

ESTUDO COMPARATIVO DE RESPOSTAS CARDIOVASCULARES PARA DOIS INTERVALOS DE RECUPERAÇÃO ENTRE EXERCÍCIOS RESISTIDOS EM CIRCUITO EM MULHERES NORMOTENSAS

CLÍNICA MÉDICA DO
EXERCÍCIO E DO ESPORTE



ARTIGO ORIGINAL

A COMPARATIVE STUDY OF CARDIOVASCULAR RESPONSES TO TWO REST INTERVALS
BETWEEN CIRCUIT RESISTANCE EXERCISES IN NORMOTENSIVE WOMEN

Hamid Arazi¹
Ahmad Ghiasi¹
Sepideh Asgharpoor¹

1. Departamento de Fisiologia do
Exercício, Universidade de Guilan,
Rasht, Irã.

Correspondência:

Faculty of Physical Education & Sport
Science, University of Guilan, Rasht,
Iran. P.O.Box: 1438.
E-mail: hamidarazi@yahoo.com

RESUMO

Introdução: A hipertensão é uma desordem cardiovascular que acomete aproximadamente um bilhão de indivíduos no mundo e representa um importante fator de risco para doença cardiovascular. **Objetivo:** Comparar as respostas cardiovasculares durante recuperação após dois protocolos de exercícios resistidos em circuito (ERC) com diferentes intervalos de recuperação (IR). Doze mulheres normotensas (idade $21,3 \pm 1,3$ anos; altura $163,5 \pm 5,9$ cm e peso $57,5 \pm 8,9$ kg) executaram dois ERC com IR de 30 (IR30s) e 40 (IR40s) segundos entre os exercícios, aleatoriamente. **Métodos:** Os protocolos consistiram de três circuitos de seis exercícios com 10 repetições máximas (10RM) e dois minutos de recuperação entre os circuitos, seguidos por um período de recuperação de 60 minutos. As medidas foram tomadas antes do exercício, ao fim do último exercício (R1) e a cada 10 minutos de recuperação pós-exercício (R10, R20, R30, R40, R50 e R60). Análise de variância de medidas repetidas (ANOVA) (grupo x tempo) foi utilizada para analisar os dados, seguida pelo teste *post-hoc* de Bonferroni, para $p \leq 0,05$. **Resultados:** Em comparação com os valores de recuperação, pressão arterial sistólica (PAS), pressão arterial diastólica (PAD), frequência cardíaca (FC) e produto da taxa de pressão (PTP) em R1 após as tentativas de exercício com IR30s e IR40s aumentaram significativamente. Hipotensão pós-exercício (HPE) de PAS foi observada após ERC com IR30s (em R20, R30, R40, R50 e R60) e IR40s (em R30, R40, R50 e R60), enquanto HPE de PAD foi observada somente após ERC com IR30s em R60. Exceto por tempo após ERC com IR30s em R10, nenhuma alteração significativa de FC foi observada em todos os momentos medidos durante os períodos de recuperação das tentativas. PTP retornou aos valores de repouso após as tentativas de exercício em R10, diminuindo significativamente após ERC com IR30s em R60 e após ERC com IR40s em R40, R50 e R60. **Conclusão:** Nenhuma diferença significativa foi encontrada entre as sessões experimentais em níveis pós-exercício de PAS, PAD, FC e PTP em quaisquer dos momentos de medição. Podemos concluir que ERC com IR30s e IR40s entre exercícios pode levar à ocorrência de HPE semelhante à magnitude e duração e fornece respostas cardiovasculares aproximadamente similares após exercício. Nossos achados sugerem um possível benefício para a saúde do treinamento de força.

Palavras-chave: hipotensão pós-exercício, pressão artéria sistólica, pressão arterial diastólica, frequência cardíaca, produto da taxa de pressão.

ABSTRACT

Introduction: Hypertension is a cardiovascular disorder which occurs in approximately one billion individuals worldwide and represents an important risk factor for cardiovascular disease. **Objective:** Compare the cardiovascular responses during recovery after two protocols of circuit resistance exercises (CRE) with different rest intervals (RI). Twelve normotensive females (aged 21.3 ± 1.3 yrs; height 163.5 ± 5.9 cm and weight 57.5 ± 8.9 kg) performed two CRE with RI of 30 (RI30s) and 40 (RI40s) seconds between the exercises, randomly. **Methods:** The protocols consisted of three circuits of six exercises with 10 repetition maximum (10RM) and 2 minute rest between circuits, followed by a 60 minute recovery period. Measurements were taken before exercise, at the end of last exercise (R1) and each 10 min of post-exercise recovery (R10, R20, R30, R40, R50 and R60). The Analysis of Variance (ANOVA) with Repeated Measures (group x time) was used to analyze of data, followed by post-hoc Bonferroni test, for $p \leq 0.05$. **Results:** In comparison of rest values, systolic blood pressure (SBP), diastolic blood pressure (DBP), heart rate (HR) and rate pressure product (RPP) at R1 after exercise trials with RI30s and RI40s increased significantly. Post-exercise hypotension (PEH) of SBP was observed after CRE with RI30s (at R20, R30, R40, R50 and R60) and RI40s (at R30, R40, R50 and R60), whereas PEH of DBP observed only after CRE with RI30s at R60. Except for time after CRE with RI30s at R10, no significant change of HR was observed in all measured moments during recovery period of trials. RPP returned to the rest values after exercise trials at R10 and then decreased significantly after CRE with RI30s at R60 and after CRE with RI40s at R40, R50 and R60. **Conclusion:** In all measured moments, there were no significant differences between experimental sessions in post-exercise levels of SBP, DBP, HR and RPP. In conclusion, CRE with RI30s and RI40s between the exercises can lead to occurrence of PEH similarly in magnitude and duration and approximately provides same cardiovascular responses after exercise. Our findings suggest a potentially positive health benefit of strength training.

Keywords: post-exercise hypotension, systolic blood pressure, diastolic blood pressure, heart rate, rate pressure product.

INTRODUÇÃO

A hipertensão é uma desordem cardiovascular que acomete aproximadamente um bilhão de indivíduos no mundo e representa um importante fator de risco para doença cardiovascular¹.

Existem várias opções para o tratamento da hipertensão e prevenção de fatores de risco associados com doenças cardiovasculares², incluindo exercício físico. Tanto os exercícios agudos como os crônicos têm sido recomendados como tratamento não farmacológico e menos dispendioso para o tratamento da hipertensão³. Foi demonstrado que uma simples sessão de exercício físico exerce um importante efeito na redução da pressão arterial (PA) a níveis abaixo dos de repouso pré-exercício^{4,5}. Tal fenômeno é chamado de hipotensão pós-exercício (HPE) e tem sido amplamente investigado devido a sua importância para o tratamento e prevenção da hipertensão arterial^{6,7}. Os mecanismos responsáveis pela HPE continuam obscuros e podem estar relacionados com uma redução no débito cardíaco e/ou resistência vascular periférica^{4,5}. A HPE pode estar associada a uma troca no controle do barorreflexo e uma redução na responsividade alfa-adrenérgica, assim como uma secreção humoral, hormonal aumentada, além de substâncias locais associadas à vasodilatação em resposta ao exercício^{4,5}. HPE tem sido observada após exercício aeróbico⁷ enquanto após exercícios de resistência resultados controversos têm sido observados, tais como aumento⁸, manutenção^{9,10}, ou mesmo declínio^{11,12}. Apesar de alguns estudos terem demonstrado a ocorrência de HPE em exercícios de resistência, ainda não há consenso sobre um protocolo ideal (frequência, intensidade e volume) para incrementar tal efeito¹³. Sendo assim, alguns pesquisadores reportaram que a intensidade do ER afeta a duração (HPE mais longa no protocolo com a intensidade mais alta), mas não a magnitude da resposta hipotensiva pós-exercício^{14,15}, e diferentes metodologias de treinamento (repetição as série vs. formato do circuito) não afeta a magnitude ou duração da resposta hipotensiva pós-ER¹⁵. Além das variáveis estudadas anteriormente (intensidade, volume e sequência do exercício), outras variáveis tais como a quantidade de massa muscular envolvida, número de repetições, tipo de treinamento e intervalo de recuperação (IR) entre as séries de exercício podem afetar as respostas hemodinâmicas para uma série de exercícios de resistência^{16,17}. Apesar do IR ser considerado por Ratamess *et al.*¹⁸ como uma das variáveis mais importantes dos exercícios de resistência, existem alguns estudos na literatura a respeito da investigação e comparação dos efeitos de diferentes IR sobre as respostas cardiovasculares para exercícios de resistência. Além disso, pelo que sabemos, não há estudo até o presente momento que tenha investigado a comparação entre os efeitos de diferentes intervalos de recuperação (IR) entre exercícios de treinamento em circuito sobre as respostas cardiovasculares. O comprimento do IR influencia na remoção de metabólitos produzidos durante contrações musculares e contribui para a redução da fadiga muscular. Assim sendo, ele pode influenciar nas respostas cardiovasculares para treinamento de peso¹⁸.

O objetivo do presente estudo foi, assim, investigar e comparar os efeitos de diferentes RI entre exercícios de treinamento em circuito (30 s e 40 s; a proporção entre exercício e recuperação foi de aproximadamente 1 para 1,5 e 1 para 2, respectivamente) nas respostas cardiovasculares em mulheres jovens não hipertensas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Indivíduos

Doze mulheres sedentárias e saudáveis se voluntariaram para participar deste estudo. Todas as participantes eram não fumantes, não apresentavam história de doença cardiovascular pessoal ou familiar, não

estavam tomando medicação, não estavam engajadas em atividade física regular < 2 h por semana e não estavam em seus ciclos menstruais. Indivíduos que apresentavam índice de massa corporal (IMC) $\geq 24 \text{ kg/m}^2$ e massa de gordura > % fora excluídos. As participantes receberam aconselhamento integral sobre possíveis riscos e desconforto e todas forneceram consentimento escrito para participação no estudo. As características físicas e cardiovasculares das participantes estão apresentadas na tabela 1. Todos os procedimentos estavam de acordo com a Declaração de Helsinki e o estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade.

Table 1. Características físicas e cardiovasculares dos participantes.

Idade (anos)	21,3 \pm 1,3
Peso (kg)	57,5 \pm 8,9
Altura (cm)	163,5 \pm 5,9
IMC (kg/m ²)	21,4 \pm 2,5
Gordura corporal (%)	19,8 \pm 5,4
PAS (mmHg)	113,3 \pm 5,7
PAD (mmHg)	74,8 \pm 8,7
FC (bpm)	77,0 \pm 6,4
10 RM leg press (kg)	46,3 \pm 11,1
10 RM puxada supinada (kg)	49,6 \pm 8,6
10 RM flexão de joelho (kg)	20,4 \pm 5,4
10 RM supino horizontal (kg)	9,2 \pm 4,7
10 RM extensão de joelho (kg)	23,3 \pm 5,4
10 RM rosca bíceps com cabo (kg)	40,0 \pm 4,8

*data are presented as means \pm standard error of mean (SEM).

Procedimentos

Antes do início dos testes, as participantes foram submetidas a anamneses, avaliação clínica e PA, massa de gordura corporal, índice de massa corporal, peso e altura foram verificadas. A seguir, todas foram submetidas a uma sessão de familiarização e participaram de um teste de 10RM. As participantes então realizaram duas sessões experimentais em dias distintos e com intervalos mínimos de 72 h: 1) exercícios de resistência em circuito (ERC) com 30 s IR entre exercícios (IR30) e 2) ERC com 40 s IR entre exercícios (IR40). As sessões com IR30 e IR40 foram executadas em ordem aleatória. Os valores de pré e pós-exercício de PA, FC e produto de taxa de pressão (PTP: um índice de consumo de oxigênio miocárdico) foram medidos e analisados.

As participantes foram instruídas a não ingerir álcool ou bebidas cafeinadas, não executar atividade física extenuante nas 48 horas prévias e consumir suas últimas refeições duas horas antes do início das sessões experimentais, as quais ocorreram às 2:00-4:00 h da tarde para controle da variação diurna na PA. O laboratório apresentava temperatura média de 20,6 \pm 0,8°C e umidade relativa do ar de 79 \pm 5%.

Medições de pressão arterial

Após um intervalo de 5 min em posição sentada, a PA foi verificada três vezes durante duas visitas diferentes feitas ao laboratório. Na ocasião de cada visita a PA foi verificada pelo mesmo observador experiente com o uso de um esfigmomanômetro de mercúrio padrão (ALPK2, Japão), considerando a primeira e quinta fases dos ruídos de Korotkoff como valores de PAS e PAD, respectivamente. As participantes eram excluídas caso a média dos dois últimos valores obtidos durante cada visita para PAS e PAD fosse maior do que 139 e 89 mmHg, respectivamente.

Teste de 10RM

Pelo menos sete dias antes dos experimentos, as participantes executaram um teste máximo de 10 repetições (10RM) nos exercícios de *leg press*, puxada supinada, flexão de joelho, supino horizontal, extensão de joelho e rosca bíceps após 15 min de aquecimento que consistia de cinco minutos de corrida lenta, cinco minutos de alongamento estático e cinco minutos de exercício dinâmico. Cada indivíduo executou até cinco tentativas para determinação da carga, com um intervalo de cinco minutos entre elas. Além disso, antes dos testes de 10RM, as participantes foram submetidas a uma sessão de familiarização com técnicas de exercício padronizadas.

Protocolos de exercício

Inicialmente, as voluntárias permaneceram confortavelmente sentadas em uma cadeira por 20 min e PA e FC foram verificadas a cada cinco min a partir do 10º min para obtenção dos valores médios de repouso. A sessão experimental era adiada para um outro dia caso a PA pré-exercício das voluntárias fosse anormal. Subsequentemente, as voluntárias que foram aleatoriamente selecionadas para um dos dois protocolos foram submetidas a 15 min de aquecimento que consistiu de cinco min de corrida lenta, cinco minutos de alongamento estático e cinco minutos de exercício dinâmico e executaram ERC com 30 s (a proporção de exercício para recuperação ~ 1 para 1,5) ou 40 s (a proporção de exercício para recuperação ~ 1 para 2) IR ativo e passivo entre cada exercício onde o tempo em que a participante se movia entre cada estação e então começava o próximo exercício. Cada circuito de sessão de exercícios de resistência foi executado na seguinte sequência: *leg press*, puxada supinada, flexão de joelho, supino horizontal, extensão de joelho e rosca de bíceps. Os indivíduos executaram três circuitos de 10 repetições (um movimento completo em ~ 2 s) com dois min de intervalo passivo em posição sentada após cada circuito completo. Após as tentativas de exercícios, as participantes descansaram em posição sentada por 60 min e a PA e FC foram verificadas ao fim do último exercício (R1) e cada 10 min de recuperação pós-exercício (R10, R20, R30, R40, R50 e R60). FC foi registrada pelo mesmo observador em todas as tentativas de exercício, utilizando um esfigmomanômetro de mercúrio padrão. A FC foi monitorada durante a recuperação com um medidor Polar® de pulso (T31, Finlândia). Simultaneamente à verificação da PA e FC, bem como na recuperação pré-exercício, o PTP foi calculado (pressão arterial sistólica x frequência cardíaca), já que ela é considerada como um preditor confiável da demanda de oxigênio miocárdico^{19,20}.

Análise estatística

A análise de variância (ANOVA) com medidas repetidas (grupo x tempo) foi utilizada para análise de dados e, quando a diferença apresentada foi significativa, o teste *post-hoc* de Bonferroni foi utilizado para comparações múltiplas, com valor de $p \leq 0,05$.

RESULTADOS

Em todos os tempos avaliados, nenhuma diferença significativa foi observada entre sessões experimentais em níveis pré e pós-exercício de PAS, PAD, FC e PTP.

Pressão arterial

Respostas de PA durante as diferentes sessões experimentais estão apresentadas na figura 1. A respeito das medidas de PAS em comparação com os valores de recuperação, houve aumento significativo em R1 após as tentativas de exercício com IR30s e IR40s, e então diminuiu significativamente em R20, R30, R40, R50 e R60 para IR30s e em R30, R40, R50 e R60 para IR40s. PAD aumentou significativamente em R1 após duas tentativas e diminuiu significativamente apenas em R60

após IR30s. PAD pós-exercício em R10, R20, R30, R40 e R50 após duas tentativas e em R60 após tentativas com IR40s não foram diferentes da medida em repouso.

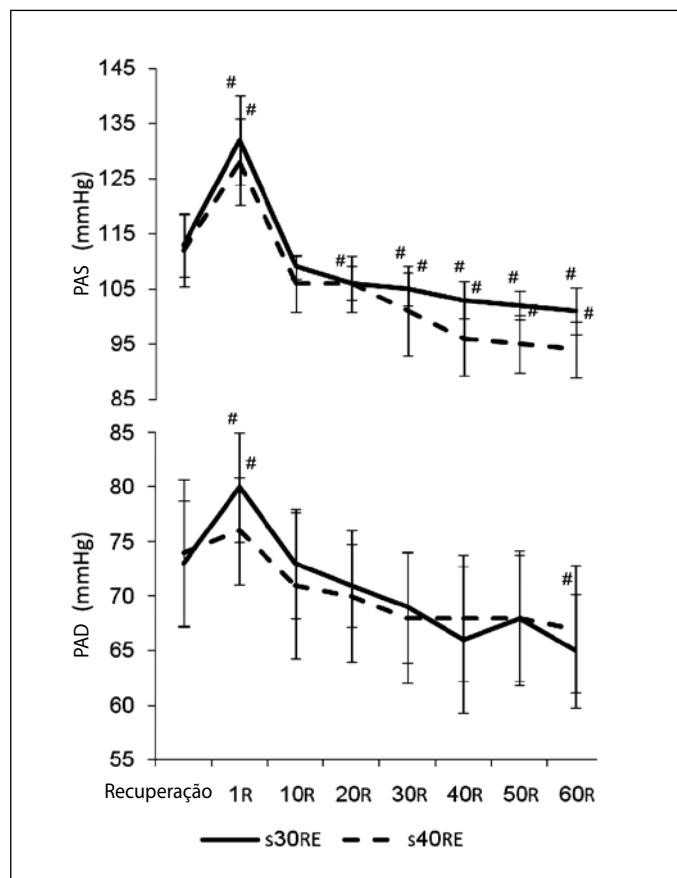


Figura 1. Alterações em pressão arterial sistólica e diastólica durante recuperação após tentativas de exercício com IR30s e IR40s. # $p < 0,05$ vs. recuperação.

Frequência cardíaca

As respostas de frequência cardíaca durante as diferentes sessões experimentais estão apresentadas na figura 2. Comparativamente aos valores pré-exercício, a FC foi significativamente maior do que valores basais em R1 e R10 após tentativa de exercício com IR30s e em R1 após IR40s. As tentativas de exercício diminuíram os níveis de FC menos do que os valores de repouso durante o período de recuperação (R40, R50, R60), apesar de este decréscimo não ter sido estatisticamente significativo.

Produto de taxa de pressão

As respostas de PTP durante as diferentes sessões experimentais estão apresentadas na figura 2. Comparado com os valores de pré-exercício, o PTP foi significativamente maior do que os valores basais em R1 após tentativas de exercício. Os níveis de PTP diminuíram significativamente menos do que os valores de repouso durante o período de recuperação de tentativa de exercício com IR30s em R60 e após tentativa de exercício com IR40s e R40, R50 e R60.

DISCUSSÃO

O presente estudo comparou PAS, PAD, FC e PTP durante recuperação após uma sessão única de ERC com diferentes IR entre eles (30s e 40s; a proporção de exercício para repouso foi de aproximadamente 1 para 1,5 e 1 para 2, respectivamente) em mulheres jovens não hipertensas. Os achados mais importantes deste estudo foram: a) aumento significativo na PAS, PAD, FC e PTP em R1 após tentativas de

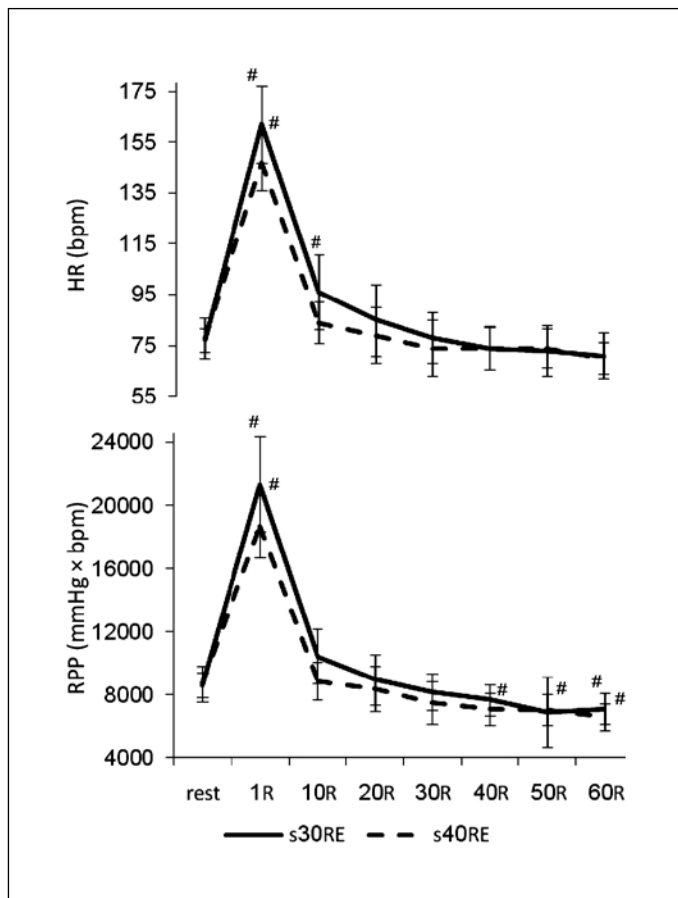


Figura 2. Alterações em frequência cardíaca e produto da taxa de pressão durante recuperação após tentativas de exercício com IR30s e IR40s. # $p < 0,05$ vs. recuperação.

exercício com IR30s e IR40s em comparação com valores de repouso; b) Uma única sessão de ERC provocou HPE de PAS com IR30s (em R20, R30, R40, R50 e R60) e IR40s (em R30, R40, R50 e R60); c) HPE de PAD foi observada somente em R60 após tentativa de exercício com IR30s; d) Comparados com os valores pré-exercício, exceto pelo tempo após a tentativa de exercício com IR30s em R10, não foi observada alteração significativa de FC em todos os momentos medidos durante o período de recuperação das tentativas; e) O PTP retornou aos valores de repouso após tentativas de exercício em R10 e então diminuiu significativamente após tentativa de exercício com IR30s em R60 e após tentativa de exercício com IR40s em R40, R50 e R60; f) Em todos os momentos medidos, não houve diferenças significativas entre as sessões experimentais em níveis pós-exercício de PAS, PAD, FC e PTP.

Com base em estudos anteriores, os dados sobre HPE e exercício de resistência ainda são escassos e resultados controversos foram reportados. Aumento⁸, manutenção^{9,10} ou mesmo decréscimo^{11,12} em PA pós-exercício de resistência foi observado. O presente estudo encontrou HPE significativa de PAS comparada com medidas pré-exercício no protocolo testado. As reduções de valores de pressão arterial após uma única sessão de exercício estão de acordo com os resultados obtidos em outros estudos que observaram HPE após exercícios de resistência^{3,11,12,15}. Simão *et al.*¹⁵ compararam o efeito de intensidade, volume e formato de sessão na resposta hipotensiva de exercício pós-resistência e observaram redução significativa pós-exercício de PAS após os protocolos. Mohebbi *et al.*¹¹ e Rezk *et al.*¹² também reportaram significativa redução pós-exercício em PAS após duas sessões com diferentes intensidades em indivíduos jovens normotensos. Mota *et al.*³ observaram HPE de PAS após modelo de circuito para exercício de resistência composto por 13 exercícios de resistência executados com

20 repetições a 40% 1RM e 30 segundos de intervalo de repouso entre exercícios. Em contraste com os resultados do presente estudo, Veloso *et al.*¹⁰ não observaram alteração em PAS após exercício de resistência com intervalos de repouso diferentes entre séries de exercício de resistência e não reportaram diferenças significativas entre os protocolos nas respostas de PAS. Raglin *et al.*²¹ avaliaram atletas universitários (15 homens e 11 mulheres) após execução de uma sessão de exercício de resistência de 70 a 80% de 1RM e não acharam diferenças significativas entre medidas pós-exercício e medidas de repouso de PAS. Rodriguez *et al.*²² não observam variação significativa em PAS após ambos métodos tradicionais de série múltipla e série tripla de seis exercícios de membros superiores terem sido utilizados para dois grupos musculares distintos (tronco e costas). Polito *et al.*²³ também não obtiveram sucesso em induzir resposta hipotensiva em PAS após três séries de 12 repetições máximas de extensão de joelho unilateral e bilateral.

As diferenças entre os resultados encontrados no presente estudo e os reportados por Veloso *et al.*¹⁰ e Raglin *et al.*²¹ podem ser atribuídos às diferenças nos protocolos utilizados assim como as diferenças entre os indivíduos. Veloso *et al.*¹⁰ utilizaram um protocolo no qual a carga diminuiu em cada série, com o objetivo de manter o mesmo volume de trabalho (carga x repetições) em todos os protocolos. Por outro lado, as diferenças entre os resultados encontrados no presente estudo e aqueles reportados por Rodriguez *et al.*²² e Polito *et al.*²³ podem estar relacionados para envolver massa muscular em exercício. No presente estudo, em que três circuitos de seis exercícios para membros superiores e inferiores e exercícios de massa muscular foram superiores aos dos estudos de Rodriguez *et al.*²² e Polito *et al.*²³, os quais utilizaram exercícios para membros superiores e inferiores, respectivamente. Um dos mecanismos fisiológicos que poderia explicar a influência da massa muscular na pressão arterial após exercício de resistência é a redução em resistência vascular causada pela liberação de substâncias endoteliais vasodilatadoras (e.g., óxido nítrico e prostaglandinas).

Em relação à PAD, comparada aos valores pré-exercício, exceto pelo tempo após tentativa de exercício com IR30s em R60, HPE de PAD significativa não foi observada em nenhum dos momentos durante o período de recuperação das tentativas.

Em estudo de Simão *et al.*¹⁵, declínio pós-exercício de PAD significativo foi também observado 10 minutos após conclusão de um protocolo de 12 repetições com carga de 50% de 6RM. Rezk *et al.*¹² também encontraram declínio pós-exercício em PAD; contudo, a duração da HPE foi mais longa (30 minutos) do que foi apresentado por Simão *et al.*¹⁵. Em contraste, Rodriguez *et al.*²² e Polito *et al.*²³ não observaram variação significativa na PAD após exercício de resistência. Além disso, Veloso *et al.*¹⁰ não observaram diferenças em PAD após exercício de resistência com dois min IR entre séries de exercício de resistência, mas redução significativa em PAD ocorreu após um e três min IR, e não reportaram diferenças significativas entre os protocolos nas respostas de PAD.

Similarmente aos resultados da presente pesquisa, Mohebbi *et al.*¹¹, Polito e Farinatti²⁴ e MacDonald *et al.*²⁵ observaram HPE significativa de PAS e nenhuma alteração de PAD seguindo exercício de resistência. Uma das possíveis explicações para maior sensibilidade de PAS à HPE seria a postura que os indivíduos adotam após o exercício. Apesar de todos os estudos mencionados terem escolhido a posição sentada para avaliar a pressão arterial, foi observado que a PAS diminui mais visivelmente na posição sentada do que na posição supina²⁶.

Possíveis mecanismos envolvidos na mediação de reduções pós-exercício em pressão arterial incluem volume de infarto diminuído e débito cardíaco; reduções em resistência vascular de membro, resistência periférica total e descarga do músculo do nervo simpático^{4,5}. Rezk *et al.*¹² avaliaram alguns mecanismos de controle de PA como volume

sistólico, resistência vascular periférico e débito cardíaco após uma sessão de exercícios de resistência e observaram declínio no volume sistólico e débito cardíaco, nenhuma alteração de resistência vascular periférica e, conseqüentemente, redução em PA. De acordo com esses autores, o volume sistólico permaneceu abaixo dos níveis de repouso por 90 minutos.

Neste estudo, a PA retornou ao valor de repouso após tentativas de exercício com IR30s e IR40s, respectivamente de R20 e R10. Em relação a respostas de pressão arterial (PA) de exercício pós-resistência, os resultados também são controversos e menos conclusivos. Alguns pesquisadores observaram aumento^{11,12}, enquanto ausência de alteração^{9,23} de PA durante o período de recuperação foi reportada também. Parece que redução em débito cardíaco devido a decréscimo em volume sistólico e ausência de alteração de PA havia sido a causa principal de HPE neste estudo.

O presente estudo demonstrou que o PTP retornou ao valor de repouso após tentativas de exercício de R10 e depois diminuiu significativamente abaixo do valor de repouso. Foi sugerido que a FC é o fator mais importante para determinar PTP²⁷, e porque em todos os momentos medidos as alterações de PTP foram consistentes com a FC, isto foi confirmado pelo presente estudo.

Além disso, pode haver redução em resistência vascular influenciada por um acúmulo de metabólitos produzido na contração muscular, o qual, de acordo com MacDonald *et al.*⁵, é um dos fatores que colaboram com vasodilatação e subsequente declínio em resistência vascular periférica. Um acúmulo de metabólitos maior no protocolo com IR mais baixo (30 s) do que havia sido demonstrado por Ratamess *et al.*¹⁸ e Crisafulli *et al.*²⁸ poderia explicar o declínio pós-exercício em PAS e PAD mais longo do que o encontrado no presente estudo.

CONCLUSÃO

Os achados atuais demonstraram que o ERC com IR30s e IR40s levaram a um declínio de PAS pós-exercício significativo. Além disso, PAD pós-exercício foi observada somente após tentativa de exercício com IR30 em R60. IRs diferentes entre os exercícios não influenciam nas respostas de frequência cardíaca e reduziram significativamente o duplo produto abaixo do valor de repouso após tentativas de exercício. Apesar de ter sido sugerido que a extensão do IR influencia na remoção de metabólitos produzidos durante contração muscular, contribui para a redução de fadiga muscular e pode influenciar nas respostas cardiovasculares para treinamento de levantamento de peso¹⁸, não encontramos diferenças significativas entre sessões experimentais em nível pós-exercício de PAS, PAD, FC e PTP em todos os momentos medidos. Contudo, níveis de todas as variáveis cardiovasculares após tentativa de exercício com IR30s foram mais do que IR40s. Estudos adicionais são sugeridos para a avaliação dos efeitos de outras variáveis de ER na HPE em diferentes populações como as de indivíduos idosos e hipertensos. Além disso, os mecanismos fisiológicos envolvidos em hipotensão pós-exercício de resistência necessitam ser melhor explicados.

AGRADECIMENTOS

A todos os indivíduos que participaram deste estudo por sua colaboração. Os autores também agradecem o apoio financeiro do Departamento de Educação Física e Ciências do Esporte, da Universidade de Guilan, Irã.

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

REFERÊNCIAS

- Chobanian AV, Bakris GL, Black HR, Cushman WC, Green LA, Izzo JL. 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.
- Nilsson PM. Optimizing the pharmacologic treatment of hypertension: BP control and target organ protection. Am J Cardiovasc Drugs 2006;6:287-95.
- Mota MR, Pardono E, Lima LCJ, Arsa G, Bottaro M, Campbell CSG, et al. Effects of treadmill running and resistance exercises on lowering blood pressure during the daily work of hypertensive subjects. J Strength Cond Res 2009;23:2331-8.
- Kenney MJ, Seals DR. Post-exercise hypotension key features, mechanisms, and clinical significance. Hypertension 1993;22:653-64.
- MacDonald JR. Potential causes, mechanisms, and implications of postexercise hypotension. J Hum Hypertens 2002;16:225-36.
- Halliwill JR. Mechanisms and clinical implications of post-exercise hypotension in humans. Exerc Sports Sci Rev 2001;29:65-70.
- 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;36:533-53.
- O'Connor PJ, Bryant CX, Veltri JP, Gebhardt SM. State anxiety and ambulatory blood pressure following resistance exercise in females. Med Sci Sports Exerc 1993;25:516-21.
- Roltsch M H, Mendez T, Wilund KR, Hagberg JM. Acute resistive exercise does not affect ambulatory blood pressure in young men and women. Med Sci Sports Exerc 2001;33:881-6.
- Veloso J, Polito MD, Riera T, Celes R, Vidal JC, Bottaro M. Effects of Rest Interval between Exercise Sets on Blood Pressure after Resistance Exercises. Arq Bras Cardiol 2010;94:482-7.
- Mohebbi H, Rahmaninia F, Vatani DSh, Faraji H. Post-exercise responses in blood pressure, heart rate and rate pressure product in endurance and resistance exercise. Med Sport 2010;63:209-19.
- Rezk CC, Marrache RC, Tinucci T, Forgaz CL. Post-resistance exercise hypotension, hemodynamics, and heart rate variability: influence of exercise intensity. J Appl Physiol 2006;98:105-12.
- Hamer M. The anti-hypertensive effects of exercise: integrating acute and chronic mechanisms. Sports Med 2006;36:109-16.
- Polito MD, Simao R, Senna GW, Farinatti PTV. Hypotensive effects of resistance exercises performed at different intensities and same work volumes. Rev Bras Med Esporte 2003;9:74-7.
- Simao R, Fleck SJ, Polito M, Monteiro W, Farinatti P. Effects of resistance training intensity, volume and session format on the postexercise hypotensive response. J Strength Cond Res 2005;19:853-8.
- Collins MA, Cureton KJ, Hill DW, Ray CA. Relationship of heart rate to oxygen uptake during weight lifting exercise. Med Sci Sports Exerc 1991;23:636-40.
- Rozenek R, Rosenau P, Stone MH. The effects of intensity on heart rate and blood lactate responses to resistance training. J Strength Cond Res 1993;7:51-4.
- Ratamess NA, Falvo MJ, Mangine GT, Hoffman JR, Faigenbaum AD, Kang J. The effect of rest interval length on metabolic responses to the bench press exercise. Eur J Appl Physiol 2007;100:1-17.
- Dentry JM, Piette RJ, Brasseur LA. Hemodynamic determinants of exercise ST-segment depression in coronary patients. Circulation 1970;42:593-9.
- Kitamura K, Jorgensen CR, Gobel FL, Taylor HL, Wang Y. Hemodynamic correlates of myocardial oxygen consumption during upright exercise. J Appl Physiol 1972;32:516-22.
- Raglin JS, Turner PE, Eksten F. State anxiety and blood pressure following 30 min of leg ergometry or weight training. Med Sci Sports Exerc 1993;25:1044-8.
- Rodríguez D, Polito MD, Bacurau RFP, Prestes J, Pontes FL. Effect of different resistance exercise methods on post-exercise blood pressure. Int J Exerc Sci 2008;1:153-62.
- Polito MD, Rosa CC, Scharadong P. Acute cardiovascular responses on knee extension at different performance modes. Rev Bras Med Esporte 2004;10:177-80.
- Polito MD, Farinatti PTV. The effects of muscle mass and number of sets during resistance exercise on postexercise hypotension. J Strength Cond Res 2009;23:2351-7.
- MacDonald JR, MacDougall JD, Interisano SA, Smith KM, McCartney N, Moroz JS. Hypotension following mild bouts of resistance exercise and submaximal dynamic exercise. Eur J Appl Physiol 1999;79:148-54.
- Raine NM, Cable NT, George KP, Campbell IG. The influence of recovery posture on post-exercise hypotension in normotensive men. Med Sci Sports Exerc 2001;33:404-12.
- Mayo JJ, Kravitz L. A review of the acute cardiovascular responses to resistance exercise of healthy young and older adults. J Strength Cond Res 1999;13:90-6.
- Crisafulli A, Tocco F, Pittau G, Lorrain L, Porru C, Salis E, et al. Effect of differences in post-exercise lactate accumulation in athletes haemodynamics. Appl Physiol Nutr Metab 2006;31:423-31.