:473-9.
11. Shaw I, Shaw BS, Brown GA, Cilliers JF. Concurrent resistance and aerobic training as protection against heart disease. *Cardiovasc J Afr.* 2010;21:196-9.
12. Abad CCC, Silva RS, Mostarda C, Silva ICM, Irigoyen MC. Efeito do exercício aeróbico e resistido no controle autonômico e nas variáveis hemodinâmicas de jovens saudáveis. *Rev Bras Educ Fís Esporte.* 2010;24:535-44.
13. Tsioufis C, Kyvelou S, Tsiachris D, et al. Relation between physical activity and blood pressure levels in young Greek adolescents: the Leontio Lyceum study. *Eur J Public Health.* 2010;21:63-8.

14. Keese F, Farinatti P, Pescatello L, Monteiro W. A comparison of the immediate effects of resistance, aerobic, and concurrent exercise on postexercise hypotension. *J Strength Cond Res.* 2011;25:1429-36.
15. Keese F, Farinatti P, Pescatello L, Cunha FA, Monteiro WD. Aerobic exercise intensity influences hypotension following concurrent exercise sessions. *Int J Sports Med.* 2012;33:148-53.
16. Ruiz RJ, Simão R, Saccomani MG, et al. Isolated and combined effects of aerobic and strength exercise on post-exercise blood pressure and cardiac vagal reactivation in normotensive men. *J Strength Cond Res.* 2011;25:640-5.
17. Jackson AS, Pollock ML. Generalized equations for predicting body density of men. *Br J Nutr.* 1978;40:497-504.
18. Almeida JA, Pardono, E, Sotero RC, Magalhães G, Campbell CSG; Simões HG. Validade de equação de predição em estimar o VO_{2max} de brasileiros jovens a partir do desempenho em corrida de 1600 m. *Rev Bras Med Esporte.* 2010;16:57-60.
19. Sotero RC, Pardono E, Campbell CSG, Simões HG. Indirect assessment of lactate minimum and maximal blood lactate steady state intensity for physically active individuals. *J Strength Cond Res.* 2009;23:847-53.
20. Borg GAV. Escalas de Borg para a dor e esforço percebido. São Paulo: Manole; 2000.
21. Rodrigues BM, Sandy DD, Mazini Filho ML, Souza Júnior JJ, Venturini GRO, Dantas EHM. Sessão de treinamento resistido para membro superior com dois diferentes tempos de intervalo: efeitos na percepção subjetiva de esforço. *Braz J Biomotricity.* 2010;4:131-9.
22. Delpinho BP. Comparação da escala de OMNI-RES com o protocolo de Brzycki na predição de 1-RM em um exercício resistido [monografia]. Juiz de Fora(MG): Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Educação Física e Desportos; 2009.
23. Pescatello LS, Franklin BA, Fagard R, Farquhar WB, Kelley GA, Ray CA. Exercise and hypertension. *Med Sci Sports Exerc.* 2004;36:533-53.
24. Santiago DA, Moraes JFVN, Mazzoccante RP, Boullosa DA, Simões HG, Campbell CSG. Corrida em esteira e exercícios de força: efeitos agudos da ordem de realização sobre a hipotensão pós-exercício. *Rev Bras Educ Fís Esporte.* 2013;27:67-73.
25. Teixeira L, Ritti-Dias RM, Tinucci T, Mion Junior D, Forjaz CLM. Post-concurrent exercise hemodynamics and cardiac autonomic modulation. *Eur J Appl Physiol.* 2011;9:2069-78.
26. Halliwill J, Buck TM, Lacewell AN, Romero SA. Post-exercise hypotension and sustained post-exercise vasodilation: what happens after we exercise? *Exp Physiol.* 2013;98:7-18.
27. Chen C, Andrea G, Bechtold JT, Ann C. Bonham. Exercise reduces GABA synaptic input onto nucleus tractus solitarii baroreceptor second-order neurons via nk1 receptor internalization in spontaneously hypertensive rats. *J Neurosci.* 2009;29:2754-61.
28. Chen C, Bonham AC. Postexercise hypotension: central mechanisms. *Exerc Sport Sci Rev.* 2010;38:122-7.
29. Polito MD, Farinatti PTV. Respostas de frequência cardíaca, pressão arterial e duplo-produto ao exercício contra-resistência: uma revisão da literatura. *Rev Port Cienc Desporto.* 2003;3:79-91.
30. Rezk CC, Marrache RCB, Tinucci T, Mion Junior D, Forjaz CLM. Post-resistance exercise hypotension, hemodynamics, and heart rate variability: influence of exercise intensity. *Eur J Appl Physiol.* 2006;98:105-12.
31. Kenney MJ, Seals DR. Hypotension, key features, mechanisms and clinical significance. *Hypertension.* 1993;22:653-64.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico (CNPq) pelas bolsas de iniciação científica (CNPq) e mestrado (CAPES).

ENDEREÇO
 Rafaello Pinheiro Mazzoccante
 Programa de Mestrado e Doutorado em Educação Física
 Universidade Católica de Brasília
 EPTC, QSo7, LT1 - Bloco G, sala 1
 72022-900 - Brasília - DF - BRASIL
 e-mail: rafa_mazzoccante@hotmail.com

Recebido para publicação: 03/02/2014
 Revisado: 10/11/2014
 Aceito: 24/04/2015