

Efeito da duração da contração isométrica nas respostas hemodinâmicas de mulheres hipertensas

Effect of isometric contraction duration on hemodynamic responses in hypertensive women

Leudyenne Pacheco de Abreu^{1,2} , Carlos Brendo Ferreira Reis² , Thiago Gomes Leite¹ , Cristiano Teixeira Mostarda¹ , Richard Diego Leite² , Mário Alves de Siqueira-Filho¹ 

1. Universidade Federal do Maranhão (UFMA), São Luís, MA, Brasil
2. Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Vitória, ES, Brasil

RESUMO

Introdução: O exercício isométrico (EI) constitui uma das estratégias não farmacológicas para redução de medidas da pressão arterial após o exercício. **Objetivo:** Comparar o efeito agudo de dois protocolos com diferentes configurações de prescrição do exercício isométrico sobre parâmetros hemodinâmicos de mulheres hipertensas. **Métodos:** 10 mulheres hipertensas realizaram 2 sessões de EI a 30% de 1RM no aparelho supino horizontal com barra guiada. Os protocolos foram: 4 séries de 2 minutos de contração isométrica com 2 minutos de descanso (4x2x2); e 16 séries de 30 segundos de contração isométrica com 24 segundos de descanso (16x30x24), com 7 dias de intervalo entre as sessões. A pressão arterial foi medida por esfigmomanômetro digital, pré, imediatamente após o exercício e durante os 60 minutos de recuperação. **Resultados:** Ambos os protocolos apresentaram elevação dos valores de frequência cardíaca e duplo produto (4x2x2, $p = 0,002$ e $p < 0,001$; 16x30x24, $p = 0,001$ e $p = 0,002$, respectivamente), o protocolo 4x2x2 aumentou a pressão arterial sistólica e a pressão arterial média ($p = 0,014$ e $p = 0,034$, respectivamente), e o 16x30x24 aumentou a pressão de pulso ($p < 0,001$), quando comparado o repouso com o momento imediatamente após o exercício. A normalização dos valores avaliados foi observada a partir dos 10 min de recuperação em ambos os protocolos. Não houve efeito de interação entre os protocolos. **Conclusão:** O exercício isométrico para membros superiores com diferentes configurações (4x2x2 e 16x30x24), quando equalizados pela relação esforço:pausa, promove respostas hemodinâmicas agudas semelhantes em mulheres hipertensas controladas.

Palavras-chave: exercício isométrico; pressão arterial; hipertensão.

ABSTRACT

Introduction: Isometric exercise (IE) is one of the non-pharmacological strategies for reducing post-exercise blood pressure measurements. **Objective:** To compare the acute effect of two protocols with different configurations of isometric exercise prescription on hemodynamic parameters in hypertensive women. **Methods:** Ten hypertensive women performed 2 sessions of IE at 30% of 1RM on the horizontal bench press with a guided bar. The protocols were: 4 sets of 2 minutes of isometric contraction with 2 minutes of rest (4x2x2); and 16 sets of 30 seconds of isometric contraction with 24 seconds of rest (16x30x24), with a 7-day interval between sessions. Blood pressure was measured using a digital sphygmomanometer, pre-exercise, immediately after exercise, and during the 60-minute recovery period. **Results:** Both protocols showed an increase in heart rate and double product (4x2x2, $p = 0.002$ and $p < 0.001$; 16x30x24, $p = 0.001$ and $p = 0.002$, respectively). Protocol 4x2x2 increased systolic blood pressure and mean arterial pressure ($p = 0.014$ and $p = 0.034$, respectively), while 16x30x24 increased pulse pressure ($p < 0.001$) compared to rest immediately after exercise. Normalization of the evaluated values was observed from 10 minutes of recovery in both protocols. There was no interaction effect between the protocols. **Conclusion:** Isometric exercise for the upper limbs with different configurations (4x2x2 and 16x30x24), when equalized by work-to-rest ratio, promotes similar acute hemodynamic responses in controlled hypertensive women.

Keywords: isometric exercise; blood pressure; hypertension.

Introdução

A hipertensão arterial sistêmica (HAS) consiste na elevação sustentada da pressão arterial (PA) em repouso [1], com valores acima de 130 mmHg de pressão arterial sistólica (PAS) e 80 mmHg de pressão arterial diastólica (PAD) [2]. Sendo assim, a HAS é considerada uma das mais comuns doenças crônicas não transmissíveis (DCNT), a qual ocorre de forma progressiva através do enrijecimento dos vasos sanguíneos [3]. Também é considerada um fator de risco importante para coronariopatia e acidente vascular cerebral, bem como, responde em grande parte pela elevada taxa de mortalidade global atribuída às doenças cardiovasculares [4].

Em mulheres, a incidência de HAS aumenta [5] após a menopausa devido à redução gradual dos níveis circulantes de hormônios sexuais (estrogênio e progesterona) [6], podendo somar-se a um gradual aumento da adiposidade que colabora para elevação de marcadores pró-inflamatórios circulantes, os quais, associados a desregulação do sistema imunológico, contribuem para instalação e agravamento de resistência à insulina, alteração no sistema renina-angiotensina, hiperatividade do sistema nervoso simpático e disfunção endotelial [6,7]. Adicionalmente, elevações sustentadas da PA têm sido crescentemente relacionadas a disfunções autonômicas cardiovasculares, uma vez que o sistema nervoso autônomo (SNA) é responsável pela modulação simpática sobre o miocárdio e parassimpática sobre o nódulo sinusal, atrioventricular e miocárdio atrial [8]. Assim, para modificar esse cenário são necessárias medidas que conduzam essa população a reduzir a influência dos diversos fatores de risco para hipertensão, com subsequentemente redução dos agravos que esta doença causa sobre a saúde. Embora seja uma doença multifatorial, a HAS pode estar associada a fatores ambientais, tais como, à dieta, inatividade física e consumo de álcool [2,4].

Quanto a influência da atividade física, desde a década de 1960 são conhecidos muitos dos efeitos do exercício físico no controle e regulação da HAS [9]. Porém, recentemente a realização de exercícios resistidos isométricos (EI) tem sido associada a melhoras do controle da PA em pessoas com hipertensão [1,10]. Como características, esses exercícios possuem a facilidade para realização e possibilidade de prática com baixas cargas e diferentes configurações de prescrição (número de séries, tempo de contração, intervalo de descanso entre séries), sem mudanças do ângulo da articulação e com nenhuma ou mínima alteração do comprimento da musculatura envolvida [1]. Esses atributos destacam o EI como alternativa metodológica de treinamento e estratégia acessível para o tratamento da HAS [10–12].

Já são conhecidos alguns dos efeitos do EI sobre a PA [1,11–14], sendo comumente utilizada em estudos a configuração composta com 4 séries de 2 minutos em contração isométrica, a 30% da força voluntária máxima, quando o foco está no tratamento da hipertensão [15]. No entanto, a investigação relacionada a diferentes configurações de prescrição deste EI e seus efeitos no controle da HAS, além da sua realização com exercícios comumente utilizados nas salas de academias, ainda é pouco conhecida. Até onde sabemos, os estudos que tiveram como objetivo analisar

a resposta da PA em diferentes configurações desses exercícios foram realizados com pessoas normotensas [16–19]. É possível acreditar que modificações na configuração desses exercícios manipulando variáveis como a duração da contração isométrica possam repercutir em uma ou mais respostas ao treinamento. Não obstante, o conhecimento acerca desses efeitos pode ter como utilidade auxiliar cada praticante a escolher determinado protocolo conforme a afinidade que possua por ele.

Assim, o objetivo do presente estudo foi comparar o efeito agudo de dois protocolos com diferentes configurações de prescrição do exercício isométrico sobre parâmetros hemodinâmicos de mulheres hipertensas. Para tanto, buscamos testar a hipótese de que o exercício com curta duração da contração isométrica seja capaz de promover respostas hemodinâmicas semelhantes àquela realizado com longa duração quando equalizados pela relação esforço:pausa.

Métodos

Participantes

Trata-se de um estudo transversal, quase-experimental, que contou com a participação de 10 mulheres hipertensas sob tratamento medicamentoso regular para esta doença (Tabela 1), possuindo autorização médica para prática de exercícios. A população alvo deste trabalho era participante de um programa Institucional multidisciplinar voltado para pessoas a partir de 55 anos de idade, cujo atendimento era destinado à comunidade residente no entorno da Universidade. A amostra foi definida por conveniência e todas as voluntárias foram informadas previamente a respeito do objetivo deste estudo e receberam explicações quanto aos procedimentos adotados. Em seguida, concordaram assinar o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE).

Os procedimentos envolvidos neste estudo seguiram as determinações da Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde do Ministério da Saúde e somente foi realizado após obter aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Maranhão (UFMA) (CAAE: Nº 43181015.6.0000.5087).

Delineamento experimental

O estudo foi realizado no Laboratório de Fisiologia da Força (LAFIFO) do Núcleo de Esporte da UFMA, cujas voluntárias selecionadas participavam de outros programas regulares da Instituição.

Os procedimentos foram realizados em oito encontros (momentos) em dias distintos, obedecendo a seguinte sequência: Momento 1 – Foi realizada a apresentação do projeto, coleta das assinaturas do TCLE, Anamnese e aplicação dos questionários IPAQ (Questionário Internacional de Atividade Física) [20] e PAR-Q (Questionário de Prontoidão para Atividade Física); Momento 2 - Realização das avaliações antropométricas e da composição corporal, medidas da pressão arterial e frequência cardíaca; Momentos 3 e 4 - Realizadas as sessões de familiarização no exercício supino horizontal; Momentos 5 e 6 - Aplicação do teste e re-teste para determinação da

força voluntária máxima, através do teste de 1-repetição máxima (1RM), com intervalo de 48 horas entre elas; Momentos 7 e 8 – 48 horas após o teste e re-teste de 1RM, foi realizado o experimento com o protocolo sorteado para aquele dia. Sete dias depois foi realizado o segundo protocolo.

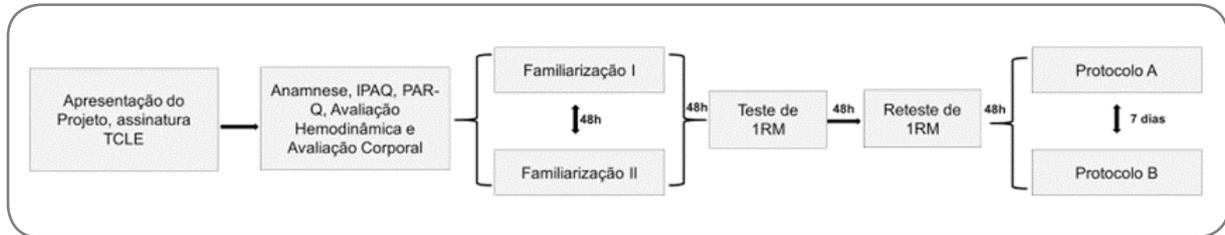


Figura 1 - Desenho experimental do estudo. A figura representa o momento de aplicação dos questionários, anamnese, assinatura do TCLE, momentos de aplicação do protocolo de intervenção e seus intervalos

Avaliação corporal

As medidas da estatura foram realizadas com estadiômetro portátil (Sanny®, modelo ES2060, São Paulo, Brasil), a massa corporal com uso da balança digital (Omron®, modelo HN-289, Omron Co., Osaka, Japão) e as medidas de circunferência de quadril, cintura e abdômen obtidas com trena antropométrica (Sanny®, modelo TR-410, São Paulo, Brasil).

Para determinação da composição corporal foi utilizada a bioimpedância elétrica tetrapolar (MALTRON®, modelo Bf-906, Reino Unido), cujas participantes foram orientadas a seguir as recomendações de preparação para medida, conforme Heyward e Stolarczyk [21].

Familiarização e avaliação da força voluntária máxima

As sessões de familiarização ocorreram em duas sessões com intervalo de 48 horas entre elas. Em cada sessão, foi realizado o exercício de supino horizontal no banco horizontal com auxílio da barra guiada (Smith Machine Matrix G1-FW161, Matrix Fitness, Estados Unidos). Foram realizadas três séries com 15 repetições, intercaladas com intervalo de 1 minuto de descanso. O peso absoluto da barra foi adotado como carga inicial e, de acordo com a percepção subjetiva de esforço (PSE) de OMNI-RES [22], eram feitas progressões de 3 a 5%.

Para determinação da força voluntária máxima, foi adaptado o teste de 1-RM de acordo com o protocolo de Baechle e Earle [23]. Inicialmente, foi realizado um aquecimento prévio com 10 repetições, considerando a última carga utilizada na familiarização. Após 1 minuto de intervalo de descanso, iniciou-se o teste de 1RM. Para o teste, as voluntárias tiveram até 5 tentativas para determinação da carga máxima. Entre cada tentativa, as participantes tiveram de 3 a 5 minutos de intervalo de descanso. A PSE de OMNI-RES [24] foi utilizada como parâmetro para incremento das cargas após cada tentativa. As participantes foram instruídas a não se ausentar do local durante a realização do protocolo e não consumir qualquer tipo de alimento durante os procedimentos. Após 48 horas os mesmos procedimentos foram repetidos (re-teste) para verificação das cargas máximas obtidas.

Parâmetros hemodinâmicos

Após chegarem ao laboratório as voluntárias eram instruídas a permanecerem sentadas e sem realização de esforços por 10 minutos para obtenção das medidas de repouso da PA e da frequência cardíaca (FC). Para nossas análises, os valores de PA e FC foram obtidos nos momentos do repouso, imediatamente após o protocolo de exercício isométrico e durante os 60 minutos seguintes de recuperação, com intervalos de 10 minutos entre cada medida (10min; 20min; 30min; 40min; 50min e 60min). Para obtenção dessas medidas foi utilizado o aparelho de pressão automático (OMRON®, modelo HEM-742®, OMRON corp., São Paulo, Brasil). Para determinação da pressão de pulso (PP) foi utilizada a diferença entre a PAS e a PAD [25].

Procedimento experimental

O presente estudo consistiu em duas sessões de exercício isométrico no aparelho supino horizontal com auxílio da barra guiada, respeitando a realização de um único protocolo por sessão. Antes da primeira sessão era feito um sorteio para determinação aleatória da ordem de realização dos protocolos por participante. As intervenções foram denominadas de protocolo 4x2x2 (composto por contrações isométricas de longa duração), sendo 4 séries de 2 minutos em contração isométrica, intercaladas com 2 minutos de descanso; e protocolo 16x30x24 (composto por contrações isométricas de curta duração), sendo 16 séries de 30 segundos em contração isométrica, intercaladas com 24 segundos de descanso. Os protocolos foram realizados com uma intensidade de 30% de 1RM, mantendo um ângulo de 90° de flexão de cotovelo, controlado com goniômetro (Carci®, São Paulo, Brasil). Além disso, os protocolos foram equalizados pela relação esforço:pausa, proposta por Paulo *et al.* [26]. Os valores da relação esforço:pausa foram determinados a partir dos seguintes cálculos: (I) tempo total de tensão muscular/total de descanso (480s:360s = 1,33), e (II) peso total sustentado/total de descanso (480s*0,3:360s = 0,4). Foi respeitado um intervalo de 7 sete dias entre as duas sessões de exercícios.

Análise estatística

A análise da normalidade foi realizada pelo teste de Shapiro-Wilk e os resultados foram expressos como Média±Desvio Padrão da Média ($M \pm DPM$). A análise de variância ANOVA two-way para medidas repetidas foi adotada para analisar possíveis efeitos do fator tempo (repouso, imediatamente após o exercício, e recuperação aos 10min, 20min, 30min, 40min, 50min e 60min), do fator protocolo (4x2x2; 16x30x24) e para detectar possíveis efeitos de interações entre os fatores, seguidas pelo post hoc teste de Bonferroni. As análises respeitaram o pressuposto de esfericidade avaliada pelo teste de Mauchly e aplicada a correção de Greenhouse-Geisser quando necessário. Foi adotado o nível de significância para $p \leq 0,05$. Para análise de reprodutibilidade do teste de 1RM foi feito teste de correlação intraclasse (ICC). Os dados foram tabulados no programa Office Excel (Microsoft®, versão 2016) e as análises realizadas pelo SPSS® 25.0 (SPSS, Inc., Chicago).

Resultados

As participantes do estudo apresentaram média de valores pressóricos sugestivos de bom controle para o quadro de hipertensão arterial, apesar de possuírem indicadores de sobrepeso medidos a partir da média do IMC (Tabela I). Para as cargas utilizadas durante os protocolos, o coeficiente de correlação intraclasse (ICC) indicou que há confiabilidade boa entre os valores obtidos no teste e re-teste de 1RM (ICC = [IC 95% = 0,298 - 0,929]; $F_{(9,9)} = 7,127$; $p = 0,004$) [27].

Tabela I - Características das mulheres hipertensas participantes do estudo (N=10)

Idade (anos)	60 ± 5
Massa corporal (kg)	67,53 ± 14,67
Estatura (cm)	158 ± 0,06
IMC (kg/m ²)	27,48 ± 4,87
RCQ (cm)	0,81 ± 0,06
% Gordura	38,26 ± 7,48
% Massa Magra	61,74 ± 7,48
Pressão arterial sistólica (mmHg)	131,5 ± 13,92
Pressão arterial diastólica (mmHg)	81,60 ± 9,50
Frequência cardíaca (bpm)	69,70 ± 6,78
Duplo produto (mmHg-bpm)	9188 ± 1443
Pressão arterial média (mmHg)	185,9 ± 18,16
Pressão de pulso (mmHg)	49,9 ± 11,68

Os dados são apresentados como Média ± Desvio Padrão da Média (M ± DPM). kg = quilograma, cm = centímetros, IMC = índice de massa corporal, bpm = batimentos por minutos, m² = metro quadrado, % = percentual

Como resposta aos protocolos com EI foi possível observar efeito do fator tempo sobre medidas da PAS [$F_{(5\%, 7,00)} = 12,44$; $p < 0,001$]. No protocolo 4x2x2, a medida imediatamente após foi significativamente superior na comparação com o repouso ($p = 0,014$). Durante a recuperação houve queda das medidas da PAS aos 10min, 20min, 30min e 50min, em comparação ao imediatamente após ($p = 0,015$; $p < 0,001$; $p = 0,001$, e; $p = 0,004$, respectivamente). No protocolo 16x30x24, o post-hoc de Bonferroni detectou reduções da PAS na recuperação aos 10min, 20min e 60min, em comparação ao imediatamente após ($p = 0,006$; $p = 0,049$; $p = 0,024$, respectivamente) (Tabela II).

Não houve influência dos fatores tempo [$F_{(5\%, 7,00)} = 1,80$; $p = 0,101$], protocolo [$F_{(5\%, 1,00)} = 0,36$; $p = 0,563$], ou de efeitos de interação entre os fatores [$F_{(5\%, 7,00)} = 0,98$; $p = 0,453$] nas medidas da PAD (Tabela II).

Também observamos efeito do tempo sobre as medidas da FC [$F_{(5\%, 2,19)} = 59,87$; $p < 0,001$]. Em cada protocolo individualmente (4x2x2 ou 16x30x24) a FC foi superior imediatamente após o exercício na comparação com o repouso ($p = 0,002$ e $p = 0,001$, respectivamente) e todas as medidas da recuperação apresentaram redução quando comparado ao imediatamente após em ambos os protocolos ($p \leq 0,001$ para todos os momentos) (Tabela II).

A resposta da PAM foi influenciada pelo fator tempo [$F_{(5\%, 7,00)} = 7,99$; $p < 0,001$]. No protocolo 4x2x2, a PAM elevou-se significativamente no período imediatamente após comparado ao repouso ($p = 0,035$). Durante a recuperação, essa medida foi menor aos 10min, 20min, 30min e 50min, comparado ao imediatamente após ($p = 0,003$; $p < 0,001$; $p < 0,001$; $p = 0,013$, respectivamente). Por outro lado, no protocolo 16x30x24, a única mudança foi detectada pela redução da PAM aos 10min da recuperação, em comparação ao imediatamente após ($p = 0,048$) (Tabela II).

A PP também foi influenciada pelo fator tempo [$F_{(5\%, 7,00)} = 18,16$; $p < 0,001$]. No protocolo 4x2x2 houve apenas redução da PP aos 50min da recuperação, comparada a medida imediatamente após ($p=0,030$). Por outro lado, no protocolo 16x30x24, a PP foi maior imediatamente após o exercício, em comparação ao repouso ($p < 0,001$). Além disso, a PP foi menor em todas as medidas da recuperação, em comparação ao imediatamente após ($p = 0,001$; $p = 0,003$; $p = 0,013$; $p = 0,011$, $p = 0,007$; $p = 0,001$, respectivamente) (Tabela II).

Tabela II - Respostas hemodinâmicas ao exercício isométrico supino horizontal em mulheres hipertensas

Protocolo 4x2x2								
	Repouso	Imed. Após	Medidas de recuperação					
			10min	20min	30min	40min	50min	60min
PAS (mmHg)	127±14	147±10*	129±13#	128±11#	127±10#	127±19	126±12#	134±19
PAD (mmHg)	78±8	79±9	74±9	76±9	75±9	78±11	77±10	80±14
FC (bpm)	74±8	101±15*	72±7#	72±9#	72±9#	71±9#	71±9#	72±10#
PAM (mmHg)	179±19	200±12*	179±18#	178±16#	177±16#	180±25	177±19#	187±27
PP (mmHg)	49±8	69±14	55±9	52±7	51±4	49±11	49±4#	54±8
DP (mmHg.bpm)	9345±1500	14815±2429*	9380±1572#	9254±1732#	9060±1447#	9069±1784#	8954±1474#	9744±2283#
Protocolo 16x30x24								
PAS (mmHg)	126±13	145±17	123±7#	125±8#	126±7	124±11	126±7	128±10#
PAD (mmHg)	76±9	74±9	73±4	73±6	76±5	76±7	80±6	77±7
FC (bpm)	73±9	99±14*	72±5#	72±8#	71±7#	73±10#	70±6#	73±9#
PAM (mmHg)	176±17	194±21	171±9#	174±9	176±8	175±13	179±8	180±11
PP (mmHg)	50±10	71±13*	50±6#	51±10#	50±7#	47±11#	47±8#	51±12#
DP (mmHg.bpm)	9149±1297	14403±2999*	8785±836#	8967±1150#	8870±1054#	9013±1697#	8884±1116#	9351±1479#

Os dados são apresentados como Média±Desvio Padrão da Média (M±DPM)

Imed. Após = imediatamente após, * Representa diferença em comparação ao Repouso; # Representa diferença em comparação ao imediatamente após. Fonte: Os autores

E ao analisar o DP também observamos efeito do fator tempo [$F_{(5\%, 2,39)} = 64,99$; $p < 0,001$]. No protocolo 4x2x2 houve aumento do DP imediatamente após o exercício, em comparação ao repouso ($p < 0,001$). Durante a recuperação, todas as medidas foram significativamente menores em comparação ao imediatamente após ($p < 0,001$ para todos os momentos).

De modo semelhante, após realização do protocolo 16x30x24 houve aumento do DP imediatamente após, em comparação ao repouso ($p = 0,002$). Sendo observada

também a redução significativa do DP em todos os tempos da recuperação, em comparação ao imediatamente após ($p = 0,001$; $p = 0,001$; $p = 0,002$; $p = 0,004$, $p = 0,002$; $p = 0,003$, respectivamente) (Tabela II).

No presente estudo não detectamos diferenças nos parâmetros hemodinâmicos quando comparadas as respostas entre os protocolos utilizados ($p \geq 0,05$).

Discussão

O presente estudo teve como objetivo comparar o efeito agudo de dois protocolos com diferentes durações da contração isométrica sobre parâmetros hemodinâmicos de mulheres hipertensas. Nossos principais achados permitiram constatar que exercícios realizados no supino horizontal com diferentes durações de contração isométrica, mas equalizados na relação esforço:pausa, promovem respostas hemodinâmicas em magnitude semelhante em mulheres com hipertensão arterial controlada.

Em nosso trabalho pudemos observar que, entre os protocolos, não houve diferença no comportamento hemodinâmico quando analisadas as medidas de PAS, PAD, PAM, FC, PP e DP. Considerando a análise individualizada, no protocolo 4x2x2, caracterizado pelo longo tempo sob contração muscular isométrica, houve uma redução significativa na PAS e PAM entre 10 e 30 minutos no período de recuperação em comparação com o período imediatamente após o esforço. Já no protocolo 16x30x24, caracterizado pelo curto tempo sob contração muscular isométrica, houve o mesmo comportamento na PAS em até 20min e na PAM 10min.

Nesse sentido, estudos anteriores que compararam diferentes tipos de prescrição equalizados pela relação esforço:pausa observaram o mesmo comportamento hemodinâmico após a realização de sessões únicas de EI [17–19]. Mayo *et al.* [19] não observaram reduções significativas na PA após diferentes protocolos (5 séries de 8 repetições com 3min de intervalo; 10 séries de 4 repetições com intervalo 80seg; e 40 séries de 1 repetição com 18,5seg de intervalo; equalizado em 40reps:720 seg a 10-RM) em até 40 minutos realizado no Leg Press 45°. Em outro estudo, Mayo *et al.* [18] não observaram reduções significativas na PAS e PAD em nenhum dos protocolos (protocolo com descanso entre as repetições vs. protocolo indo até a falha muscular) em comparação com o repouso em diferentes exercícios (supino vs. agachamento livre). Río-Rodríguez, Iglesias-Soler & Olmo [17] também não observaram efeito hipotensor nos protocolos (protocolo com descanso entre as repetições vs. protocolo indo até a falha muscular em isometria na cadeira extensora). Contudo, em estudos que não controlaram a relação esforço:pausa, mostraram que a quantidade de massa muscular envolvida e o volume total de treino podem ser um fator determinante para que ocorra resposta hipotensora [28]. Um dos mecanismos que pode explicar fisiologicamente a influência do volume e de exercícios com grandes grupamentos musculares é o aumento de substâncias vasodilatadoras liberadas da região endotelial induzidas pelo aumento de fluxo sanguíneo após esforço e a redução da resistência vascular periférica [29].

Além disso, em nosso estudo, foi observado que imediatamente após os protocolos, a PAS, PAM, FC e DP permaneceram elevadas significativamente em comparação com o repouso, independente da configuração. Em contrapartida, Río-Rodríguez, Iglesias-Soler e Olmo [17] observaram que apenas a FC permaneceu elevada em comparação com o valor de repouso no protocolo com maior tempo sob tensão (até a falha), em comparação com o protocolo realizado com descanso entre as repetições, ambos realizados em isometria na cadeira extensora. Assim, postulamos que a persistência na elevação da FC após uma sessão de exercícios, provavelmente se deva à demora na recuperação vagal no coração, retirada barorreflexa, e por uma possível sobrecarga cardiovascular induzida pelo exercício com aumento significativo do DP [30,31]. Portanto, a análise do balanço simpato-vagal seria uma medida importante para confirmar essa hipótese, fazendo-se necessária a realização de novos estudos para melhor entendimento desta questão. No entanto, considerando que o aumento observado é transitório, isso não impede que pessoas hipertensas participantes de programas com exercícios isométricos, após pelo menos quatro semanas, já se beneficiem do efeito hipotensor crônico, cuja magnitude pode até ser superior àquela observada em praticantes de treinamento de força dinâmica ou de treinamento aeróbico [1].

Adicionalmente, pudemos observar que o protocolo 16x30x24 foi responsável por maior efeito de mudança sobre a PP, a qual foi expressa pelo maior valor na medida imediatamente após em comparação ao repouso e em relação a todas as medidas durante os 60 minutos da recuperação. Desse modo, acreditamos que a maior elevação da PP imediatamente pós-esforço deste protocolo possa ter relação com o curto intervalo de tempo disponível para recuperação entre as séries, pois, caso essa condição justifique a realização de manobras de Valsalva o aumento da rigidez arterial em decorrência da elevada pressão intratorácica e abdominal pode refletir diretamente em artérias periféricas e na aorta [32].

Por fim, assumimos que o presente estudo possua como limitações o baixo tamanho amostral e por sua amostra ser composta somente por participantes do sexo feminino, não permitindo extrapolar sua conclusão para pessoas do sexo masculino. Neste conjunto também consideramos o fato de basear as medidas da pressão arterial a partir de um método duplamente indireto e por não dispor de análises da Monitorização Ambulatorial da Pressão Arterial de 24 horas pela sua acurácia e para avaliação do alcance dos protocolos nesse período. Além disso, o estudo avaliou somente o efeito de uma sessão para cada protocolo, restringindo a análise do exercício isométrico a atuação de grupamentos musculares apenas para os membros superiores.

Conclusão

O exercício isométrico para membros superiores com diferentes configurações (4x2x2 e 16x30x24), quando equalizados pela relação esforço:pausa, promove respostas hemodinâmicas agudas semelhantes em mulheres hipertensas controladas.

Como aplicações práticas a partir deste estudo propomos que o EI para membros superiores (supino reto com auxílio da barra guiada) com maior ou menor tempo de duração da contração muscular (4x2x2 e 16x30x24) possa ser utilizado para auxiliar no controle dos níveis pressóricos de pessoas com hipertensão arterial sistêmica, sem que seja observado risco cardiohemodinâmico adicional. Além disso, o protocolo com menor duração sob tensão isométrica pode servir como alternativa para pessoas que recorram a esse tipo de exercícios, mas que tenham queixas pela sensação de esforço causada pelas contrações isométricas prolongadas, pois ambos protocolos promovem respostas hemodinâmicas equivalentes. Embora esta condição ainda mereça ser testada, ainda assim pode servir como balizador na escolha entre um destes protocolos.

Vinculação acadêmica

Este artigo representa o trabalho de conclusão de curso de Leudyenne Pacheco de Abreu, orientada pelo professor Mário Alves de Siqueira-Filho na Universidade Federal do Maranhão.

Conflito de interesses

Os autores declaram que não há conflitos de interesses financeiros concorrentes conhecidos ou relacionamentos pessoais que possam ter influenciado o trabalho relatado neste artigo.

Fontes de financiamento

Ausência de financiamento/uso de recursos próprios dos autores.

Contribuições dos autores

Concepção e desenho da pesquisa: Abreu LP, Leite TG, Mostarda CT, Siqueira-Filho MA, Leite RD; **Obtenção de dados:** Abreu LP, Leite TG, Siqueira-Filho MA; **Análise e interpretação dos dados:** Abreu LP, Reis CBF, Siqueira-Filho MA; **Análise estatística:** Abreu LP, Reis CBF, Siqueira-Filho; **Redação do manuscrito:** Abreu LP, Reis CBF, Siqueira-Filho; **Revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante:** Leite RD, Siqueira-Filho.

Referências

1. Carlson DJ, Dieberg G, Hess NC, Millar PJ, Smart NA. Isometric exercise training for blood pressure management: A systematic review and meta-analysis. *Mayo Clin Proc.* 2014;89:327–34. doi: 10.1016/j.mayocp.2013.10.030
2. Pescatello LS, Buchner DM, Jakicic JM, Powell KE, Kraus WE, Bloodgood B, et al. Physical activity to prevent and treat hypertension: a systematic review. *Med Sci Sports Exerc.* 2019;51:1314–23. doi: 10.1249/MSS.0000000000001943
3. Hartog R, Bolignano D, Sijbrands E, Pucci G, Mattace-Raso F. Short-term vascular hemodynamic responses to isometric exercise in young adults and in the elderly. *Clin Interv Aging.* 2018;13:509–14. doi: 10.2147/CIA.S151984
4. Whelton PK, Carey RM, Aronow WS, Casey DE, Collins KJ, Himmelfarb CD, et al. 2017 ACC/AHA/AAPA/ABC/ACPM/AGS/APhA/ASH/ASPC/NMA/PCNA guideline for the prevention, detection, evaluation, and management of high blood pressure in adults: Executive summary: A report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task. 2018;71. doi: 10.1161/HYP.000000000000066
5. Amiri M, Ramezani Tehrani F, Behboudi-Gandevani S, Bidhendi-Yarandi R, Carmina E. Risk of hypertension in women with polycystic ovary syndrome: A systematic review, meta-analysis and meta-regression. *Reproductive Biology and Endocrinology.* 2020;18:1–15. doi: 10.1186/s12958-020-00576-1
6. Leite RD, Prestes J, Pereira GB, Shiguemoto GE, Perez SEA, Deapartment PS, et al. Menopause : Highlighting the effects of resistance training 2010:761–7. *Int J Sports Med.* 2010;31:761–7. doi: 10.1055/s-0030-1263117
7. Chedraui P, Escobar GS, Ramírez C, Pérez-López FR, Hidalgo L, Mannella P, et al. Nitric oxide and pro-inflammatory cytokine serum levels in postmenopausal women with the metabolic syndrome. *Gynecol Endocrinol.* 2012;28:787–91. doi: 10.3109/09513590.2012.671395
8. Aubert AE, Sepe B, Beckers F. Heart rate variability in athletes. *Sports Med.* 2003;33:889–919. doi:

10.2165/00007256-200333120-00003

9. Heller EM. Rehabilitation after myocardial infarction: practical experience with a graded exercise program. *Can Med Assoc J* [citado 2023 jun 12]. 1967;97:22-7. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/Rehabilitation-after-myocardial-infarction%3A-with-a-Heller/e6537f3fd-8583577fba1fa4ed0fc26974020e038>

10. Smart NA, Way D, Carlson D, Millar P, McGowan C, Swaine I, *et al.* Effects of isometric resistance training on resting blood pressure: Individual participant data meta-Analysis. *J Hypertens*. 2019;37:1927-38. doi: 10.1097/HJH.0000000000002105

11. Cornelissen VA, Smart NA. Exercise training for blood pressure: a systematic review and meta-analysis. *J Am Heart Assoc* 2013;2:1-9. doi: 10.1161/JAHA.112.004473

12. Wiles JD, Goldring N, Coleman D. Home-based isometric exercise training induced reductions resting blood pressure. *Eur J Appl Physiol* 2017;117:83-93. doi: 10.1007/s00421-016-3501-0

13. Taylor AC, McCartney N, Kamath M V., Wiley RL. Isometric training lowers resting blood pressure and modulates autonomic control. *Med Sci Sports Exerc*. 2003;35:251-6. doi: 10.1249/01.MSS.0000048725.15026.B5

14. Smart NA, Gow J, Bleile B, Van der Touw T, Pearson MJ. An evidence-based analysis of managing hypertension with isometric resistance exercise—are the guidelines current? *Hypertension Research* 2020;43:249-54. doi: 10.1038/s41440-019-0360-1

15. Baffour-Awuah B, Pearson MJ, Dieberg G, Smart NA. Isometric resistance training to manage hypertension: systematic review and meta-analysis. *Curr Hypertens Rep* 2023;25:35-49. doi: 10.1007/S11906-023-01232-W

16. Paulo AC, Tricoli V, Queiroz ACC, Laurentino G, Forjaz CLM. Blood pressure response during resistance training of different work-to-rest ratio. *J Strength Cond Res* 2019;33:399-407. doi: 10.1519/JSC.0000000000002074

17. Río-Rodríguez D, Iglesias-Soler E, Olmo MF. Set configuration in resistance exercise: Muscle fatigue and cardiovascular effects. *PLoS One* 2016;11:1-18. doi: 10.1371/journal.pone.0151163

18. Mayo X, Iglesias-Soler E, Fariñas-Rodríguez J, Fernández-Del-Olmo M, Kingsley JD. Exercise type affects cardiac vagal autonomic recovery after a resistance training session. *J Strength Cond Res* 2016;30:2565-73. doi: 10.1519/JSC.0000000000001347

19. Mayo X, Iglesias-Soler E, Carballeira-Fernández E, Fernández-Del-Olmo M. A shorter set reduces the loss of cardiac autonomic and baroreflex control after resistance exercise. *Eur J Sport Sci*. 2016;16:996-1004. doi: 10.1080/17461391.2015.1108367

20. Matsudo S, Araújo T, Matsudo V, Andrade D, Andrade E, Oliveira LC, *et al.* Questionário internacional de atividade física (ipaq): estudo de validade e reprodutibilidade no Brasil. *Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde* 2001;6:5-18. doi: 10.12820/RBAFS.V.6N2P5-18

21. Heyward VHSLM. Avaliação da composição corporal aplicada: fundamentos da composição corporal. São Paulo: Editora Ma; 2000.

22. Lagally KM, Robertson RJ. Construct validity of the OMNI Resistance Exercise Scale. *J Strength Cond Res*. 2006;20:252-6. doi: 10.1519/R-17224.1

23. Baechle TR, Earle RW. Essentials of strength training and conditioning. NSCA -National Strength & Conditioning Association; 2000.

24. Lagally KM, Robertson RJ. Construct validity of the OMNI resistance exercise scale. *J Strength Cond Res*. 2006;20:252-6. doi: 10.1519/R-17224.1

25. Mendes-Pinto D, Rodrigues-Machado MG. Aplicabilidade dos marcadores de rigidez arterial na doença arterial periférica. *J Vasc Bras*. 2019;18:1-9. doi: 10.1590/1677-5449.009318

26. Paulo CA, Roschel H, Ugrinowitsch C, Kobal R, Tricoli V. Influence of different resistance exercise loading schemes on mechanical power output in work to rest ratio – equated and – nonequated conditions. *J Strength Cond Res*. 2012;26:1308-12. doi: 10.1519/JSC.ob013e31822e89d0

27. Koo TK, Li MY. A guideline of selecting and reporting intraclass correlation coefficients for reliability research. *J Chiropr Med*. 2016;15:155-63. doi: 10.1016/J.JCM.2016.02.012

28. Polito MD, Farinatti PDTV. 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. doi: 10.1590/s1517-86922006000600017

29. Halliwill JR, Buck TM, Lacewell AN, Romero SA. Postexercise hypotension and sustained postexercise vasodilatation: What happens after we exercise? *Exp Physiol*. 2013;98:7-18. doi: 10.1113/expphysiol.2011.058065

30. MacDougall JD, Tuxen D, Sale DG, Moroz JR, Sutton JR. Arterial blood pressure response to heavy resistance exercise. *J Appl Physiol*. 1985;58:785-90. doi: 10.1152/jappl.1985.58.3.785

31. Williams MA, Haskell WL, Ades PA, Amsterdam EA, Bittner V, Franklin BA, *et al.* Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease: 2007 update: A scientific statement from the American Heart Association Council on Clinical Cardiology and Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism. *Circulation*. 2007;116:572-84. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.107.185214

32. Mendes R, Themudo Barata JL. Envelhecimento e pressão arterial. *Acta Med Port*. 2008;21:193-8.

