

# Efeitos do Intervalo de Recuperação entre as Séries sobre a Pressão Arterial após Exercícios Resistidos

*Effects of Rest Interval between Exercise Sets on Blood Pressure after Resistance Exercises*

João Veloso<sup>1</sup>, Marcos D. Polito<sup>3</sup>, Tiago Riera<sup>1</sup>, Rodrigo Celes<sup>1</sup>, José Carlos Vidal<sup>2</sup>, Martim Bottaro<sup>1</sup>

Universidade de Brasília<sup>1</sup>; Universidade Católica de Brasília, Brasília, DF<sup>2</sup>; Universidade Estadual de Londrina<sup>3</sup>, PR - Brasil

## Resumo

**Fundamento:** Apesar de os estudos demonstrarem a ocorrência da hipotensão pós-exercício (HPE) em exercícios resistidos, ainda não há consenso sobre um protocolo ideal.

**Objetivo:** Avaliar os efeitos de diferentes intervalos de recuperação (IR) entre séries de exercício resistido (ER) na pressão arterial (PA) pós-exercício.

**Métodos:** Dezesesseis homens jovens sedentários e não hipertensos realizaram, de forma contrabalanceada três protocolos de ER com 1 (P1), 2 (P2) e 3 (P3) minutos de IR entre as séries, e um protocolo controle (CON). Os protocolos de ER consistiram em três séries de oito repetições em seis exercícios. As cargas utilizadas na 1ª, 2ª e 3ª série dos exercícios foram respectivamente 80, 70 e 60% de 1 repetição máxima (1RM). As medidas foram realizadas em repouso (REP), 15 (T15), 30 (T30), 45 (T45), 60 (T60), 75 (T75) e 90 (T90) minutos após a sessão. Foi realizada uma análise de variância fatorial (ANOVA) com *post hoc* LSD.

**Resultados:** Não foi encontrada alteração significativa na PA sistólica após os protocolos. Foi encontrado um aumento significativo da PA diastólica, após o CON, nos momentos T45 e T90. Ocorreu redução significativa na PA diastólica após P1 e P3, com duração de 30 e 15 minutos respectivamente. Não foram encontradas diferenças significativas nas respostas da PA sistólica e diastólica entre os protocolos com diferentes IR.

**Conclusão:** Parece que o IR não influencia a redução da PA sistólica após uma sessão de ER. No entanto, foi encontrada uma queda na PA diastólica (P1 e P3) com duração de até 30 minutos. (Arq Bras Cardiol. 2010; [online]. ahead print, PP.0-0)

**Palavras-chave:** Exercício, hipotensão, fenômenos fisiológicos cardiovasculares.

## Abstract

**Background:** Although studies have demonstrated the occurrence of postexercise hypotension (PEH) in resistance exercises, there is still no consensus on an ideal protocol.

**Objective:** To evaluate the effects of different rest intervals (RI) between resistance exercise (RE) sets on postexercise blood pressure (BP).

**Methods:** Sixteen sedentary non-hypertensive young men performed three RE protocols with RI of 1 (P1), 2 (P2) and 3 (P3) minutes between the sets, as well as a control protocol (CON), in a counterbalanced manner. The RE protocols consisted of three sets of eight repetitions in six exercises. The loads used in the 1<sup>st</sup>, 2<sup>nd</sup>, and 3<sup>rd</sup> exercise sets were 80%, 70% and 60% of one repetition maximum (1RM), respectively. Measurements were taken at rest (RES), 15 (T15), 30 (T30), 45 (T45), 60 (T60), 75 (T75), and 90 (T90) minutes after the session. Factorial analysis of variance (Anova) was carried out, followed by *post hoc* LSD.

**Results:** No significant change was found in systolic BP after the protocols. A significant increase in diastolic BP was verified after CON at timepoints T45 and T90. Significant reduction in diastolic BP occurred after P1 and P3, with duration of 30 and 15 minutes, respectively. No significant differences were found in the systolic and diastolic BP responses between the protocols with different RI.

**Conclusion:** RI does not seem to influence systolic BP reduction after an RE session. However, reductions in diastolic BP (P1 and P3) lasting up to 30 minutes were observed. (Arq Bras Cardiol. 2010; [online]. ahead print, PP.0-0)

**Key words:** Exercise; hypotension; cardiovascular physiological phenomena.

Full texts in English - <http://www.arquivosonline.com.br>

Correspondência: João Veloso •

SQN 104, bloco H, apartamento 401 - Asa Norte - 70733-080 - Brasília, DF - Brasil

E-mail: joaoveloso@unb.br

Artigo recebido em 21/05/09; revisado recebido em 09/07/09; aceito em 04/09/09.

## Introdução

Os exercícios físicos podem reduzir a pressão arterial em repouso, durante um esforço com carga de trabalho submáxima e após o exercício físico. Tal redução, porém, deve ser maior nos indivíduos hipertensos quando comparados aos normotensos<sup>1</sup>.

A diminuição na pressão arterial abaixo dos níveis de repouso que ocorre após o exercício físico é denominada hipotensão pós-exercício (HPE). A HPE pode ser atribuída à diminuição da resistência vascular periférica e/ou do débito cardíaco, porém ainda existem controvérsias sobre seus mecanismos<sup>2-4</sup>. A HPE após exercícios aeróbios tem sido estudada por vários pesquisadores<sup>5,6</sup>. Em um artigo de revisão, Kenney e Seals<sup>7</sup> reportaram que apenas exercícios dinâmicos como caminhada, corrida, ciclo ergômetro e natação, realizados a intensidades submáximas promoveriam a HPE. Contrariando essa afirmação, estudos têm demonstrado que esse efeito também ocorre após os exercícios resistidos<sup>8-19</sup>.

Apesar de os estudos demonstrarem a ocorrência da HPE em exercícios resistidos, ainda não há consenso sobre um protocolo ideal (frequência, intensidade e volume) para se potencializar esse efeito<sup>20</sup>. Neste sentido, Polito e cols.<sup>11</sup> e Simão e cols.<sup>19</sup> compararam a HPE após duas intensidades diferentes de exercício resistido. Os autores reportaram redução de mesma magnitude na pressão arterial sistólica em ambos os casos, porém o protocolo de maior intensidade demonstrou HPE de maior duração. Além das variáveis estudadas anteriormente (intensidade, volume e ordem dos exercícios), as respostas hemodinâmicas de uma sessão de exercícios resistidos também dependem de outras variáveis como, quantidade de massa muscular envolvida, número de repetições, tipo de treinamento e o intervalo de recuperação entre as séries de exercícios (IR)<sup>21-24</sup>. O IR é muitas vezes negligenciado, porém é considerado por Ratamess e cols.<sup>25</sup> como uma das principais variáveis do exercício resistido. A extensão do IR influencia na remoção dos metabólitos produzidos na contração muscular e contribui para a diminuição da fadiga muscular. Dessa forma, pode influenciar as respostas cardiovasculares do treinamento com pesos<sup>25</sup>. Com isso o objetivo do presente estudo foi comparar os efeitos de diferentes IR (1, 2 e 3 minutos) entre séries de exercícios resistidos nas respostas cardiovasculares pós-exercício resistido em adultos jovens não-hipertensos.

## Métodos

A amostra foi composta por 16 homens jovens ( $23 \pm 3$  anos), com experiência em exercícios resistidos, mas no mínimo há três meses sem praticar atividade física regular. Foram excluídos da amostra os indivíduos que apresentassem doenças crônicas diagnosticadas, alterações de parâmetros neuromusculares que pudessem comprometer o estudo e aqueles que apresentaram pressão arterial sistólica (PAS) em repouso maior ou igual a 140 mmHg e pressão arterial diastólica (PAD) maior ou igual a 90 mmHg. Também foram excluídos os indivíduos sob terapia farmacológica de ação inotrópica ou cronotrópica. Todos participaram do estudo de forma voluntária e foram convidados a assinar termo de consentimento livre e esclarecido. O projeto de pesquisa foi submetido e aprovado pelo comitê de ética da

Faculdade de Ciência da Saúde da Universidade de Brasília (protocolo de registro 123/2007).

Para determinar as cargas utilizadas nos protocolos foi realizado o teste de uma repetição máxima (1RM) nos exercícios: *leg press* inclinado, remada articulada, supino reto, mesa flexora, extensão do cotovelo (tríceps testa) e flexão do cotovelo (rosca direta). Foram realizados, pelo mesmo avaliador treinado e seguindo as recomendações de Kraemer e Fry<sup>26</sup>, dois testes em dias diferentes com um intervalo de no mínimo 48 h (teste/re-teste).

Os indivíduos realizaram, de forma contrabalanceada quatro protocolos de teste, sendo um protocolo controle (CON) e três protocolos de exercício resistido com 1, 2 e 3 minutos (P1, P2 e P3) de intervalo de recuperação entre as séries. Os protocolos foram aplicados no mesmo horário em dias diferentes separados por no mínimo 48 h. Os indivíduos foram orientados a não ingerir bebidas alcoólicas, remédios ou bebidas estimulantes nas 24 h que precediam o início dos protocolos.

Ao chegar ao laboratório, os indivíduos permaneceram 15 min em repouso sentado para a medida da pressão arterial (PA) de repouso (REP). Após a medida de repouso o indivíduo iniciava o protocolo determinado. No protocolo Controle (CON), após a medida de repouso, os indivíduos permaneceram sentados e a PA e frequência cardíaca (FC) foram aferidas a cada 15 minutos durante 90 minutos.

Nos protocolos de exercício resistido, os indivíduos realizaram uma série de aquecimento de oito repetições com carga de 50% da carga utilizada no protocolo nos exercícios *leg press*, supino reto e remada articulada. Após o aquecimento, foram executadas três séries de oito repetições em cada exercício. As cargas utilizadas nos exercícios *leg press*, supino reto, remada articulada e mesa flexora na 1ª, 2ª e 3ª série foram respectivamente 80, 70 e 60% de 1RM. Nos exercícios extensão do cotovelo (tríceps testa) e flexão do cotovelo (rosca direta) as cargas utilizadas na 1ª, 2ª e 3ª série foram respectivamente 70, 60 e 50% de 1RM. Estudos anteriores<sup>25,27,28</sup> demonstraram que intervalos de recuperação menores que três minutos promovem uma diminuição no volume total (carga x repetições) da série subsequente. Por esse motivo foi realizada a diminuição das cargas nas séries subsequentes, com o intuito de minimizar a redução no número de repetições e manter o mesmo volume total em todos os protocolos.

Os intervalos de recuperação entre as séries dos protocolos foram de 1, 2 e 3 minutos (P1, P2, e P3). Os protocolos foram realizados em ordem aleatória em dias distintos separados por pelo menos 48 horas. Entre os exercícios, o intervalo foi de 2 minutos. A velocidade de execução das repetições foi de um a dois segundos na fase concêntrica e dois segundos na fase excêntrica, controlada por avaliador durante os testes. Após o término do protocolo, os indivíduos permaneceram sentados e a PA e FC foram aferidas a cada 15 minutos por 90 minutos.

A PA foi aferida por meio de um medidor oscilométrico (Microlife 3AC1-1, Widnau, Suíça), validado pelo protocolo internacional da *European Society of Hypertension*<sup>29</sup>. A frequência cardíaca foi mensurada por um frequencímetro eletrônico (Polar RS800, Finlândia). As medidas foram

realizadas com o indivíduo na posição sentada, com o manguito posicionado no braço direito apoiado e na altura do coração. Foram avaliadas a frequência cardíaca (FC), pressão arterial sistólica (PAS), pressão arterial diastólica (PAD) e a pressão arterial média (PAM), que foi calculada pela soma da PAD com um terço da pressão de pulso (PAS-PAD). As medidas foram realizadas nos seguintes momentos: repouso (REP), após 15 minutos de repouso sentado; 15 (T15), 30 (T30) minutos após a sessão (T15); 3) 30 minutos após a sessão (T30); 4) 45 minutos após a sessão (T45); 5) 60 minutos após a sessão (T60); 6) 75 minutos após a sessão (T75); 7) 90 minutos após a sessão (T90).

### Análise estatística

A normalidade dos dados foi avaliada pelo teste de normalidade de Smirnov-Kolmogorov. Foi realizada uma análise de variância fatorial (ANOVA) 4 X 7 de medidas repetidas [protocolo (P1, P2, P3 e CON) x medidas de pressão arterial (REP-T15-T30-T45-T60-T75-T90)]. Como processo *post hoc* foi utilizada a comparação múltipla com correção do intervalo de confiança pelo método *Least-Significant Difference* (LSD). Os dados foram analisados através do programa *Statistical Package for the Social Sciences - SPSS* (versão 13.0). Um nível de significância de 0,05 foi estabelecido para todas as avaliações.

### Resultados

Não foram encontradas diferenças significativas nas medidas da PAS entre o repouso e as medidas realizadas após os protocolos (PAS) de exercício (P1, P2, P3). No entanto, na comparação entre os protocolos foi encontrada uma PAS significativamente maior no CON no momento T60, quando comparado ao P1 ( $p = 0,004$ ), P2 ( $p = 0,011$ ) e P3 ( $p = 0,004$ ). No momento T90, a PAS medida no P2 foi significativamente menor do que no CON ( $p = 0,036$ ) e no P3 ( $p = 0,048$ ). Os resultados da comparação da PAS entre os protocolos estão apresentados na Tabela 1.

Nas medidas da PAD após os protocolos, foi encontrado um aumento significativo após o CON nos momentos T45 ( $p =$

0,01) e T90 ( $p = 0,02$ ), quando comparados com o repouso. No P1 ocorreu HPE significativa durante os momentos T15 ( $p = 0,012$ ) e T30 ( $p = 0,03$ ). Após o P3, foi encontrada HPE significativa no momento T15 ( $p = 0,007$ ) e um aumento significativo no momento T90 ( $p = 0,018$ ) quando comparado ao repouso. Esse aumento significativo também foi observado em T90 no P2 ( $p = 0,017$ ). Na comparação entre os protocolos, foi encontrada uma PAD significativamente maior ( $p < 0,05$ ) no CON nos momentos T15 e T30 quando comparado a P1, P2 e P3. Além disso, no momento T45, a PAD medida no CON se manteve significativamente elevada quando comparada a P1 ( $p = 0,012$ ) e P2 ( $p = 0,01$ ). Os resultados da comparação dos  $\Delta$ PAD (PAD pós-exercício - PAD de REP) entre os protocolos estão apresentados no gráfico 1.

Nas respostas da frequência cardíaca (FC) após o protocolo CON foi observada uma diminuição significativa em relação ao repouso nos momentos de T60 ( $p = 0,009$ ), T75 ( $p = 0,019$ ) e T90 ( $p = 0,002$ ). Após o P1 a FC se manteve significativamente elevada em relação ao repouso de T15 ( $p < 0,001$ ) a T90 ( $p = 0,001$ ). Este aumento na FC em relação ao repouso também ocorreu após P2, no entanto a FC se manteve significativamente elevada de T15 ( $p < 0,001$ ) a T60 ( $p = 0,002$ ). Após P3 a FC se manteve elevada significativamente de T15 ( $p < 0,001$ ) a T45 ( $p = 0,012$ ). Os resultados da comparação da FC entre os protocolos estão apresentados no gráfico 2.

### Discussão

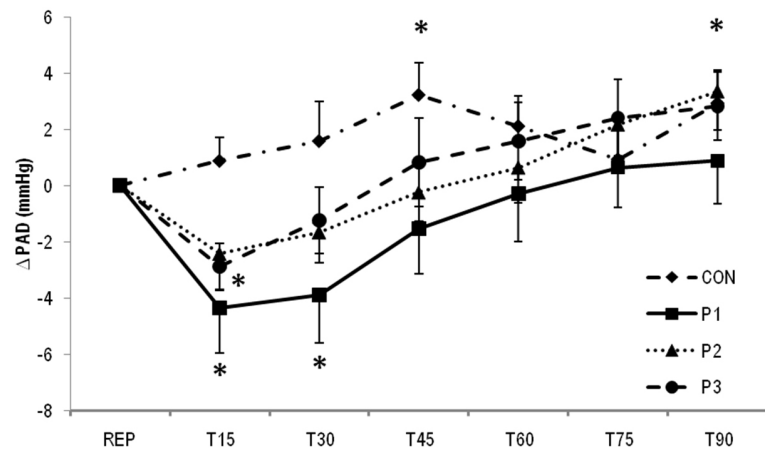
Os principais resultados encontrados foram a) nenhum dos protocolos testados provocou HPE significativa da PAS; b) uma HPE de maior magnitude e duração na PAD foi encontrada após o protocolo que utilizou um IR de 1 minutos; c) não houve diferenças significativas nas respostas da PAS e da PAD pós-exercício entre os IR.

Estudos demonstram que após a realização de apenas uma sessão de exercícios resistidos (ER) a PA pode se apresentar elevada<sup>14</sup>, reduzida<sup>9,11,13-19</sup> ou inalterada<sup>30-32</sup> quando comparada a medida pré-exercício. O presente estudo não

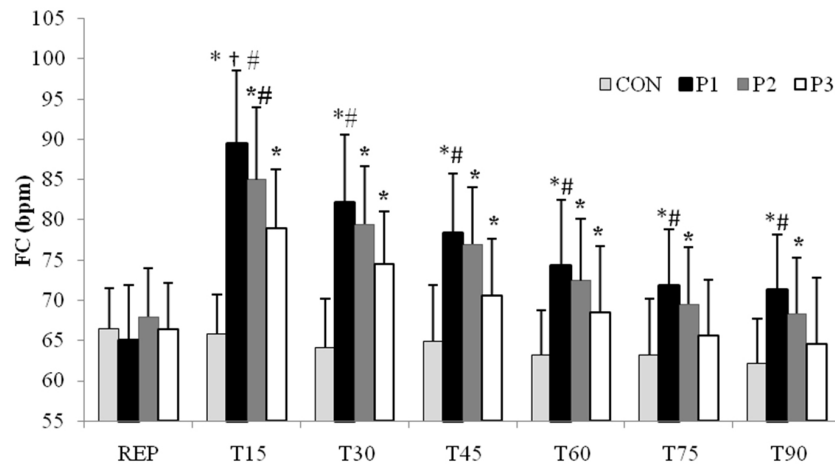
**Tabela 1 - Resposta da pressão arterial sistólica (PAS) e da pressão arterial diastólica (PAD) aos diferentes protocolos (n=16)**

	REP	T15	T30	T45	T60	T75	T90
PAS (mmHg)							
CON	116±7	115±7	118±7	117±8	120±8	117±8	119±9
P1	115±8	113±10	112±11	115±9	112±9*	114±8	115±9
P2	116±7	117±7	115±8	115±7	115±8*	115±4	115±6*
P3	116±8	114±7	114±6	115±7	114±9*	117±9	118±9
PAD (mmHg)							
CON	62±6	63±5	64±5	66±6 ‡	65±6	63±6	65±7 ‡
P1	62±6	57±6* †	58±6* †	60±6*	62±6	63±6	63±5
P2	61±5	59±5*	60±4*	61±4*	62±5	64±4	65±5
P3	61±6	59±5* †	60±6*	62±6	63±6	64±6	65±6 ‡

REP - repouso; T15 a T90 - período após o protocolo até 90 min, CON - controle; P1 - 1 min de IR; P2 - 2 min de IR; P3 - 3 min de IR; \*  $p < 0,05$  menor que o CON; †  $p < 0,05$  menor que o REP; ‡  $p < 0,05$  maior que o REP.



**Gráfico 1** - Comparação das respostas da PAD ( $\Delta$ ) nos diferentes intervalos de recuperação. REP - repouso; T15 a T90 - período após o protocolo até 90 minutos. CON - controle; P1 - 1 min; P2 - 2 min; P3 - 3 min. \*  $p < 0,05$  em relação ao REP;  $\Delta$ PAD - (PAD pós-exercício - PAD de REP).



**Gráfico 2** - Comparação das respostas da FC nos diferentes intervalos de recuperação. REP - repouso; T15 a T90 - período após o protocolo até 90 minutos; CON - controle; P1 - 1 min; P2 - 2 min; P3 = 3 min. \*  $p < 0,05$  maior que CON; †  $p < 0,05$  maior que P2; #  $p < 0,05$  maior que P3.

encontrou uma HPE significativa na PAS em nenhum dos protocolos testados. Os resultados encontrados contrariam os estudos que reportaram uma HPE na PAS após uma sessão de ER<sup>9,11,18,19</sup>. No entanto, são semelhantes aos reportados por Hill e cols.<sup>8</sup>, Raglin e cols.<sup>31</sup>, De Van e cols.<sup>15</sup>.

MacDonald e cols.<sup>33</sup> utilizando a medição direta da PA, reportaram uma HPE significativa na PAS de até 20 mmHg. Essa HPE iniciou 10 minutos após o término do protocolo e se manteve até 60 minutos. O protocolo de ER utilizado foi de 15 minutos de exercício no *leg press* unilateral a 65% de 1RM em adultos jovens normotensos. Não foram encontradas diferenças significativas na duração e nem na magnitude deste efeito entre os protocolos. Os resultados encontrados no estudo de MacDonald e cols.<sup>9</sup> diferem do

presente estudo, possivelmente pela forma execução do exercício ter sido contínua, se aproximando de uma sessão de exercício aeróbio onde a HPE tem sido reportada com mais frequência. Polito e cols.<sup>11</sup> também reportaram uma HPE significativa na PAS de até 15 mmHg após duas sessões de ER com diferentes intensidades em uma amostra formada indivíduos que praticavam ER a pelo menos 6 meses. Não foram encontradas diferenças significativas na magnitude da HPE entre os protocolos, no entanto, foi encontrada uma HPE de maior duração após o protocolo mais intenso (6RM). Em estudo similar, Simão e cols.<sup>19</sup> comparam o efeito da intensidade, do volume e do formato da série na HPE resistido. Foi encontrada uma HPE significativa na PAS com duração de 50 a 60 minutos após os protocolos. Não foram

encontradas diferenças significativas na magnitude deste efeito entre os protocolos. As diferenças entre os resultados encontrados no presente estudo e os resultados reportados por Polito e cols.<sup>11</sup> e Simão e cols.<sup>19</sup> podem ter ocorrido pelas diferenças nos protocolos utilizados e pela diferença no nível de aptidão física da amostra. No presente estudo foi utilizado um protocolo em que a carga diminuiu a cada série, no intuito de manter o mesmo volume de trabalho (carga x repetições) em todos os protocolos isolando os efeitos do IR nas variáveis analisadas. Com isso, possivelmente a combinação entre o trabalho total e IR do protocolo não tenha sido suficiente para provocar uma redução significativa na PAS. Os estudos que demonstraram a HPE na PAS após sessões de treino com intensidades mais baixas utilizaram um número maior de repetições e um IR menor, compensando assim as intensidades mais baixas<sup>11,18,19</sup>.

Rezk e cols.<sup>18</sup> avaliaram o efeito de duas sessões de ER com diferentes intensidades na HPE em uma amostra composta por 17 jovens normotensos que não praticavam nenhuma atividade física regularmente. Os protocolos testados consistiram em 3 séries de 10 repetições com carga de 80% de 1RM e 1 minuto IR entre as séries, e três séries de 20 repetições com 40% de 1RM e 45 segundos de IR entre as séries. Foi encontrada uma HPE significativa a partir de 30 minutos após o término dos dois protocolos, esse efeito se manteve até 90 minutos. Contraoando os resultados demonstrados por Polito e cols.<sup>11</sup> e Simão e cols.<sup>19</sup>, onde a intensidade influenciou na duração da HPE.

Outros estudos encontraram resultados semelhantes aos encontrados no presente estudo, onde não foram encontradas alterações significativas na PAS após uma sessão de ER. Hill e cols.<sup>8</sup> encontraram uma diminuição na PAS apenas imediatamente após o término de um protocolo com três séries de circuito de quatro exercícios com 30 segundos de intervalo entre cada aparelho, com carga de 70% de uma repetição máxima (1RM) até a fadiga voluntária em indivíduos normotensos. Raglin e cols.<sup>31</sup> avaliaram atletas universitários (15 homens e 11 mulheres) após a realização de uma sessão de ER a uma intensidade de 70 a 80% de 1RM e não encontraram diferenças significativas entre as medidas pós-exercício e as medidas em repouso da PAS. De Van e cols.<sup>15</sup> não encontraram alterações significativas na PAS durante 150 minutos após uma sessão de ER com uma série até a fadiga em nove exercícios utilizando uma carga de 75% de 1RM. Os autores avaliaram uma amostra de homens (n = 11) e mulheres (n = 5) jovens sedentários.

Com relação à PAD, após protocolo que utilizou 1 minuto (P1) de IR entre as séries, ocorreu uma HPE significativa com duração de 30 minutos. A média da diminuição da PAD foi de  $5 \pm 2$  mmHg no momento T15 e de  $4 \pm 1$  mmHg no momento T30. Os resultados encontrados no presente estudo estão de acordo com os estudos anteriores que demonstraram a ocorrência da HPE resistido na PAD com duração variando entre 10 e 60 minutos<sup>8,11,15,16,18,19</sup>. Hill e cols.<sup>8</sup> encontraram uma HPE significativa na PAD com duração de 60 minutos após o término de um protocolo de ER. A amostra do estudo foi composta por seis indivíduos normotensos com experiência com ER e idade entre 22 e 33 anos. Focht e Koltyn<sup>16</sup> avaliaram 84 voluntários (51 homens e 33 mulheres) após a execução

de três protocolos: 1) três séries de 12 a 20 repetições com carga de 50% de 1RM e 45 a 75 segundos de IR entre as séries; 2) três séries de 4 a 8 repetições com carga de 80% de 1RM e 120 a 150 segundos de IR entre as séries; 3) protocolo controle. Foi encontrada uma HPE na PAD com duração de 20 minutos após o protocolo de 50% de 1RM. Nos estudos de Polito e cols.<sup>11</sup> e Simão e cols.<sup>19</sup> também foi encontrada uma HPE significativa na PAD 10 minutos após o término do protocolo de 12 repetições com carga de 50% de 6RM. Rezk e cols.<sup>18</sup> e De Van e cols.<sup>15</sup> também encontraram uma HPE significativa na PAD, no entanto, a duração da HPE foi maior (30 minutos) do que a encontrada por Polito e cols.<sup>11</sup> e Simão e cols.<sup>19</sup>, e de mesma duração que o presente estudo. Apesar das diferenças nos protocolos utilizados a magnitude e duração da HPE na PAD no presente estudo foram similares as encontradas em estudos anteriores<sup>15,16,18</sup>.

As causas da HPE resistido ainda não foram completamente esclarecidas, possivelmente este efeito está relacionado a uma diminuição do volume sistólico enquanto a resistência vascular periférica se mantém inalterada. Dessa forma há uma diminuição do débito cardíaco e por consequência uma diminuição na PA, esse efeito foi reportado por Rezk e cols.<sup>18</sup>, um dos poucos artigos encontrados que avaliaram alguns mecanismos de controle da PA como o volume sistólico, a resistência vascular periférica e o débito cardíaco após uma sessão de ER. Segundo os autores o volume sistólico permaneceu abaixo dos níveis de repouso por 90 minutos. Essa explicação parece ser a mais plausível, pois a frequência cardíaca permanece elevada após o término do exercício possivelmente para compensar a diminuição no volume sistólico. O aumento na frequência cardíaca foi observado no presente estudo após os três protocolos de ER corroborando achados anteriores<sup>9,15,18,25,34</sup>. A diminuição do volume sistólico pode ser influenciada pela diminuição do retorno venoso causado pela diminuição no volume plasmático, pois aparentemente após a execução de ER ocorre a passagem do líquido do sangue para os espaços intersticiais diminuindo o volume sanguíneo<sup>35</sup>. Além disso, pode ocorrer uma diminuição na resistência vascular influenciada pelo acúmulo de metabólitos produzidos na contração muscular, que segundo MacDonald e cols.<sup>36</sup> é um dos fatores responsáveis pela vasodilatação e consequente queda da resistência vascular periférica. Isso pode ocorrer para que a PA seja regulada de uma forma que permita uma circulação adequada para o tamponamento de metabólitos e aporte de nutrientes necessários<sup>37,38</sup>. Isso poderia explicar a HPE na PAD encontrada no presente estudo, pois o protocolo de menor IR promoveu uma HPE com maior duração. Possivelmente esse efeito ocorreu por um maior acúmulo de metabólitos no protocolo de 1 minuto de IR, como já havia sido demonstrado por Ratamess e cols.<sup>25</sup> em estudo anterior.

Recentemente, Crisafulli e cols.<sup>39</sup> verificaram uma relação entre a concentração de lactato sanguíneo e a diminuição da resistência vascular periférica e PA após uma sessão de exercício em atletas. A utilização de menores IR pode aumentar o acúmulo de metabólitos produzido na contração muscular o que pode influenciar queda da resistência vascular periférica<sup>36</sup>, no entanto esse efeito não foi observado no presente estudo. Segundo Ratamess e cols.<sup>25</sup> a interação entre a intensidade e o volume é decisivo para respostas metabólicas

ao ER. No presente estudo o volume total (repetições x carga) foi o mesmo nos três protocolos, dessa forma apenas o efeito do IR não foi suficiente para que houvesse diferenças na HPE entre os protocolos testados.

Nos momentos T45 e T90 após CON e no momento T90 após P2 e P3 foi encontrado um aumento significativo na PAD em comparação com a medida de repouso. Este aumento na PAD após a protocolo controle foi reportado por estudos anteriores<sup>15,18</sup> e pode ter ocorrido em função do estresse ortostático causado pela posição sentada. Possivelmente a posição sentada causou uma diminuição do retorno venoso alterando o controle baroreflexo cardiopulmonar e aumentando, conseqüentemente a resistência vascular periférica e a PAD<sup>40</sup>.

## Conclusão

A partir dos resultados encontrados pode-se concluir que nenhum dos protocolos testados provocou uma HPE significativa na PAS, além disso, as respostas da PAS após os protocolos não foram influenciadas pelos diferentes intervalos de recuperação testados (1, 2 e 3 minutos).

Uma sessão de ER causa uma HPE na PAD com duração de até 30 minutos. No entanto, os diferentes intervalos de recuperação testados (1, 2 e 3 minutos) não influenciaram magnitude da HPE após uma sessão de ER com o mesmo

volume total de trabalho (repetições x carga).

O intervalo de recuperação entre as séries influencia as respostas da frequência cardíaca e do duplo-produto após uma sessão de ER, sendo que os menores intervalos causaram uma maior elevação destas variáveis.

Sugere-se que novos estudos avaliem os efeitos de outras variáveis do ER na HPE em diferentes populações, como idosos e indivíduos hipertensos. Além disso, os mecanismos fisiológicos envolvidos na HPE resistido precisam ser mais bem explicados.

## Potencial Conflito de Interesses

Declaro não haver conflito de interesses pertinentes.

## Fontes de Financiamento

O presente estudo foi parcialmente financiado por bolsa de mestrado da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes).

## Vinculação Acadêmica

Este artigo é parte de dissertação de mestrado de João Veloso pela Faculdade de Educação Física da Universidade de Brasília.

## Referências

- Pescatello LS, Franklin BA, Fagard R, Farquhar WB, Kelley GA, Ray CA, American College of Sports Medicine. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and hypertension. *Med Sci Sports Exerc.* 2004;36 (3): 533-53.
- Monteiro M, Sobral Filho DC. Exercício físico e o controle da pressão arterial. *Rev Bras Med Esporte.* 2004; 10 (6): 513-6.
- Forjaz CL, Tinucci T, Ortega KC, Santaella DF, Mion D Jr, Negrão CE. Factors affecting post-exercise hypotension in normotensive and hypertensive humans. *Blood Press Monit.* 2000; 5 (5-6): 255-62.
- Forjaz CL, Rondon MUPB, Negrão CE. Efeitos hipotensores e simpatolíticos do exercício aeróbio na hipertensão arterial. *Rev Bras Hipertens.* 2005; 12 (4): 245-50.
- Dujic Z, Ivancev V, Valic Z, Bakovic D, Marinovic-Terzic I, Eterovic D, et al. Postexercise hypotension in moderately trained athletes after maximal exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2006; 38 (2): 318-22.
- Pescatello LS, Guidry MA, Blanchard BE, Kerr A, Taylor AL, Johnson AN, et al. Exercise intensity alters postexercise hypotension. *J Hypertens.* 2004; 22 (10): 1881-8.
- Kenney MJ, Seals DR. Postexercise hypotension: key features, mechanisms, and clinical significance. *Hypertension.* 1993; 22 (5): 653-64.
- Hill D, Collins M, Cureton K, De Mello J. Blood pressure response after weight training exercise. *J Appl Sports Sci Res.* 1989 (3): 44-7.
- MacDonald JR, MacDougall JD, Interisano SA, Smith KM, McCartney N, Moroz JS, et al. Hypotension following mild bouts of resistance exercise and submaximal dynamic exercise. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1999; 79 (2): 148-54.
- Fisher MM. The effect of resistance exercise on recovery blood pressure in normotensive and borderline hypertensive women. *J Strength Cond Res.* 2001; 15 (2): 210-6.
- Polito M, Simão R, Senna G, Farinatti P. Hypotensive effects of resistance exercises performed at different intensities and same work volumes. *Braz J Sports Med.* 2003; 9: 74-7.
- Melo CM, Alencar Filho AC, Tinucci T, Mion D Jr, Forjaz CL. Postexercise hypotension induced by low-intensity resistance exercise in hypertensive women receiving captopril. *Blood Press Monit.* 2006; 11 (4): 183-9.
- Bermudes AM, 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.* 2004; 82 (1): 57-64.
- Brown SP, Clemons JM, He Q, Liu S. Effects of resistance exercise and cycling on recovery blood pressure. *J Sports Sci.* 1994; 12 (5): 463-8.
- DeVan AE, Anton MM, Cook JN, Neidre DB, Cortez-Cooper MY, Tanaka H. Acute effects of resistance exercise on arterial compliance. *J Appl Physiol.* 2005; 98 (6): 2287-91.
- Focht BC, Koltyn KF. Influence of resistance exercise of different intensities on state anxiety and blood pressure. *Med Sci Sports Exerc.* 1999; 31 (3): 456-63.
- O'Connor PJ, Cook DB. Anxiolytic and blood pressure effects of acute static compared to dynamic exercise. *Int J Sports Med.* 1998; 19 (3): 188-92.
- Rezk CC, Marrache RC, Tinucci T, Mion D Jr, Forjaz CL. Post-resistance exercise hypotension, hemodynamics, and heart rate variability: influence of exercise intensity. *Eur J Appl Physiol.* 2006; 98 (1): 105-12.
- Simão 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 (4): 853-8.
- Hamer M. The anti-hypertensive effects of exercise: integrating acute and chronic mechanisms. *Sports Med.* 2006; 36 (2): 109-16.
- 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 (5): 636-40.

22. Hill DW, Butler SD. Haemodynamic responses to weightlifting exercise. *Sports Med.* 1991; 12 (1): 1-7.
23. Kispert CP, Nielsen DH. Normal cardiopulmonary responses to acute and chronic-strengthening and endurance exercises. *Phys Ther.* 1985; 65(12):1828-31.
24. 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 (1): 51-4.
25. 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): 1-17.
26. Kraemer WJ, Fry AC. Strength testing: development and evaluation of methodology. In: Maud PJ, Foster C, (eds.). *Physiological assessment of human fitness.* Champaign (IL): Human Kinetics; 1995. p. 115-38.
27. Willardson JM, Burkett LN. A comparison of 3 different rest intervals on the exercise volume completed during a workout. *J Strength Cond Res.* 2005; 19 (1): 23-6.
28. Willardson JM, Burkett LN. The effect of rest interval length on bench press performance with heavy vs. light loads. *J Strength Cond Res.* 2006; 20 (2): 396-9.
29. Topouchian JA, El Assaad MA, Orobinskaia LV, El Feghali RN, Asmar RG. Validation of two devices for self-measurement of brachial blood pressure according to the International Protocol of the European Society of Hypertension: the SEINEX SE-9400 and the Microlife BP 3AC1-1. *Blood Press Monit.* 2005; 10 (6): 325-31.
30. 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.
31. 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 (9): 1044-8.
32. Rolsch MH, 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 (6): 881-6.
33. MacDonald J, MacDougall J, Hogben C. The effects of exercise intensity on post exercise hypotension. *J Hum Hypertens.* 1999; 13 (8): 527-31.
34. Kang J, Hoffman JR, Im J, Spiering BA, Ratamess NA, Rundell KW, et al. Evaluation of physiological responses during recovery following three resistance exercise programs. *J Strength Cond Res.* 2005; 19 (2): 305-9.
35. Bush JA, Kraemer WJ, Mastro AM, Triplett-McBride NT, Volek JS, Putukian M, et al. Exercise and recovery responses of adrenal medullary neurohormones to heavy resistance exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 1999; 31 (4): 554-9.
36. MacDonald JR. Potential causes, mechanisms, and implications of post exercise hypotension. *J Hum Hypertens.* 2002; 16 (4): 225-36.
37. Crisafulli A, Orru V, Melis F, Tocco F, Concu A. Hemodynamics during active and passive recovery from a single bout of supramaximal exercise. *Eur J Appl Physiol.* 2003; 89 (2): 209-16.
38. Takahashi T, Okada A, Saitoh T, Hayano J, Miyamoto Y. Difference in human cardiovascular response between upright and supine recovery from upright cycle exercise. *Eur J Appl Physiol.* 2000; 81 (3): 233-9.
39. Crisafulli A, Tocco F, Pittau G, Lorrai L, Porru C, Salis E, et al. Effect of differences in post-exercise lactate accumulation in athletes' haemodynamics. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2006; 31 (4): 423-31.
40. Gotshall RW, Aten LA, Yumikura S. Difference in the cardiovascular response to prolonged sitting in men and women. *Can J Appl Physiol.* 1994; 19 (2): 215-25.