

Dissertação de Mestrado

**EFEITO DO EXERCÍCIO DE POTÊNCIA NA PRESSÃO ARTERIAL
EM IDOSOS HIPERTENSOS: UM ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO
CRUZADO**

Renato Porto Schimitt

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

FACULDADE DE MEDICINA

Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde: Cardiologia e Ciências

Cardiovasculares

**EFEITO DO EXERCÍCIO DE POTÊNCIA NA PRESSÃO ARTERIAL EM IDOSOS
HIPERTENSOS: UM ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO CRUZADO**

Autor: Renato Porto Schimitt

Orientador: Dr. Rodrigo Ferrari da Silva

*Dissertação submetida como requisito para
obtenção do grau de Mestre ao Programa de Pós-
Graduação em Ciências da Saúde, Área de
Concentração: Cardiologia e Ciências
Cardiovasculares, da Universidade Federal do Rio
Grande do Sul.*

Porto Alegre, 2019.

CIP - Catalogação na Publicação

Schimitt, Renato Porto
Efeito do exercício de potência na pressão arterial
em idosos hipertensos: um ensaio clínico cruzado. /
Renato Porto Schimitt. -- 2019.
56 f.
Orientador: Rodrigo Ferrari.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, Faculdade de Medicina, Programa de
Pós-Graduação em Ciências da Saúde: Cardiologia e
Ciências Cardiovasculares, Porto Alegre, BR-RS, 2019.

1. Envelhecimento. 2. Hipotensão pós exercício. 3.
Pressão Arterial Ambulatorial. 4. Exercício de Força
Explosiva. I. Ferrari, Rodrigo, orient. II. Título.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais e meu irmão, pelo apoio incondicional e incentivo ao crescimento pessoal e profissional. Sem eles, jamais chegaria onde cheguei.

À Greicy, pelo apoio, pelo companheirismo, pela compreensão, pelo amor, pelo carinho, pela dedicação e por fazer de todos os momentos ao longo dessa caminhada muito mais leves. E a cima de tudo, por me dar o maior presente que a vida pode dar.

Ao Luís Filipe, meu filho, que ainda não pode ler estas palavras. Tu me deste um novo sentido para a vida.

Aos meus amigos, pelo companheirismo sempre.

À Juliana Beust de Lima, pelo apoio e companheirismo desde a iniciação científica. Obrigado pela parceria, pelos cafés e almoços.

Ao Professor Dr. Rodrigo Ferrari, pela oportunidade ímpar, pela incessante orientação, pela constante presença e em especial por proporcionar inúmeras oportunidades de aprendizado. Muito obrigado, é uma honra ser teu primeiro aluno de mestrado.

Aos colegas do Laboratório de Fisiopatologia do Exercício, muito obrigado pelos ensinamentos e o convívio edificante. Em especial ao Professor Dr. Daniel Umpierre por disponibilizar as dependências do laboratório para a realização das coletas.

Aos colegas do PREVER. À Professora Dra. Sandra Fuchs pela disponibilidade e apoio na elaboração do artigo científico oriundo deste trabalho, também por disponibilizar os aparelhos de MAPA, sem eles não existiriam os dados apresentados neste documento. Ao Guilherme Sestin, pelo companheirismo e estar sempre disposto a auxiliar na solução de eventuais problemas.

E principalmente aos colegas Leandro, Lucas e Rafael pela colaboração direta nas coletas e na formulação deste projeto, desde a base. Muito obrigado pelo convívio harmonioso, pelas risadas, pelas apresentações em Gramado na SOCERGS. Graças à vocês pude concluir esta etapa.

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	4
RESUMO.....	5
1. INTRODUÇÃO.....	6
2. OBJETIVOS.....	7
Objetivo geral:.....	7
Objetivos específicos:.....	7
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	8
Envelhecimento populacional e hipertensão arterial sistêmica.....	8
Respostas hemodinâmicas do exercício físico.....	10
Respostas pressóricas do exercício resistido e potência.....	12
4. ARTIGO CIENTÍFICO.....	18
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	41
ANEXOS.....	51

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AVDs - Atividades da vida diária

HAS- Hipertensão Arterial Sistêmica

DCVs- Doenças Cardiovasculares

HPE- Hipotensão Pós-Exercício

PA- Pressão Arterial

EP – Exercício de Potência

RT- Exercício Resistido Tradicional

EF- Exercício Físico

HAS – Hipertensão Arterial Sistêmica

RVP – Resistência Vascular Periférica

DC – Débito Cardíaco

IC – Intervalo de Confiança de 95%.

RESUMO

Apesar do exercício resistido ser vastamente recomendado como terapia não farmacológica para reduzir os níveis de pressão arterial (PA), os efeitos do exercício de potência (EP) na PA ambulatorial não estão claros. O objetivo do presente estudo é determinar os efeitos de uma sessão de TP na PA de ambulatório em pacientes idosos com hipertensão. MÉTODOS: vinte e quatro sujeitos idosos com hipertensão de ambos os sexos, com idades de 60 a 75 anos foram submetidos em ordem aleatória a duas sessões: EP e controle (C). O EP foi composto por 3 séries de 10 repetições de cinco exercícios (leg press, supino, extensão de joelhos, remada em pé e flexão de joelhos) a 50% 1RM. A fase concêntrica durante cada repetição foi realizada “o mais rápido possível”, enquanto que a fase concêntrica durou aproximadamente 1 a 2 segundos. A sessão C foi realizada em repouso sentado nas máquinas de musculação. As sessões tiveram duração de 40 minutos. Respostas de PA no laboratório e ambulatoriais foram obtidas. RESULTADOS: A PA diastólica (PAD) noturna reduziu ($-3,1 \pm 1,5$ mmHg; 95% CI: $-6,1$ a $-0,1$ P=0,04) após EP comparado com C. A PA média (PAM) noturna reduziu ($-3,6 \pm 1,8$ mmHg; CI 95% = $-7,1$ to $-0,5$; P=0,02) após EP comparado com C. Não foram encontradas diferenças entre EP e C na média de 24-horas e diurna de PAD e PAM. Para PAS, não foram encontradas diferenças entre EP e C nas médias de 24-horas, noturna e diurna. CONCLUSÕES: O presente estudo demonstrou que uma sessão de EP reduziu significativamente a PAD e PAM noturna de idosos hipertensos.

1. INTRODUÇÃO

O envelhecimento biológico está associado com importantes reduções de força e potencia muscular, massa muscular e independência física (1, 2). Esses declínios aumentam o risco de desenvolver diversas doenças crônicas e mortalidade por qualquer causa (1-4). O exercício físico regular é a principal intervenção para desacelerar estes processos (1, 5, 6). O exercício resistido (ER), por sua vez parece ser a melhor estratégia para incrementos no sistema neuromuscular e a capacidade para realizar as atividades de vida diária na população idosa. (3, 4, 7).

A hipertensão arterial sistêmica (HAS) é o principal fator de risco para desenvolver doenças cardiovasculares (8) e aumenta a prevalência ao longo da sua vida útil, afetando dois de cada três indivíduos idosos no Brasil (9, 10). Contudo, diferentes exercícios são recomendados como intervenções não farmacológicas para o controle dos níveis de pressão arterial (PA) e os benefícios do exercício resistido (ER) para reduzir os níveis de PA ainda são controversas (11-14) necessitando de mais estudos sobre o tema. Uma recente meta-análise mostrou que o ER reduziu cerca de -6 mmHg na sistólica e -5 mmHg na diastólica em sujeitos com hipertensão, sugerindo que o ER é uma estratégia eficiente para o controle da PA (11). As reduções crônicas na PA pós-exercício são resultantes do somatório das exposições subsequentes das sessões de exercício (i.e., hipotensão pós-exercício – HPE) (15, 16). Considerando que essas variações na PA estão relacionadas com mudanças no débito cardíaco e a resistência vascular periférica (RVP) (17-19) e a análise dos mecanismos que levam as reduções de PA após o EF podem ajudar a compreender melhor o fenômeno da HPE.

As diretrizes recentes sugerem que a prescrição de EF deve incluir exercícios com força explosiva (i.e., exercício de potência – EP) em idosos baseados em maiores incrementos nos desfechos funcionais após o EP quando comparado com o EF tradicional. (20, 21). O EP

é caracterizado por ser executado com menores intensidades (30-60% do 1RM) e séries que não levam a falha concêntrica, o que pode ser uma estratégia interessante para minimizar o estresse cardiovascular durante o exercício em populações com maior risco como indivíduos hipertensos. Escassas informações sobre o efeito da HPE através do EP demonstraram reduções nos níveis de PAS (~7.9 mmHg) durante 35 minutos após o término do exercício e menor sobrecarga cardíaca (duplo produto ≈ 700 mmHg/bpm) em mulheres idosas com hipertensão (22). O estudo supracitado apresenta algumas limitações como a participação apenas de mulheres e a ausência de medidas de PA de 24h pelo método de monitorização ambulatorial de pressão arterial (MAPA)(22).

2. OBJETIVOS

Objetivo geral:

Comparar a variação da pressão arterial ao longo de 24 horas em indivíduos idosos submetidos ao exercício de potência e sessão controle.

Objetivos específicos:

Comparar a variação da pressão arterial aferida através de monitorização ambulatorial da pressão arterial (MAPA) para pressão sistólica de 24 h, diurna e noturna e pressão diastólica de 24 horas, diurna e noturna, durante e após as sessões experimentais de exercício de potência ou controle.

Comparar a variação da pressão arterial, avaliada através do método oscilométrico nos 60 minutos após as sessões experimentais de exercício de potência ou controle.

3. REVISÃO DE LITERATURA

Envelhecimento populacional e hipertensão arterial sistêmica

O envelhecimento biológico está associado a redução marcante das funções do sistema neuromuscular, especialmente em relação a força, potência e massa muscular (1-4). Como consequência, essas perdas levam a redução na capacidade funcional dos idosos (7), bem como perda de independência na realização de atividades de vida diárias (1-4, 7). Ainda, essas perdas estão diretamente relacionadas ao aumento da mortalidade por diversas causas (6).

No estudo de Ruiz et al. (2008) 10.265 homens foram acompanhados por 18,9 anos para avaliar a associação entre força muscular e mortalidade. Os sujeitos que apresentaram maiores níveis de força muscular e capacidade aeróbica apresentaram uma taxa de morte 60% menor quando comparados com os sujeitos com menor aptidão física. O estudo conclui que a força muscular está inversamente associada com o risco de morte por qualquer causa, morte por doença cardiovascular e morte por câncer, independente de fatores confundidores como a capacidade aeróbica (6). Outro estudo que acompanhou 1506 homens hipertensos durante duas décadas mostrou que maiores níveis de força muscular reduzem o risco de morte por todas as causas (5). Ainda nesse contexto, maiores níveis de força muscular estão associadas com menor risco de mortalidade em sujeitos adultos, independente da idade (23).

Trinta e oito estudos envolvendo 1.907.580 participantes foram incluídos em uma recente meta-análise, os estudos incluídos apresentaram um total de 63.087 mortes. Essa revisão mostrou que maiores níveis de aptidão física estão associadas com uma redução de risco de mortalidade por qualquer causa (RR= 0.69; 95% CI, 0.64-0.74) comparado com menor força muscular, com uma associação levemente maior em mulheres (RR= 0.60; 95% CI, 0.51-0.69) do que homens (RR= 0.69; 95% CI, 0.62- 0.77)(23).

Baseado nessas evidências a força muscular é um componente físico importante onde mudanças no estilo de vida dos indivíduos idosos são capazes de auxiliar na prevenção e tratamento das condições clínicas supracitadas.

Nesse sentido, a prática regular de exercícios físicos (EF) vem recebendo grande atenção dos pesquisadores, particularmente na manutenção e incremento das funções do sistema neuromuscular (24). Ainda, combater o sedentarismo através de modificações de estilo de vida contribui para reduzir os efeitos deletérios do envelhecimento, além impactar direta ou indiretamente no tratamento de doenças cardiovasculares e fatores de risco associados como a hipertensão arterial.

A Hipertensão arterial sistêmica (HAS) é caracterizada pela elevação sustentada dos níveis de pressão arterial sistólica (≥ 130 mmHg) e diastólica (≥ 80 mmHg) (25). A HAS está associada a alterações funcionais e/ou estruturais de órgãos alvo (coração, rins, pulmão e encéfalo), sendo agravada pela presença de outros fatores de risco cardiovasculares como diabetes mellitus, obesidade e sedentarismo (26, 27). Ainda, níveis elevados de pressão arterial (PA) estão associados com 50% dos óbitos por acidente vascular encefálico e 45% dos óbitos por cardiopatia isquêmica (28).

Estima-se que aumentos na PA sistólica e diastólica acima de 115 mmHg e 75 mmHg, respectivamente, aumentam exponencialmente o risco de desfechos cardiovasculares (26). Da mesma forma, a elevação de 20 mmHg de PA sistólica e 10 mmHg de PA diastólica duplica o risco de doença cardiovascular isquêmica e doença vascular encefálica, para todas as faixas etárias (26). Na população brasileira, a prevalência de hipertensão varia de 28,7% (IC 95%: 26,2-31,4%) na população adulta a 68,9% (IC 95%: 64,1-73,3%) na população idosa (9, 10). Sendo assim, existe uma relação direta e linear entre envelhecimento e prevalência de HAS, a qual está relacionada ao aumento da expectativa de vida da população brasileira, atualmente em 74,9 anos, bem como ao aumento da população de idosos no período de 2000 a 2010 (de

6,7% para 10,8%), segundo o último senso do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (29). A prevalência elevada e baixas taxas de controle fazem da HAS um dos principais fatores de risco modificáveis e um dos mais importantes problemas na saúde pública (30).

Nesse sentido, a prática regular de exercícios físicos (EF) vem recebendo grande atenção dos pesquisadores, particularmente quanto aos seus benefícios na redução dos níveis de PA (16-18). Ainda, as recentes diretrizes sugerem a inclusão de EF como uma estratégia interessante para combater os efeitos deletérios do envelhecimento, além de contribuir para a redução de desfechos desfavoráveis de doenças crônicas e a compreensão dos mecanismos que levam à redução dos níveis de PA carecem de mais estudos.

Respostas hemodinâmicas do exercício físico

Durante o exercício dinâmico, para ajustar a demanda de reperfusão da musculatura envolvida há um incremento significativo do débito cardíaco (31). Esse incremento se dá pela redução do tônus parassimpático e um aumento da atividade simpática, o que influencia no aumento da frequência cardíaca e contratilidade, além do aumento do retorno venoso promovido pela vasoconstrição exercida pelas contrações dos músculos envolvidos (32).

Neste contexto, o exercício resistido contribui para grandes incrementos na PAS e na PAD como demonstrado em um estudo clássico de MacDougall e cols. (33) que demonstrou, através de medidas de pressão arterial invasivas, valores médios de 320/250 mmHg durante o exercício. Essas mudanças bruscas de pressão estão relacionadas com o aumento do tônus simpático, compressão dos vasos exercida pela musculatura e a presença da manobra de Valsava (expiração forçada com a glote fechada) o que resulta em um aumento expressivo da pressão intratorácica (33). As respostas de incremento da PA estão diretamente relacionadas com a magnitude da carga envolvida, quanto mais próximo da capacidade máxima do indivíduo maior será o incremento na PA (31, 34, 35).

As variações na PA estão diretamente relacionadas a alterações no débito cardíaco (DC) e na resistência vascular periférica (RVP) (17, 19). A redução da PA em indivíduos jovens parece estar mais relacionada à redução do DC, enquanto em idosos está mais associada à redução da RVP (17). No estudo de Brandão Rondon e cols. 2002 (36) avaliando o efeito do ER em variáveis hemodinâmicas de idosos hipertensos demonstrou que há uma associação forte na redução do volume diastólico final após uma sessão de ER.

Por possuírem características multifatoriais, os mecanismos que levam o ER a diminuir os níveis de PA ainda não estão completamente elucidados, entretanto as principais adaptações oriundas da prática de EF derivam do somatório das exposições ao EF que resultam na diminuição da resistência vascular, menor ativação do sistema nervoso autônomo, alteração da resposta vascular, melhora da vasodilatação independente do endotélio e alterações estruturais, como o aumento luminal, a complacência arterial e o aumento no número de vasos pré-capilares (19).

Os mecanismos que envolvem o exercício dinâmico na melhora da função e saúde vascular estão também relacionados aos seus efeitos no endotélio (37). Diferentes tipos de exercício geram padrões diferentes de estresse de cisalhamento arterial (38) e diferentes padrões de cisalhamento produzem respostas distintas na função endotelial (39). Mais especificamente, o aumento no cisalhamento anterógrado está associado com melhoras na função vascular e *up-regulation* das vias de síntese de óxido nítrico, um importante vasodilatador (37, 39). Estudos que avaliaram o efeito agudo do exercício apresentaram respostas diferentes em relação ao tempo de avaliação de fluxo: nos estudos que avaliaram imediatamente após o exercício demonstraram menor resposta na dilatação mediada pelo fluxo (37, 40), ao passo que os estudos que avaliaram de 30 a 60 minutos após o exercício demonstraram resultados conflitantes (37, 41). Os fatores que influenciam no resultado da resposta vascular, além do momento da análise, são: estresse oxidativo(42), taxa de

cisalhamento(37), pressão arterial de base (43), diâmetro arterial de base, atividade do sistema nervoso simpático(37), intensidade do exercício (44) e modalidade de exercício(37).

Respostas pressóricas do exercício resistido e potência

Diversos estudos demonstraram efeitos benéficos do EF na redução crônica da PA (45-50), podendo essa diminuição ser resultado do somatório dos efeitos hipotensores que ocorrem nas horas seguintes à sessão de exercício (51). Essa queda sustentada dos níveis pressóricos resultantes de uma única sessão de exercícios é denominada hipotensão pós-exercício (HPE) (15). Para que a HPE tenha relevância clínica a magnitude da redução dos níveis pressóricos deve ser sustentada por um período relativamente prolongado (52). A ocorrência da HPE em humanos vem sendo documentada tanto em sujeitos normotensos quanto hipertensos e seu efeito é mais expressivo em sujeitos com níveis de pressão arterial basais mais elevados (11) e o monitoramento ambulatorial de pressão arterial (MAPA) é um importante exame, capaz de avaliar a pressão arterial do indivíduo ao longo de 24 horas, na pesquisa é utilizada para monitorar os potenciais efeitos do exercício, bem como a duração destes efeitos na redução da PA.

Para uma melhor compreensão do estado da arte, o quadro abaixo apresenta um detalhamento dos principais estudos que avaliaram agudamente os efeitos do exercício resistido, concorrente e de potência em indivíduos idosos com hipertensão.

Quadro de revisão de literatura							
Autor/ Ano/ Revista	Intervenção C	Intervenção E1	Intervenção E2	Idade	N	Δ PAS (mmHg) Δ PAD (mmHg) MAPA	
EXERCÍCIO DE FORÇA	Vale et al. 2018	Repouso (Sentado) 20 min	Tradicional 3 exercícios com repetições máximas a 6RM	Tradicional 3 exercícios com repetições máximas a 15RM	15	E1= NS E2= NS C= NS	
	J Transl Med			57,4 ±6,1	15	E1= NS E2= NS C= NS	
	Queiroz et al. 2015	Repouso (Sentado) 40 min	Tradicional 7 exercícios com repetições máximas a 50% IRM	-	50,0 ± 3,0	26 (12)	E1= -9* C= NS
	Scand J Med Sci Sports						C= NS
	Cavakante et al. 2015	Repouso (Sentado) 40 min	Baixa Intensidade 8 exercícios 3x12 a 40% IRM	Alta intensidade 8 exercícios 3x12 a 80% IRM	65,0 ± 3,0	20	E1= -11* E2= -13** C= NS
	Clin Interv Aging						E1= NS E2= NS C= NS
	Moreira et al. 2014	Repouso (Sentado) 60 min	Tradicional 10 exercícios 3x12 a 60% IRM	-	66,0 ±8,0	20	E1= -7,7 C= NS
	Clin Physiol Funct Imaging						E1= -14,3 C= NS
	Brito et al. 2014	Repouso (Sentado) 20 min	Tradicional 10 exercícios 1x10 rep a 50% IRM	Força tradicional 10 exercícios 3x10 a 50% IRM	65,0 ±3,0	10	E1= -17,9* E2= -26,5** C= NS
	Clin Interv Aging						E1= -7,7* E2= -13,8** C= NS
EXERCÍCIO CONCORRENTE	Brito et al. 2013	Repouso (Sentado) 20 min	Tradicional 10 exercícios 3x10 a 80% IRM	Tradicional 10 exercícios 1x10 a 50% IRM	65,0 ± 3,0	10	E1= -33* E2= - 24** C= NS
	Clin Physiol Funct Imaging						E1= -17* E2= 2** C= NS
	Melo et al. 2006	Repouso (Sentado) 60 min	Tradicional 6 exercícios 3x20 a 40% IRM	-	46,0 ± 1,0	11	E1= -5 C= NS
	Blood Press Monit.						E1= -4 C= NS
	Cordeiro et al. 2018	Repouso (Sentado) 40 min	AE: 20 min (4-6 BORG) EF: 9 exercícios por 18 min (4-6 BORG)	-	64,9 ± 1,4	16	E1= -13 NS
	J Strength Cond Res						E1= -9 NS
	Ferrari et al. 2017	Repouso (Sentado) 45 min	AE: 25min 65-70% Vo2max F: 4 exercícios 4x8 a 70% IRM	Aeróbio contínuo 45 min 60-75% Vo2max	65,3 ± 3,3	20	E1= NS E2= NS C= NS
	Exp Gerontol						E1= NS E2= -12** C= NS
	Azevedo et al. 2017	Repouso (Sentado) 40 min	AE1: 10 min cicloergometro (7-8 OMNI) F: 4 exercícios 3x10 a 75% 8RM +2 min caminhada (5-6 Borg) AE2: 10 min caminhada (5-6 OMNI)	-	57,5 ± 5,1	11	E1= -8,2 C= NS
	Front. Cardiovasc. Med.						E1= NS E2= -4* E2= -2,5** C= NS
Dos Santos et al. 2014	Repouso (Sentado) 20 min	AE: 20 min esteira a 65-75% FC reserva F: 7 exercícios 3x10 a 100% 10RM	Combinado Tradicional AE: 20 min esteira a 65-75% FC reserva F: 7 exercícios 3x10 a 70% IRM	E1= 64,2 ±3,1 E2= 62,6 ± 2,5 C= 63,1 ± 2,3	20	E1= NS E1 =-4,9* E2= -4,1 C= NS	
J Strength Cond Res.						E1= NS E2= -12** C= NS	

Autor/ Ano/ Revista	Intervenção C	Intervenção E1	Intervenção E2	Idade	N	Δ PAS (mmHg)	Δ PAD (mmHg)	MAPA
EXERCÍCIO POTÊNCIA	Orsano et al. 2018 Clim Interv Aging	Não possui 10 exercícios 3x10 a 70% 10RM	Tradicional	67,1±6,9	15	NS	NS	NÃO
			10 exercícios 3x10 a 70% 10RM					
Coelho-Jr et al. 2017 Clim Interv Aging	Repouso (Semanado) 50 min	Potência 8 exercícios 3x 8-10 a 50% 1RM	Tradicional	67,1±4,6	21	E1= -9,1* E2=-6,4** C= NS	NS E2= -8,4** C= NS	NÃO
			8 exercícios 3x8-10 70% 1RM					
Machado et al. 2019 Clim Interv Aging	Não possui	Potência 8 exercícios 3x 8- 10 a .30% 1RM	-	68,7± 7,8	12 (6 HTN)	E1= -6,5 -	E1= -4,5 -	NÃO
			-					

Legendas: *, E1 ≠ E2 e C; **, E2 ≠ E1 e C; AE: Exercício Aeróbico; F: Exercício de Força.

O ER vem demonstrando sucesso em aumentar a força e potência muscular, bem como o desempenho funcional de idosos e por essa razão é considerado o principal tipo de EF para combater os efeitos deletérios do envelhecimento (1, 53-55) além desempenhar um importante papel na redução dos níveis de PA. Corroborando com estas informações 64 estudos envolvendo o exercício resistido no controle pressórico foram meta-analisados (11). Esse estudo mostrou que o ER de moderada intensidade reduz: em sujeitos hipertensos ($\approx 6/5$ mmHg), sujeitos pré-hipertensos ($\approx 3/3$ mmHg) e em normotensos ($\approx 0/1$ mmHg). Os autores destacam a importância de mais estudos para investigar a viabilidade do ER como opção no tratamento de sujeitos com HAS e a inclusão do ER como terapias baseada em estilo de vida para essa população (11). Além disso, os autores relatam que existem algumas peculiaridades nos ECR analisados, onde algumas populações parecem se beneficiar mais do ER, particularmente pelas reduções de PA serem maiores em sujeitos que não estejam fazendo uso de terapia farmacológica quando comparados com aqueles que o fazem (≈ 4 vs 1 mmHg) (11). Entretanto, essas evidências precisam ser analisadas com mais cautela tendo em vista que o relato dos medicamentos utilizados pelos participantes em ECR envolvendo ER é mal descrito.

Em um recente estudo que teve como objetivo avaliar a correlação entre os efeitos agudos de 4 diferentes modalidades de exercício para prever a continuidade dos efeitos hipotensores do treinamento físico (56). Os dados deste estudo mostram que há uma correlação dos efeitos agudos do exercício aeróbico contínuo ($R= 0,66$ IC95% $0,34$ a $0,84$; $P= 0.001$) com modalidade, já no exercício resistido ($R= 0,45$ IC 95%: $0,16$ a $0,67$; $P=0,007$) apenas para prever os efeitos na PAD (56).

O ER tradicional envolve execuções em velocidades relativamente baixas (dois segundos para a fase concêntrica e dois segundos para a fase excêntrica) com cargas submáximas ou máximas e tem demonstrado resultados interessantes no que diz respeito às

variáveis de força, potência e massa muscular. Já o exercício de potência (EP), tipo de ER que usualmente utiliza cargas mais baixas que o ER tradicional e tem como principal característica a alta velocidade de execução das repetições dentro das séries (24, 57), vem recebendo grande atenção dos pesquisadores que investigam os benefícios do EF em idosos em função de potenciais benefícios adicionais para a população idosa.

Embora o ER tradicional melhore a força muscular e a funcionalidade de idosos, indivíduos que realizam regularmente o EP podem atingir maiores níveis potência muscular, melhor desempenho na funcionalidade e melhoras semelhantes na força muscular, quando comparados ao ER tradicional (24). Ainda, por utilizarem séries submáximas e cargas mais baixas que o ER tradicional (24, 57, 58), o EP gera uma menor sobrecarga cardiovascular durante a prática do exercício (22, 59), se apresentando como uma alternativa bastante interessante para a população em maior risco cardiovascular.

Até o presente momento, são poucos os estudos que utilizaram a pressão arterial como desfecho primário para avaliar os efeitos hipotensores decorrentes da sessão de exercício. No estudo de Arazi e colaboradores (2013) foram analisados dez sujeitos jovens frente a diferentes intensidades de EP demonstrando reduções significativas nos níveis pressóricos, independente das intensidades de exercício (60). Outro estudo comparou os efeitos agudos do EP em homens e mulheres jovens e normotensos frente a diferentes intensidades, mostrando que as respostas imediatas ao exercício são semelhantes e independentes do sexo (61).

A literatura é ainda mais escassa quando a população estudada é composta por indivíduos hipertensos. Até a presente revisão apenas três estudos envolvendo sujeitos idosos hipertensos tiveram como desfecho de interesse a pressão arterial. No estudo de Coelho-Júnior e cols. (2017) avaliando a diferença entre o ER tradicional e o EP em 21 mulheres idosas hipertensas (PAS 135 ± 21 mmHg e PAD 83 ± 16 mmHg) (22). Os principais achados

deste estudo demonstram que as respostas pressóricas frente aos diferentes tipos de exercício são semelhantes e ambas as sessões reduzem significativamente a pressão arterial após o exercício: a sessão de potência reduziu aproximadamente 9,1 mmHg na PA sistólica por 35 minutos após o exercício e na sessão de ER -6,4 mmHg na sistólica e -8,4 mmHg na diastólica, entretanto a ausência de dados de MAPA inviabilizam a análise da duração dos efeitos protetores gerados pelas sessões. Além disso, a intensidade do grupo potência foi de 70% do 1RM, notoriamente as cargas nessa intensidade reduzem a capacidade de produção de potência ao longo do exercício – usualmente entre 30 e 60% 1RM- o que pode tornar a característica dos exercícios muito semelhantes e havendo um desequilíbrio entre as sessões. No estudo de Orsano et al. (62) também avaliando a diferença entre o EP e o ER tradicional com cargas semelhantes (70% de 10RM \approx 52% 1RM) não apresentou diferenças significativas nos níveis de PA em idosos hipertensos. E a mais recente publicação sobre o tema (63), foram analisados 12 idosos com diabetes, sendo 50% da amostra composta por hipertensos e distribuídos de forma igual na randomização, fora observado uma redução de 6,5 mmHg e 4,5 mmHg após a sessão de potência composta por 3 séries de 10 repetições de 8 exercícios a 30%1RM. Contudo, este estudo apresenta fragilidades importantes, não há um grupo comparador (grupo controle ou outra modalidade de ER), número de sujeitos insuficientes para o desfecho PA.

Dadas as fragilidades metodológicas dos estudos supracitados e as lacunas ainda não preenchidas, o presente estudo justifica-se pela necessidade de entender os potenciais efeitos do treinamento de potência na redução de pressão arterial em indivíduos idosos e hipertensos.

4. ARTIGO CIENTÍFICO

Effect of a Power Training Session on Blood Pressure in Elderly Hypertensive Participants: A Crossover Clinical Trial

Renato Porto Schimitt - Hospital de Clínicas de Porto Alegre and Health Sciences: Cardiology and Cardiovascular Sciences Post-Graduate Program, Federal University of Rio Grande do Sul.

Leandro de Oliveira Carpes – Hospital de Clínicas de Porto Alegre and Health Sciences: Cardiology and Cardiovascular Sciences Post-Graduate Program, Federal University of Rio Grande do Sul.

Lucas Betti Domingues - Hospital de Clínicas de Porto Alegre and Health Sciences: Cardiology and Cardiovascular Sciences Post-Graduate Program, Federal University of Rio Grande do Sul.

Sandra Cristina Pereira da Costa Fuchs – Hospital de Clínicas de Porto Alegre and Principal of Health Sciences: Cardiology and Cardiovascular Sciences Post-graduate Program, Federal University of Rio Grande do Sul.

Rodrigo Ferrari - Hospital de Clínicas de Porto Alegre and Health Sciences: Cardiology and Cardiovascular Sciences Post-graduate Program, Federal University of Rio Grande do Sul.

Short title: Power Training Exercise in Elderly Hypertensives

Trial registration: clinicaltrials.gov identifier: NCT 03615625

Word count: Abstract: 225; Text: 2909.

Corresponding author:

Rodrigo Ferrari, Ph.D.

Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Rua Ramiro Barcelos 2350, 90035-903

Porto Alegre, RS, Brazil.

E-mail: rod.ferrari84@gmail.com

Abstract

Background: Although resistance exercise is widely recommended as a non-pharmacological therapy to reduce blood pressure (BP), the effect of a power training session (PT) on ambulatory BP (AMBP) remains unclear. **Objective:** to evaluate the effect of a PT session on AMBP in elderly hypertensive participants. **Methods:** Twenty-four participants with hypertension aged 60 to 75 years performed two sessions in random order: PT and C. The PT was composed by 3 sets of 8-10 repetitions in 5 exercises (i.e., knee flexion, knee extension, leg press, bench press and upright row) at 50%1RM. The concentric phase during each repetition were performed "as fast as possible", while the eccentric phase of the movement last approximately 1 to 2 seconds duration. The C session was performed in seated rest in exercise machines. Both experimental sessions last 40 min. **Results:** Night-time DBP decreased after PT when compared with C ($-3,1 \pm 1,5$ mmHg; 95% CI: -6,1 to -0,1 P=0,04). Night-time MBP decreased after PT when compared with C ($-3,6 \pm 1,8$ mmHg; CI 95% = -7,1 to -0,5; P=0,02). No differences between PT and C in 24-hours and day-time DBP and MBP were found. For systolic BP, no differences between PT and C in 24-hours, night-time and day-time were found. **Conclusion:** A single session of PT produces significant reductions in both DBP and MBP during night-time in older patients with essential hypertension.

Introduction

Biological aging is associated with decrease in muscle strength and power, muscle mass and physical independence (1, 2). These declines increase the risk to develop several chronic diseases and mortality (1-4). Regular physical exercise is a cornerstone intervention to slow down these processes (1, 5, 6), and resistance exercise (RE) seems to be the best

strategy to improve neuromuscular system and the capacity to perform daily living activities in the elderly populations (3, 4, 7).

Hypertension (HTN) is the most important risk factor for developing cardiovascular disease (8) and increases its prevalence throughout lifespan, affecting two of every three elderly individuals in Brazil (9, 10). Although different exercises are recommended as non-pharmacological intervention to reduce blood pressure (BP) the benefits of RE to reduce BP is still controversial (11-14) and need to be further investigated. A recently published meta-analysis showed RE decreases by about 6 mmHg in systolic and 5 mmHg in diastolic BP in hypertensive individuals, suggesting RE as an effective strategy to reduce BP (11). The chronic reductions on post-exercise BP are resulted of acute BP decreases following single bouts of exercise (i.e., post-exercise hypotension – PEH) (15, 16). Considering that variation in BP is related to cardiac output changes and peripheral vascular resistance (PVR) (17-19), assessment of mechanisms that lead to decrease BP after RE could help to better understand PEH phenomenon.

Current guidelines have suggested that RE prescription should include high velocity resistance training (i.e., power training – PT) in elderly based on greater enhancements in functional outcomes after PT when compared to traditional RE (20, 21). PT is usually performed at low intensities (40-50% of 1RM) and using sets not to failure, which could be an interesting strategy to reduce cardiovascular stress during exercise in higher risk populations such as hypertensives. Scarcity data regarding PT effects on PEH demonstrated decrease in SBP (~7.9 mmHg) during 35 minutes after exercise completion and lower cardiac workload (double product \approx 700 mmHg/bpm) in older women with hypertension (22). The abovementioned study has some limitations such as the use of women only and no assessment of BP using 24h ambulatory blood pressure monitoring (ABPM)(22).

It remains uncertain how long a single PT session reduces BP among elderly hypertensive individuals. Therefore, the purpose of the present study is to evaluate the effect of a PT session on ABPM in elderly hypertensive participants. The main hypothesis is that a single session of PT would decrease BP in comparison to a control day without exercise.

Methods/Design

Study Design

A randomized clinical trial with crossover design was performed in order to evaluate the effect of PT session on 24h BP of hypertensive patients (Fig. 1). Participants were randomly allocated to perform two experimental sessions: a PT exercise session or a non-exercise control session. The protocol followed the CONSORT guidelines for Nonpharmacological Treatment (23).

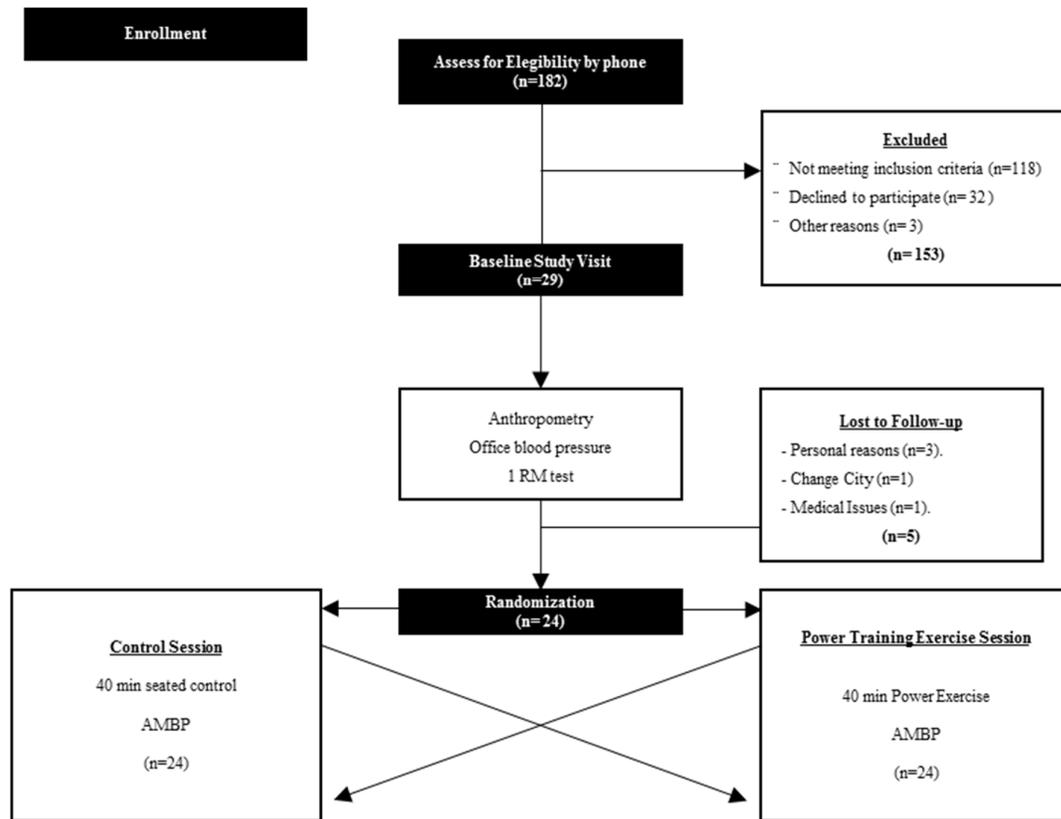


Figure 1. Flowchart of study.

Randomization

The randomization list was generated by an epidemiologist using a software (random.org) and it was uploaded to the Excel software in order to obtain allocation concealment. This epidemiologist did not participate in the recruitment or assignment to intervention groups. Participants and the research team were blinded to the randomization list until the moment of assignment.

Eligibility criteria

Men and women aged 60 to 75 years with hypertension (Office BP between 130-179 mmHg and 80-110 mmHg for systolic and diastolic blood pressure, respectively) not engaged in structured exercise programs in the last 3 months prior to the start of the trial. Exclusion criteria included previous diagnosis of ischemic heart disease, heart failure, reduced life

expectancy, current smokers or ex-smokers for less than 6 months, body mass index over than 39.9 kg/m², and diabetes with retinopathy.

Sample size and power calculation

Sample size was estimated according to the results of a previous study using a similar design (24). A sample size of in 24 individuals with hypertension, allowing a dropout rate of 10%, would be able to detect a difference of 5 ± 12 mmHg in systolic 24h BP among interventions (PT and control sessions), with 80% of statistical power and a type I error rate of 5%. WinPepi software calculator was used to estimate the sample size.

Ethics approval and consent to participate

All participants read and signed an informed consent form before beginning the study. Participation were voluntary, and all ethical principles of confidentiality and data protection was followed.

The study protocol was conducted according to the principles of the Declaration of Helsinki and in compliance with the Brazilian legal and regulatory framework for research involving human beings (NR 466/12). The study protocol was approved by the Institutional Review Board of Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Brazil (number 18-0178), is registered in clinicaltrials.gov under identifier number NCT03615625.

Procedures

The study procedures were performed at Hospital de Clínicas de Porto Alegre (Porto Alegre, RS, Brazil). Participants were instructed to attend three different days separated by 48-96h at the lab. On the first and second visits, the research team performed anthropometric and office blood pressure assessments (in duplicate, using Dinamap, Critikon, EUA) and an exercise familiarization using the RE that were evaluated during maximal strength test (1RM) and PT session. During the third visit, participant's maximal strength was assessed through 1RM test.

Anthropometry

Anthropometric assessment consisted in measurements of body mass and height by a stadiometer and an analogic balance (FILIZOLA, Brasil) to calculate body mass index (BMI; $\text{body mass/ height}^2$). Waist circumference (WC) was assessed using the middle point between upper iliac crest and the lower costal rib using an inelastic standardized measure-tape (Cescorf, Brazil) in the horizontal plane. Also, these values were used to calculate the Waist to Height Ratio (WHR: waist circumference/height).

One Repetition Maximum Test

Assessments for maximum strength were evaluated in 5 resistance exercises: leg press, bench press, knee extension, upright row and knee flexion. A specific warm up composed by 2 sets of 10 and 5 repetitions, using 50% and 75% of estimated 1RM load, respectively, was performed. In the first 1RM attempt, participants were instructed to realize a maximum number of repetitions limited by 10 repetitions. After that, the load was adjusted through Lombardi coefficients, when necessary. Each participant's 1RM was determined with no more than three attempts with a five-minute recovery between each attempt.

Experimental Sessions

Participants performed two experimental sessions: PT session and a non-exercise control session (C) at seated rest. They were recommended to avoid coffee and other stimulant substances 30 min prior to each experimental session, as well as to avoid physical exercise, to keep the usual dietary intake throughout the study, avoid alcohol ingestion, and to have the last meal 4 hours before each session. Participants maintained their current antihypertensive medications throughout the trial.

Both experimental sessions were performed in the afternoon at the same time of the day and lasted approximately 2 hours. Each session started with 20 min of rest in supine

position before intervention, 40 min of exercise or control intervention, and 60 min of rest in supine position, after intervention. Standardized BP assessment before and after each experimental session was performed (pre, post 0', post 15', post 30', post 45, and post 60').

The PT session was composed by 3 sets of 8-10 repetitions of 5 exercises: leg press, bench press, knee extension, upright row and knee flexion, using an intensity corresponding to 50% of 1RM and two-minute intervals between sets and exercises. The concentric phase of exercises during each repetition was performed "as fast as possible", while the eccentric phase lasted 1 to 2 seconds.

Outcome measures

The primary outcome is the difference in 24h, day-time and night-time AMBP assessed after each experimental session (PT session and control session). The secondary outcomes were systolic and diastolic office BP, assessed using an automatic oscillometric device, before and after each experimental session throughout one hour.

24 hours Ambulatory Blood Pressure Monitoring

For Ambulatory Blood Pressure Monitoring an automated oscillometric device was used (Spacelabs 90702, Spacelabs Medical Inc., EUA). A cuff was placed in non-dominant arm of the participant. Measurements were taken every 15 minutes at day-time and 20 minutes at night-time. Participants filled a dairy about day activities, symptoms, sleep and wake-up time. Day-time period starts at 7 A.M. and night-time at 23 P.M.

Office blood pressure

For clinical assessment a semi-automatic oscillometric sphygmomanometer (Dinamap, Critikon, EUA) was used according to the VII Brazilian National Guidelines in Cardiology(25). All participants were instructed to remain in silence without using any device (i.e. smartphones, notebooks). A cuff was placed in the arm, with 2 centimeters from

the cubital fossa. Blood pressure measures from both arms were assessed with a time difference of 1 minute between procedures. Repeated measures were performed twice in the arm with the highest BP values. The mean of BP values was used to represent office blood pressure in mmHg.

Statistical analysis

Data was registered in duplicate by two different researchers. Data was expressed as means and standard deviation for variables with normal distribution or medians and interquartile range for non-normal distributions and 95% confidence intervals (95%CI). General Estimated Equations (GEE) analysis was used to compare main effects before and after the experimental sessions. Post-hoc comparisons were done by Bonferroni test. All analysis were performed using SPSS Statistics for Windows, version 22.0 (IBM corp., Armonk, NY,USA).

Results

Participants characteristics are shown in **Table 1** (Mean \pm SD for parametric data and median \pm interquartile interval for non-parametric data). Overall, participants were elderly, sedentary, mostly overweight and had good muscular strength levels. One participant was not taking blood pressure lowering drugs, but most of them take two medications.

Table 2. Sample characteristics**Participants with hypertension (N=24)**

Age (years) (\pm SD)	66.7 (4.3)
Sex, n (%)	
Men	12 (50)
Women	12 (50)
Ethnicity, n (%)	
White	20 (83,3)
Black	3 (12,5)
Asian	1 (4,2)
Anti-hypertensive medications, median (range)	2 (1-4)
Diuretics, n (%)	19 (79.2)
β blockers, n (%)	17 (70.8)
Angiotensin converting enzyme inhibitors, n (%)	8 (33.3)
Angiotensin receptor antagonists, n (%)	14 (58.3)
Calcium channel blockers, n (%)	19 (79.2)
α -2 agonists, n (%)	1 (4.2)
Combined Therapy, n (%)	23 (95.8)
Anthropometry	
Weight, (Kg) (range)	76 (68.8 - 87.3)
Height*(m) (range)	1.62 (1.56 - 1.69)
BMI, (Kg/m ²) (\pm SD)	29.7 (3.7)
Waist (cm) (range)	96.5 (87.5 - 106.8)
Waist Height Ratio (cm) (range)	0.6 (0.55 - 0.66)
Hemodynamic	
SBP, (mmHg) (\pm SD)	132.6 (12.9)
DBP, (mmHg) (\pm SD)	76.0 (8.1)
MBP, (mmHg) (\pm SD)	96.8 (7.9)
HR, (bpm) (\pm SD)	66.5 (11.2)
DP, (mmHg/bpm) (\pm SD)	8824.3 (1728.5)
Neuromuscular	
Leg Press(Kg) (range)	129 (102 - 165)
Knee Extension,(Kg) (\pm SD)	86.5 (28.2)
Knee Flexion, (Kg) (\pm SD)	53.5 (18.6)
Bench Press, (Kg) (\pm SD)	37.9 (14.9)
Up-right roll, (Kg) (range)	25 (20 - 38)

Mean \pm SD for parametric data and median \pm interquartile interval for non-parametric data; SBP: systolic blood pressure; DBP: diastolic blood pressure; MBP: mean blood pressure; HR: heart rate; DP: double product.

24 hours Ambulatory Blood Pressure Monitoring

ABPM results are presented in table 2 and figure 2. Time vs. Intervention interactions was found for mean BP ($p=0.029$) and a trend toward interaction was observed in diastolic ($p=0.064$) and systolic BP ($p=0.064$).

Night-Time Mean BP was lower after PT when compared with C. No differences in 24-hours and day-time mean BP between PT and C were found. Night-Time Diastolic BP was significantly lower after PT when compared with C. No differences in 24-hours and day-time diastolic BP between PT and C were found. For systolic BP, no differences in 24-hours, night-time and day-time between PT and C were found.

Table 2. Delta AMBP measures between power and control sessions

Variables	Delta BP (mmHg)	p value
Systolic		
24-hours	-0.1±1.5 (-2.9 to 3.1)	0.939
1st Day-time	-1.2±1.9 (-2.5 to 4.9)	0.526
Night-time	-3.6±2.4 (-8.2 to 1.1)	0.132
2nd Day-time	-1.2±1.8 (-4.8 to 2.5)	0.530
Diastolic		
24-hours	-1.3±1.0 (-3.3 to 0.7)	0.206
1st Day-time	-0.9±1.2 (-3.3 to 1.5)	0.448
Night-time	-3.1±1.5 (-6.1 to -0.1)	0.041
2nd Day-time	-0.4±1.0 (-2.3 to 1.5)	0.693
Mean		
24-hours	-1.0±1.2 (-1.3 to 3.8)	0.393
1st Day-time	-1.9±1.6 (-1.2 to 5.1)	0.228
Night-time	-3.6±1.8 (-7.1 to -0.1)	0.047
2nd Day-time	-0.4±1.2 (-2.9 to 2.0)	0.728

Values: mean ± SE (95% Confidence Interval)

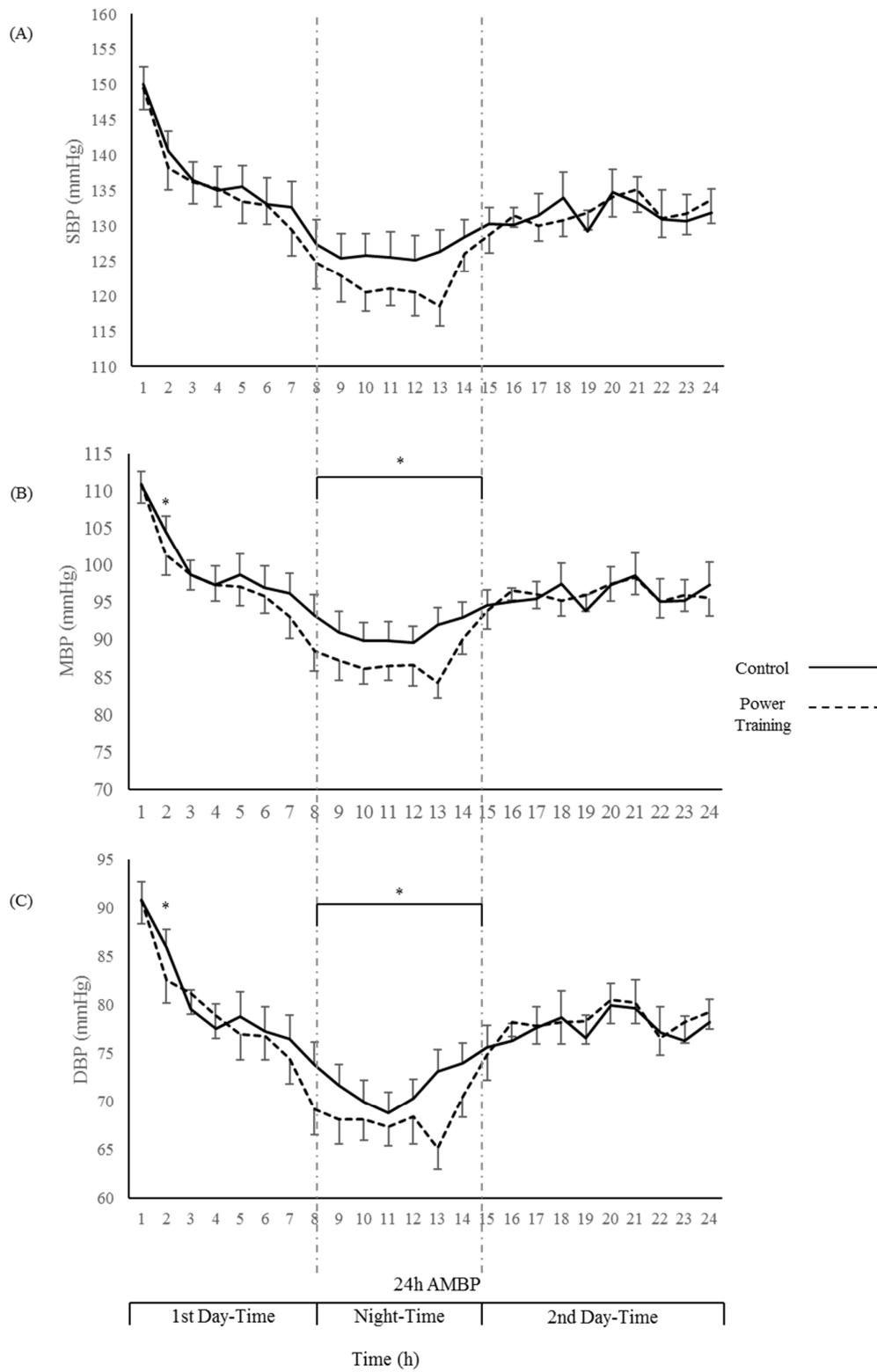


Figure2. Changes in systolic, diastolic and mean 24h blood pressure after PT and C sessions.

* PT different from C ($P \leq 0,05$).

Office blood pressure

Resting BP was within the normal range. Results of average systolic, diastolic and mean BP responses within one hour after experimental sessions observed in laboratory setting are presented in **Figure 3**. When comparing BP values after PT with the corresponding time point in C, SBP decreased after PT at T15 (6.4 ± 2.4 mmHg; $p=0.007$), T30 (5.5 ± 2.9 mmHg; $p=0.062$), T45 (8.4 ± 3.3 mmHg; $p=0.024$) and T60 (9.8 ± 2.9 mmHg; $p=0.001$). DBP decreased after PT at T0 (-4.2 ± 1.7 mmHg; $p=0.015$), T15 (-3.8 ± 1.7 mmHg; $p=0.024$), T30 ($-3,1 \pm 1.8$ mmHg; $p=0.086$), T45 (-3.4 ± 1.9 mmHg; $p=0.071$) and T60 (-4.6 ± 2.2 mmHg; $p=0.040$). Finally, MBP decreased after PT at T0 (-4.8 ± 2.2 mmHg; $p=0.026$), T15 (-6.8 ± 2.3 mmHg; $p=0.003$), T30 (-4.4 ± 2.2 mmHg; $p=0.049$), T45 (-4.5 ± 2.5 mmHg; $p=0.069$) and T60 (-6.6 ± 2.8 mmHg; $p=0.019$).

The BP values before each experimental session (PRE) were similar for systolic ($p=0.637$), diastolic ($p=0.543$) and mean ($p=0.944$). Comparing PRE with the corresponding post value at minute 0 (T0), 15 minutes (T15), 30 minutes (T30), 45 minutes (T45) and 60 minutes (T60) after sessions, SBP increased at T0 ($p=0.001$), T30 ($p<0.001$), T45 ($p<0.001$) and T60 ($p<0.001$) after PT and at T0 ($p<0.001$), T30 ($p=0.020$) and T60 ($p=0.041$). DBP increased at T30 ($p=0.001$), T45 ($p<0.001$) and T60 ($p<0.001$) after C and did not change after PT. MBP increased at T0 ($p=0.038$), T30 ($p<0.001$), T45 ($p<0.001$) and T60 ($p<0.001$) after C and did not change after PT.

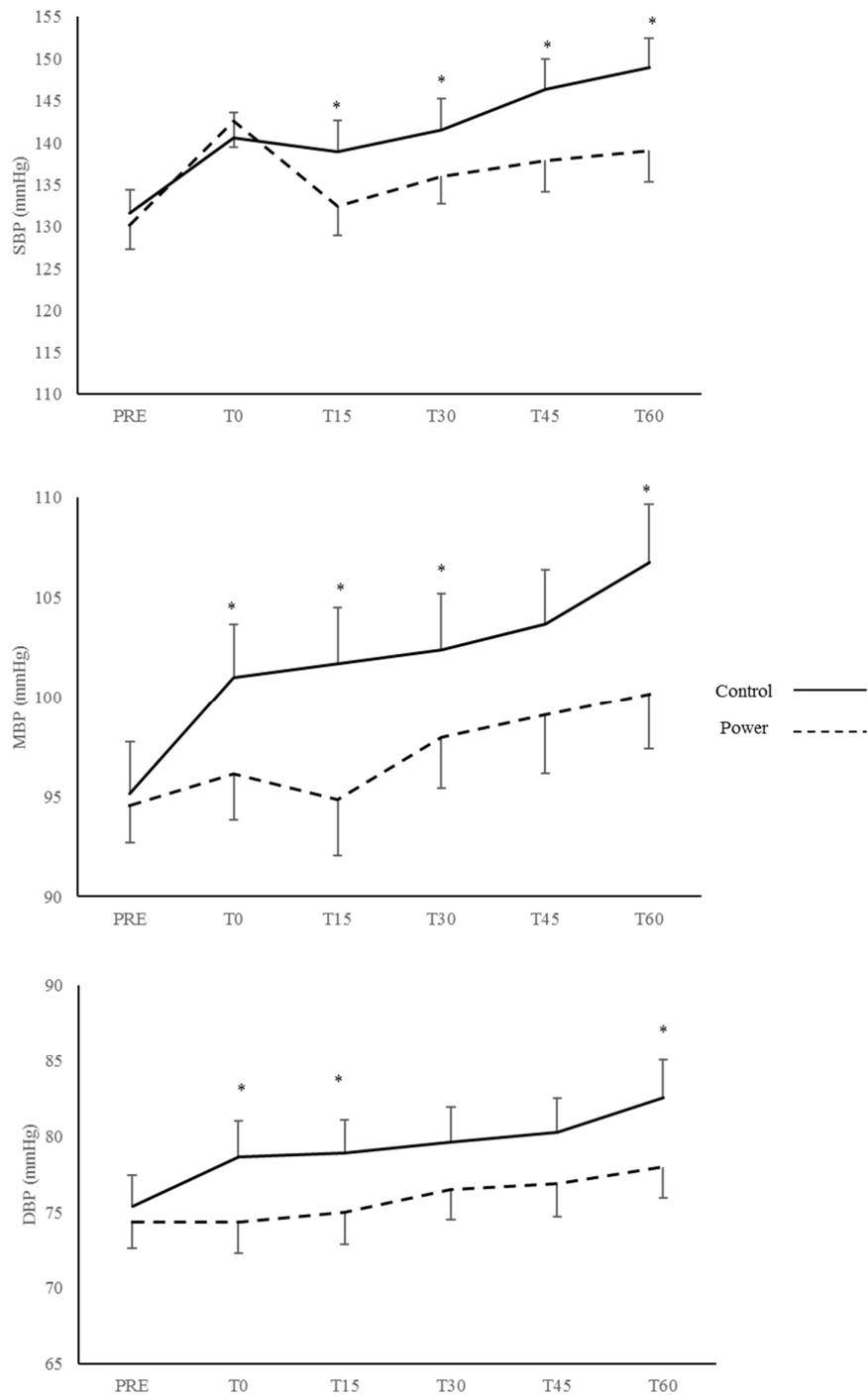


Figure 3. Systolic (SBP), diastolic (DBP), and mean (MBP) blood pressure before and after power training and control sessions throughout one hour. *: PT different from C ($P \leq 0,05$).

Table 3. BP measures during sessions

	<u>Control Session</u>		<u>Power Session</u>		
Systolic					p Value
Baseline	131.6 ± 2.7	(126.2 - 136.9)	130.2 ± 2.9	(124.5 - 135.9)	0.636
Leg Press	137.4 ± 3.0	(131.7 - 143.1)	146.1 ± 3.7	(138.7 - 153.4)	0.003
Bench Press	139.0 ± 3.2	(132.8 - 145.4)	147.1 ± 4.3	(138.5 - 155.6)	0.057
Knee Extension	140.4 ± 3.5	(133.5 - 147.4)	153.4 ± 3.1	(147.3 - 159.4)	0.000
Up-right Row	139.8 ± 3.1	(133.7 - 145.8)	154.7 ± 4.2	(146.5 - 162.9)	0.000
Knee Flexion	141.1 ± 2.7	(135.8 - 146.5)	146.0 ± 3.7	(138.7 - 153.2)	0.175
Diastolic					
Baseline	75.4 ± 2.0	(71.4 - 79.4)	74.4 ± 1.7	(70.9 - 77.9)	0.543
Leg Press	80.7 ± 2.0	(76.8 - 84.6)	74.5 ± 2.3	(69.9 - 79.0)	0.002
Bench Press	81.9 ± 2.0	(77.9 - 85.9)	72.5 ± 2.4	(67.8 - 77.3)	0.000
Knee Extension	82.7 ± 2.2	(78.4 - 86.9)	73.6 ± 2.0	(69.6 - 77.5)	0.000
Up-right Row	82.0 ± 2.1	(77.9 - 86.2)	74.6 ± 2.3	(70.0 - 79.2)	0.000
Knee Flexion	81.9 ± 2.1	(77.8 - 86.0)	72.3 ± 1.8	(68.8 - 75.7)	0.000
Mean					
Baseline	95.1 ± 2.6	(90.0 - 100.2)	94.6 ± 1.9	(90.9 - 98.2)	0.812
Leg Press	102.1 ± 2.5	(97.3 - 106.9)	99.4 ± 3.0	(93.3 - 105.4)	0.245
Bench Press	103.5 ± 2.3	(99.0 - 108.0)	99.2 ± 2.9	(93.5 - 104.9)	0.099
Knee Extension	105.2 ± 2.6	(100.2 - 110.2)	99.8 ± 2.1	(95.7 - 103.9)	0.004
Up-right Row	103.3 ± 2.7	(98.0 - 108.6)	105.3 ± 3.2	(98.9 - 111.7)	0.448
Knee Flexion	104.3 ± 2.7	(99.1 - 109.6)	97.5 ± 2.0	(93.6 - 101.4)	0.000

Values: mean ± SE (95% Confidence Interval)

Discussion

For the best of our knowledge, this is the first study assessing ABPM following a PT session. ABPM is the gold-standard measurement for BP behavior and an excellent strategy to understand how long the exercise effect lasts throughout an usual routine. We found significant reductions in DBP and MBP during night-time period (≈ 3 -4 mmHg) resulted from 40 min of PT session, which is quite impressive. Night-time BP is an important variable related to cardiovascular outcomes in patients with HTN (26-29) and night-time BP decrease predicts all-cause mortality and cardiovascular events in this population (29). Our finding highlights the use of PT exercise as gold standard exercise in elderly individuals with hypertension, since PT improves several functional outcomes and decreases BP.

Our approach combined a closely-supervised blood pressure monitoring in laboratory setting for one hour after experimental sessions and ABPM conducted at home thereafter.

The absence of studies assessing ABPM after PT limits to compare our findings to others using a similar exercise strategy. Previous studies using traditional resistance exercise assessed ABPM in hypertensive participants and found controversial results (30, 31), since in the study of Queiroz et al. (31) ABPM response was similar after exercise and control session. On the other hand, Mello et al. (30) found ABPM reductions ($\approx 4\text{-}5$ mmHg) after resistance exercise when compared to a control day without exercise.

Results of a meta-analysis (32) assessing the acute effects of exercise on ABPM suggests reductions in this variable after resistance exercise for day-time (SBP= $-4,5$ mmHg and DBP= $-1,9$ mmHg) and night-time (SBP= $-5,1$ mmHg and DBP= $-1,3$ mmHg) BP in hypertensives. Although our protocol was not able to reduce SBP, we found important reductions in night-time DBP ($3,1$ mmHg) and MBP ($3,6$ mmHg). PT exercise has emerged as an advantageous practice for the elderly population, but its effects on BP in patients with hypertension have been scarcely investigated. This is a unique finding of the present study and reinforces the importance of PT in elderly hypertensive patients.

Although SBP did not decrease under ambulatory conditions (ABPM), BP responses in the first hour after experimental sessions demonstrated that SBP, MBP and DBP reduced when compared to the corresponding time point in the control session. Although PEH behavior was not demonstrated in our study, it should be highlighted that differences found between sessions seem to be more relevant than acute PEH itself. Other studies have also failed to demonstrate PEH after a PT session in elderly hypertensive women (33). Total overload during PT protocol seems to be related to the time course of PEH (33). We speculated that body position during BP measurements (i.e., supine position) in our study could partially explain the absence of PEH after PT session in the present study, and other factors such as time of the day (i.e., morning versus afternoon) can explain these discrepancies as well. An unexpected BP behavior was observed in our study, we speculate that some

factors increases the sympathetic activation (i.e., personal issues, feasting required to this protocol or daily stress) in control session, which could explain the increases under rest. In the other hand, the exercise session could attenuate those influences.

Regarding time of day, some studies has reported the effect of exercise performed in different periods (27, 34-37). Besides most of existing studies about PEH are realized in the morning, there is a trend towards greater hypotensive effects of exercise performed in the evening (27, 38). The body of evidence suggests that evening exercise increases the melatonin releases during night time (39), which could explain the DBP decrease under ambulatory conditions in our study, once melatonin might affect the cardiac autonomic modulation (40).

Poor health and disability do not need to be the inevitable consequences of aging (20, 21, 41). The elderly population who adopts a healthy lifestyle is more likely to exercise, have lower health-related costs, and have better quality of life (42). In this regard, PT exercise might promote benefits in musculoskeletal and functionality (20, 21, 43, 44) and different cardiovascular parameters. The results of this trial provide evidences of acute hemodynamic effects of PT on BP management and to support recommendations for clinical practice in elderly individuals with HTN.

Some limitations of the present study should be taken into account in order to properly interpret the results. The use of a specific PT protocol limits a comparison among others resistance and PT protocols, which might produce different results. However, our findings provide important implications for the exercise prescription targeted to the elderly population who have essential hypertension. First, PT should be prescribed in order to reduce BP simultaneously. Second, even for patients who have well-controlled BP, the presente PT protocol is an effective strategy to reduce BP during night-time period. Considering that

reduction of 5 mmHg of BP is associated with a 40% lower risk of death (45), our result for PT exercise has important clinical relevance to the elderly population.

Conclusion

In conclusion, the present study demonstrates that a single session of PT produces significant reductions in both DBP and MBP during night-time in older patients with essential hypertension.

Funding

This study is funded by the FIPE/HCPA (Research and Education Funds from the Hospital de Clínicas de Porto Alegre). The referred grant number is 18-0178.

Competing interests

The authors declare that they have no competing interests.

References

1. Chodzko-Zajko WJ, Proctor DN, Fiatarone Singh MA, Minson CT, Nigg CR, Salem GJ, et al. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41(7):1510-30.
2. Frontera WR, Hughes VA, Lutz KJ, Evans WJ. A cross-sectional study of muscle strength and mass in 45- to 78-yr-old men and women. *J Appl Physiol* (1985). 1991;71(2):644-50.
3. Häkkinen K, Pakarinen A. Muscle strength and serum testosterone, cortisol and SHBG concentrations in middle-aged and elderly men and women. *Acta Physiol Scand.* 1993;148(2):199-207.
4. Häkkinen K, Pakarinen A, Newton RU, Kraemer WJ. Acute hormone responses to heavy resistance lower and upper extremity exercise in young versus old men. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1998;77(4):312-9.
5. Artero EG, Lee DC, Ruiz JR, Sui X, Ortega FB, Church TS, et al. A prospective study of muscular strength and all-cause mortality in men with hypertension. *J Am Coll Cardiol.* 2011;57(18):1831-7.
6. Ruiz JR, Sui X, Lobelo F, Morrow JR, Jackson AW, Sjöström M, et al. Association between muscular strength and mortality in men: prospective cohort study. *BMJ.* 2008;337:a439.
7. Clark BC, Manini TM. What is dynapenia? *Nutrition.* 2012;28(5):495-503.
8. Kirkman MS, Briscoe VJ, Clark N, Florez H, Haas LB, Halter JB, et al. Diabetes in older adults: a consensus report. *J Am Geriatr Soc.* 2012;60(12):2342-56.
9. Picon RV, Fuchs FD, Moreira LB, Riegel G, Fuchs SC. Trends in prevalence of hypertension in Brazil: a systematic review with meta-analysis. *PLoS One.* 2012;7(10):e48255.

10. Picon RV, Fuchs FD, Moreira LB, Fuchs SC. Prevalence of hypertension among elderly persons in urban Brazil: a systematic review with meta-analysis. *Am J Hypertens.* 2013;26(4):541-8.
11. MacDonald HV, Johnson BT, Huedo-Medina TB, Livingston J, Forsyth KC, Kraemer WJ, et al. Dynamic Resistance Training as Stand-Alone Antihypertensive Lifestyle Therapy: A Meta-Analysis. *J Am Heart Assoc.* 2016;5(10).
12. Pescatello LS, Franklin BA, Fagard R, Farquhar WB, Kelley GA, Ray CA, et al. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and hypertension. *Med Sci Sports Exerc.* 2004;36(3):533-53.
13. Pescatello LS, MacDonald HV, Ash GI, Lamberti LM, Farquhar WB, Arena R, et al. Assessing the Existing Professional Exercise Recommendations for Hypertension: A Review and Recommendations for Future Research Priorities. *Mayo Clin Proc.* 2015;90(6):801-12.
14. Pescatello LS, MacDonald HV, Lamberti L, Johnson BT. Exercise for Hypertension: A Prescription Update Integrating Existing Recommendations with Emerging Research. *Curr Hypertens Rep.* 2015;17(11):87.
15. Kenney MJ, Seals DR. Postexercise hypotension. Key features, mechanisms, and clinical significance. *Hypertension.* 1993;22(5):653-64.
16. Halliwill JR, Buck TM, Lacewell AN, Romero SA. Postexercise hypotension and sustained postexercise vasodilatation: what happens after we exercise? *Exp Physiol.* 2013;98(1):7-18.
17. Brito LC, Queiroz AC, Forjaz CL. Influence of population and exercise protocol characteristics on hemodynamic determinants of post-aerobic exercise hypotension. *Braz J Med Biol Res.* 2014;47(8):626-36.

18. Brito AeF, de Oliveira CV, Brasileiro-Santos MoS, Santos AaC. Resistance exercise with different volumes: blood pressure response and forearm blood flow in the hypertensive elderly. *Clin Interv Aging*. 2014;9:2151-8.
19. Hamer M. The anti-hypertensive effects of exercise: integrating acute and chronic mechanisms. *Sports Med*. 2006;36(2):109-16.
20. Cadore EL, Izquierdo M, Conceição M, Radaelli R, Pinto RS, Baroni BM, et al. Echo intensity is associated with skeletal muscle power and cardiovascular performance in elderly men. *Exp Gerontol*. 2012;47(6):473-8.
21. Cadore EL, Pinto RS, Bottaro M, Izquierdo M. Strength and endurance training prescription in healthy and frail elderly. *Aging Dis*. 2014;5(3):183-95.
22. Coelho-Júnior HJ, Irigoyen MC, Aguiar SDS, Gonçalves IO, Câmara NOS, Cenedeze MA, et al. Acute effects of power and resistance exercises on hemodynamic measurements of older women. *Clin Interv Aging*. 2017;12:1103-14.
23. Boutron I, Altman DG, Moher D, Schulz KF, Ravaud P, Group CN. CONSORT Statement for Randomized Trials of Nonpharmacologic Treatments: A 2017 Update and a CONSORT Extension for Nonpharmacologic Trial Abstracts. *Ann Intern Med*. 2017;167(1):40-7.
24. Ferrari R, Fuchs SC, Kruehl LF, Cadore EL, Alberton CL, Pinto RS, et al. Effects of Different Concurrent Resistance and Aerobic Training Frequencies on Muscle Power and Muscle Quality in Trained Elderly Men: A Randomized Clinical Trial. *Aging Dis*. 2016;7(6):697-704.
25. Malachias M, Plavnik F, Machado C, Malta D, Scala L, Fuchs S. 7th Brazilian Guideline of Arterial Hypertension: Chapter 1 - Concept, Epidemiology and Primary Prevention. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*. 2016;107:1-6.

26. Salles GF, Reboldi G, Fagard RH, Cardoso CR, Pierdomenico SD, Verdecchia P, et al. Prognostic Effect of the Nocturnal Blood Pressure Fall in Hypertensive Patients: The Ambulatory Blood Pressure Collaboration in Patients With Hypertension (ABC-H) Meta-Analysis. *Hypertension*. 2016;67(4):693-700.
27. Park S, Jastremski CA, Wallace JP. Time of day for exercise on blood pressure reduction in dipping and nondipping hypertension. *J Hum Hypertens*. 2005;19(8):597-605.
28. Fagard RH, Thijs L, Staessen JA, Clement DL, De Buyzere ML, De Bacquer DA. Prognostic significance of ambulatory blood pressure in hypertensive patients with history of cardiovascular disease. *Blood Press Monit*. 2008;13(6):325-32.
29. Fagard RH, Thijs L, Staessen JA, Clement DL, De Buyzere ML, De Bacquer DA. Night-day blood pressure ratio and dipping pattern as predictors of death and cardiovascular events in hypertension. *J Hum Hypertens*. 2009;23(10):645-53.
30. Melo CM, Alencar Filho AC, Tinucci T, Mion D, Forjaz CL. Postexercise hypotension induced by low-intensity resistance exercise in hypertensive women receiving captopril. *Blood Press Monit*. 2006;11(4):183-9.
31. Queiroz AC, Sousa JC, Cavalli AA, Silva ND, Costa LA, Tobaldini E, et al. Post-resistance exercise hemodynamic and autonomic responses: Comparison between normotensive and hypertensive men. *Scand J Med Sci Sports*. 2015;25(4):486-94.
32. Carpio-Rivera E, Moncada-Jiménez J, Salazar-Rojas W, Solera-Herrera A. Acute Effects of Exercise on Blood Pressure: A Meta-Analytic Investigation. *Arq Bras Cardiol*. 2016;106(5):422-33.
33. Orsano VSM, de Moraes WMAM, de Sousa NMF, de Moura FC, Tibana RA, Silva AO, et al. Comparison of the acute effects of traditional versus high velocity resistance training on metabolic, cardiovascular, and psychophysiological responses in elderly hypertensive women. *Clin Interv Aging*. 2018;13:1331-40.

34. Jones H, Pritchard C, George K, Edwards B, Atkinson G. The acute post-exercise response of blood pressure varies with time of day. *Eur J Appl Physiol*. 2008;104(3):481-9.
35. Jones H, George K, Edwards B, Atkinson G. Effects of time of day on post-exercise blood pressure: circadian or sleep-related influences? *Chronobiol Int*. 2008;25(6):987-98.
36. Jones H, Taylor CE, Lewis NC, George K, Atkinson G. Post-exercise blood pressure reduction is greater following intermittent than continuous exercise and is influenced less by diurnal variation. *Chronobiol Int*. 2009;26(2):293-306.
37. Jones H, Green DJ, George K, Atkinson G. Intermittent exercise abolishes the diurnal variation in endothelial-dependent flow-mediated dilation in humans. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*. 2010;298(2):R427-32.
38. Ciolac EG, Guimarães GV, D'Avila VM, Bortolotto LA, Doria EL, Bocchi EA. Acute aerobic exercise reduces 24-h ambulatory blood pressure levels in long-term-treated hypertensive patients. *Clinics (Sao Paulo)*. 2008;63(6):753-8.
39. Buxton OM, Lee CW, L'Hermite-Baleriaux M, Turek FW, Van Cauter E. Exercise elicits phase shifts and acute alterations of melatonin that vary with circadian phase. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*. 2003;284(3):R714-24.
40. Kitajima T, Kanbayashi T, Saitoh Y, Ogawa Y, Sugiyama T, Kaneko Y, et al. The effects of oral melatonin on the autonomic function in healthy subjects. *Psychiatry Clin Neurosci*. 2001;55(3):299-300.
41. Ramírez-Campillo R, Abad-Colil F, Vera M, Andrade DC, Caniuqueo A, Martínez-Salazar C, et al. Men and Women Exhibit Similar Acute Hypotensive Responses After Low, Moderate, or High-Intensity Plyometric Training. *J Strength Cond Res*. 2016;30(1):93-101.
42. Yamada M, Arai H, Sonoda T, Aoyama T. Community-based exercise program is cost-effective by preventing care and disability in Japanese frail older adults. *J Am Med Dir Assoc*. 2012;13(6):507-11.

43. Bottaro M, Machado SN, Nogueira W, Scales R, Veloso J. Effect of high versus low-velocity resistance training on muscular fitness and functional performance in older men. *Eur J Appl Physiol.* 2007;99(3):257-64.
44. da Silva RP, Novaes J, Oliveira RJ, Gentil P, Wagner D, Bottaro M. High-velocity resistance exercise protocols in older women: effects on cardiovascular response. *J Sports Sci Med.* 2007;6(4):560-7.
45. Lewington S, Clarke R, Qizilbash N, Peto R, Collins R, Prospective Studies C. Age-specific relevance of usual blood pressure to vascular mortality: a meta-analysis of individual data for one million adults in 61 prospective studies. *Lancet.* 2002;360(9349):1903-13.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A hipertensão arterial sistêmica é uma condição clínica muito prevalente na população brasileira e está associada a desfechos cardiovasculares desfavoráveis. Além do seu difícil controle, seu tratamento impacta diretamente nos serviços de saúde pública e na qualidade de vida dos pacientes. Aliado a isso, o envelhecimento biológico associado com reduções marcantes do sistema musculo esquelético agravam ainda mais a condição clínica de idosos com hipertensão, justificando a importância de investigações baseadas em mudanças de estilo de vida. Até o presente momento, este é o primeiro estudo a analisar os efeitos do exercício de potência na pressão arterial neste contexto.

Neste estudo foram tomados cuidados metodológicos ausentes em outros estudos, com o intuito de representar devidamente a população de interesse, além de estabelecer claramente as sequencias de coleta para possibilitar a reprodutibilidade por estudos futuros.

Os resultados desta dissertação indicam mudanças no comportamento pressórico ambulatorial, em especial nas pressões diastólica e média no período noturno de idosos com hipertensão submetidos ao exercício resistido de potência. Os mecanismos que levam ao exercício realizado no período da tarde a reduzir os níveis pressóricos noturnos ainda carecem de mais investigações, tais como a secreção de substâncias vasodilatadoras, bem como os mecanismos que levam a modulação do sistema nervoso simpático em relação ao exercício.

6. REFERÊNCIAS

1. Chodzko-Zajko WJ, Proctor DN, Fiatarone Singh MA, Minson CT, Nigg CR, Salem GJ, et al. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41(7):1510-30.
2. Frontera WR, Hughes VA, Lutz KJ, Evans WJ. A cross-sectional study of muscle strength and mass in 45- to 78-yr-old men and women. *J Appl Physiol* (1985). 1991;71(2):644-50.
3. Häkkinen K, Pakarinen A. Muscle strength and serum testosterone, cortisol and SHBG concentrations in middle-aged and elderly men and women. *Acta Physiol Scand.* 1993;148(2):199-207.

4. Häkkinen K, Pakarinen A, Newton RU, Kraemer WJ. Acute hormone responses to heavy resistance lower and upper extremity exercise in young versus old men. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1998;77(4):312-9.
5. Artero EG, Lee DC, Ruiz JR, Sui X, Ortega FB, Church TS, et al. A prospective study of muscular strength and all-cause mortality in men with hypertension. *J Am Coll Cardiol*. 2011;57(18):1831-7.
6. Ruiz JR, Sui X, Lobelo F, Morrow JR, Jackson AW, Sjöström M, et al. Association between muscular strength and mortality in men: prospective cohort study. *BMJ*. 2008;337:a439.
7. Clark BC, Manini TM. What is dynapenia? *Nutrition*. 2012;28(5):495-503.
8. Kirkman MS, Briscoe VJ, Clark N, Florez H, Haas LB, Halter JB, et al. Diabetes in older adults: a consensus report. *J Am Geriatr Soc*. 2012;60(12):2342-56.
9. Picon RV, Fuchs FD, Moreira LB, Riegel G, Fuchs SC. Trends in prevalence of hypertension in Brazil: a systematic review with meta-analysis. *PLoS One*. 2012;7(10):e48255.
10. Picon RV, Fuchs FD, Moreira LB, Fuchs SC. Prevalence of hypertension among elderly persons in urban Brazil: a systematic review with meta-analysis. *Am J Hypertens*. 2013;26(4):541-8.
11. MacDonald HV, Johnson BT, Huedo-Medina TB, Livingston J, Forsyth KC, Kraemer WJ, et al. Dynamic Resistance Training as Stand-Alone Antihypertensive Lifestyle Therapy: A Meta-Analysis. *J Am Heart Assoc*. 2016;5(10).
12. Pescatello LS, Franklin BA, Fagard R, Farquhar WB, Kelley GA, Ray CA, et al. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and hypertension. *Med Sci Sports Exerc*. 2004;36(3):533-53.

13. Pescatello LS, MacDonald HV, Ash GI, Lamberti LM, Farquhar WB, Arena R, et al. Assessing the Existing Professional Exercise Recommendations for Hypertension: A Review and Recommendations for Future Research Priorities. *Mayo Clin Proc.* 2015;90(6):801-12.
14. Pescatello LS, MacDonald HV, Lamberti L, Johnson BT. Exercise for Hypertension: A Prescription Update Integrating Existing Recommendations with Emerging Research. *Curr Hypertens Rep.* 2015;17(11):87.
15. Kenney MJ, Seals DR. Postexercise hypotension. Key features, mechanisms, and clinical significance. *Hypertension.* 1993;22(5):653-64.
16. Halliwill JR, Buck TM, Lacewell AN, Romero SA. Postexercise hypotension and sustained postexercise vasodilatation: what happens after we exercise? *Exp Physiol.* 2013;98(1):7-18.
17. Brito LC, Queiroz AC, Forjaz CL. Influence of population and exercise protocol characteristics on hemodynamic determinants of post-aerobic exercise hypotension. *Braz J Med Biol Res.* 2014;47(8):626-36.
18. Brito AeF, de Oliveira CV, Brasileiro-Santos MoS, Santos AaC. Resistance exercise with different volumes: blood pressure response and forearm blood flow in the hypertensive elderly. *Clin Interv Aging.* 2014;9:2151-8.
19. Hamer M. The anti-hypertensive effects of exercise: integrating acute and chronic mechanisms. *Sports Med.* 2006;36(2):109-16.
20. Cadore EL, Izquierdo M, Conceição M, Radaelli R, Pinto RS, Baroni BM, et al. Echo intensity is associated with skeletal muscle power and cardiovascular performance in elderly men. *Exp Gerontol.* 2012;47(6):473-8.
21. Cadore EL, Pinto RS, Bottaro M, Izquierdo M. Strength and endurance training prescription in healthy and frail elderly. *Aging Dis.* 2014;5(3):183-95.

22. Coelho-Júnior HJ, Irigoyen MC, Aguiar SDS, Gonçalves IO, Câmara NOS, Cenedeze MA, et al. Acute effects of power and resistance exercises on hemodynamic measurements of older women. *Clin Interv Aging*. 2017;12:1103-14.
23. García-Hermoso A, Cavero-Redondo I, Ramírez-Vélez R, Ruiz JR, Ortega FB, Lee DC, et al. Muscular Strength as a Predictor of All-Cause Mortality in an Apparently Healthy Population: A Systematic Review and Meta-Analysis of Data From Approximately 2 Million Men and Women. *Arch Phys Med Rehabil*. 2018;99(10):2100-13.e5.
24. Bottaro M, Machado SN, Nogueira W, Scales R, Veloso J. Effect of high versus low-velocity resistance training on muscular fitness and functional performance in older men. *Eur J Appl Physiol*. 2007;99(3):257-64.
25. Whelton PK, Carey RM, Aronow WS, Casey DE, Collins KJ, Dennison Himmelfarb C, 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 A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. *Journal of the American College of Cardiology*. 2017.
26. Lewington S, Clarke R, Qizilbash N, Peto R, Collins R, Collaboration PS. Age-specific relevance of usual blood pressure to vascular mortality: a meta-analysis of individual data for one million adults in 61 prospective studies. *Lancet*. 2002;360(9349):1903-13.
27. Weber MA, Schiffrin EL, White WB, Mann S, Lindholm LH, Kenerson JG, et al. Clinical practice guidelines for the management of hypertension in the community: a statement by the American Society of Hypertension and the International Society of Hypertension. *J Clin Hypertens (Greenwich)*. 2014;16(1):14-26.

28. World Health Organization. Global health risks : mortality and burden of disease attributable to selected major risks. Geneva, Switzerland: World Health Organization; 2009. vi, 62 p. p.
29. Malachias M, Plavnik F, Machado C, Malta D, Scala L, Fuchs S. 7th Brazilian Guideline of Arterial Hypertension: Chapter 1 - Concept, Epidemiology and Primary Prevention. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*. 2016;107:1-6.
30. Chow CK, Teo KK, Rangarajan S, Islam S, Gupta R, Avezum A, et al. Prevalence, awareness, treatment, and control of hypertension in rural and urban communities in high-, middle-, and low-income countries. *JAMA*. 2013;310(9):959-68.
31. MacDonald JR. Potential causes, mechanisms, and implications of post exercise hypotension. *J Hum Hypertens*. 2002;16(4):225-36.
32. Johnson BT, MacDonald HV, Bruneau ML, Goldsby TU, Brown JC, Huedo-Medina TB, et al. Methodological quality of meta-analyses on the blood pressure response to exercise: a review. *J Hypertens*. 2014;32(4):706-23.
33. MacDougall JD, Tuxen D, Sale DG, Moroz JR, Sutton JR. Arterial blood pressure response to heavy resistance exercise. *J Appl Physiol (1985)*. 1985;58(3):785-90.
34. Lentini AC, McKelvie RS, McCartney N, Tomlinson CW, MacDougall JD. Left ventricular response in healthy young men during heavy-intensity weight-lifting exercise. *J Appl Physiol (1985)*. 1993;75(6):2703-10.
35. Tajra V, Vieira DC, Tibana RA, Teixeira TG, Silva AO, Farias DL, et al. Different acute cardiovascular stress in response to resistance exercise leading to failure versus not to failure in elderly women with and without hypertension--a pilot study. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2015;35(2):127-33.

36. Brandão Rondon MU, Alves MJ, Braga AM, Teixeira OT, Barretto AC, Krieger EM, et al. Postexercise blood pressure reduction in elderly hypertensive patients. *J Am Coll Cardiol.* 2002;39(4):676-82.
37. Dawson EA, Green DJ, Cable NT, Thijssen DH. Effects of acute exercise on flow-mediated dilatation in healthy humans. *J Appl Physiol* (1985). 2013;115(11):1589-98.
38. Thijssen DH, Dawson EA, Black MA, Hopman MT, Cable NT, Green DJ. Brachial artery blood flow responses to different modalities of lower limb exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41(5):1072-9.
39. Thijssen DH, Dawson EA, Tinken TM, Cable NT, Green DJ. Retrograde flow and shear rate acutely impair endothelial function in humans. *Hypertension.* 2009;53(6):986-92.
40. Cosio-Lima LM, Thompson PD, Reynolds KL, Headley SA, Winter CR, Manos T, et al. The acute effect of aerobic exercise on brachial artery endothelial function in renal transplant recipients. *Prev Cardiol.* 2006;9(4):211-4.
41. Goel R, Majeed F, Vogel R, Corretti MC, Weir M, Mangano C, et al. Exercise-induced hypertension, endothelial dysfunction, and coronary artery disease in a marathon runner. *Am J Cardiol.* 2007;99(5):743-4.
42. Finaud J, Lac G, Filaire E. Oxidative stress : relationship with exercise and training. *Sports Med.* 2006;36(4):327-58.
43. Green DJ, Maiorana A, O'Driscoll G, Taylor R. Effect of exercise training on endothelium-derived nitric oxide function in humans. *J Physiol.* 2004;561(Pt 1):1-25.
44. Birk GK, Dawson EA, Batterham AM, Atkinson G, Cable T, Thijssen DH, et al. Effects of exercise intensity on flow mediated dilation in healthy humans. *Int J Sports Med.* 2013;34(5):409-14.

45. Sillanpaa E, Hakkinen A, Nyman K, Mattila M, Cheng S, Karavirta L, et al. Body composition and fitness during strength and/or endurance training in older men. *Medicine and science in sports and exercise*. 2008;40(5):950-8.
46. Sillanpaa E, Hakkinen A, Punnonen K, Hakkinen K, Laaksonen DE. Effects of strength and endurance training on metabolic risk factors in healthy 40-65-year-old men. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 2009;19(6):885-95.
47. Moraes MR, Bacurau RF, Casarini DE, Jara ZP, Ronchi FA, Almeida SS, et al. Chronic conventional resistance exercise reduces blood pressure in stage 1 hypertensive men. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association*. 2012;26(4):1122-9.
48. Cornelissen VA, Buys R, Smart NA. Endurance exercise beneficially affects ambulatory blood pressure: a systematic review and meta-analysis. *Journal of hypertension*. 2013;31(4):639-48.
49. Millar PJ, McGowan CL, Cornelissen VA, Araujo CG, Swaine IL. Evidence for the role of isometric exercise training in reducing blood pressure: potential mechanisms and future directions. *Sports medicine*. 2014;44(3):345-56.
50. Cornelissen VA, Smart NA. Exercise training for blood pressure: a systematic review and meta-analysis. *Journal of the American Heart Association*. 2013;2(1):e004473.
51. Keese F, Farinatti P, Pescatello L, Monteiro W. A comparison of the immediate effects of resistance, aerobic, and concurrent exercise on postexercise hypotension. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association*. 2011;25(5):1429-36.
52. Cardoso CG, Gomides RS, Queiroz AC, Pinto LG, da Silveira Lobo F, Tinucci T, et al. Acute and chronic effects of aerobic and resistance exercise on ambulatory blood pressure. *Clinics (Sao Paulo)*. 2010;65(3):317-25.

53. Hunter GR, Wetzstein CJ, McLafferty CL, Zuckerman PA, Landers KA, Bamman MM. High-resistance versus variable-resistance training in older adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2001;33(10):1759-64.
54. Miller JP, Pratley RE, Goldberg AP, Gordon P, Rubin M, Treuth MS, et al. Strength training increases insulin action in healthy 50- to 65-yr-old men. *J Appl Physiol* (1985). 1994;77(3):1122-7.
55. Jozsi AC, Campbell WW, Joseph L, Davey SL, Evans WJ. Changes in Power with Resistance Training in Older and Younger Men and Women. *The Journals of Gerontology: Series A.* 1999;54(11):M591-M6.
56. Wegmann M, Hecksteden A, Poppendieck W, Steffen A, Kraushaar J, Morsch A, et al. Postexercise Hypotension as a Predictor for Long-Term Training-Induced Blood Pressure Reduction: A Large-Scale Randomized Controlled Trial. *Clin J Sport Med.* 2018;28(6):509-15.
57. Miszko TA, Cress ME, Slade JM, Covey CJ, Agrawal SK, Doerr CE. Effect of strength and power training on physical function in community-dwelling older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2003;58(2):171-5.
58. Earles DR, Judge JO, Gunnarsson OT. Velocity training induces power-specific adaptations in highly functioning older adults. *Arch Phys Med Rehabil.* 2001;82(7):872-8.
59. da Silva RP, Novaes J, Oliveira RJ, Gentil P, Wagner D, Bottaro M. High-velocity resistance exercise protocols in older women: effects on cardiovascular response. *J Sports Sci Med.* 2007;6(4):560-7.
60. Arazi H, Asadi A, Rahimzadeh M, Moradkhani AH. Post-plyometric exercise hypotension and heart rate in normotensive individuals: influence of exercise intensity. *Asian J Sports Med.* 2013;4(4):235-40.

61. Ramírez-Campillo R, Abad-Colil F, Vera M, Andrade DC, Caniuqueo A, Martínez-Salazar C, et al. Men and Women Exhibit Similar Acute Hypotensive Responses After Low, Moderate, or High-Intensity Plyometric Training. *J Strength Cond Res.* 2016;30(1):93-101.
62. Orsano VSM, de Moraes WMAM, de Sousa NMF, de Moura FC, Tibana RA, Silva AO, et al. Comparison of the acute effects of traditional versus high velocity resistance training on metabolic, cardiovascular, and psychophysiological responses in elderly hypertensive women. *Clin Interv Aging.* 2018;13:1331-40.
63. Machado CLF, Botton CE, Brusco CM, Pfeifer LO, Cadore EL, Pinto RS. Acute and chronic effects of muscle power training on blood pressure in elderly patients with type 2 diabetes mellitus. *Clin Exp Hypertens.* 2019:1-7.

ANEXOS

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado a participar de uma pesquisa intitulada “EFEITO DO EXERCÍCIO DE POTÊNCIA NA PRESSÃO ARTERIAL DE IDOSOS HIPERTENSOS: UM ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO CRUZADO”, cujo objetivo é a avaliação da eficácia deste tipo de intervenção em saúde na pressão arterial de idosos. Esta pesquisa está sendo realizada pelo Laboratório de Fisiopatologia do Exercício do Centro de Pesquisa Clínica do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA). O exercício físico é considerado uma forma de beneficiar a saúde de pessoas saudáveis ou doentes. As entidades de saúde recomendam a prática de atividade física para prevenção e como parte do tratamento da hipertensão. Dessa forma, nossa pesquisa busca avaliar os efeitos de um tipo de intervenção de saúde, com o objetivo de reduzir a pressão arterial. Para isto, estamos lhe convidando a participar de um programa que envolve avaliações iniciais e finais nas dependências do hospital, bem como a participação por um total de 6 visitas, sendo duas delas as sessões de acompanhamento propostos. O estudo será dividido em 2 fases. Se você aceitar participar da pesquisa, os procedimentos envolvidos em sua participação são os seguintes:

FASE 1 – Testes Iniciais: Nesta fase, serão realizados diversos exames com a intenção de verificar sua saúde geral antes e após os programas de acompanhamento. Os procedimentos estão detalhados abaixo:

a) Testes iniciais: para a realização dos testes iniciais serão necessárias 2 visitas ao hospital, sendo que as visitas precisam ser na mesma semana:

Visita 1 – No primeiro dia, inicialmente, será medido a sua estatura, peso, circunferência da cintura e medição das dobras cutâneas. Também será realizada uma medição da sua pressão arterial através de um monitor automático. Posteriormente você será submetido a uma familiarização com o teste de força máxima, que tem como objetivo melhorar sua técnica

para realizar os exercícios. Nesta fase os possíveis riscos/desconfortos previstos são: cansaço nos minutos seguintes ao teste, moderadas dores e/ou fadiga musculares nas pernas durante as 24-72h posteriores ao teste.

Visita 2 – Neste dia você será conduzido a uma sala reservada onde permanecerá por 10 minutos em repouso. Posteriormente será aferida sua pressão arterial pelo mesmo aparelho citado a cima. Os riscos/desconfortos são os mesmos supracitados. Em seguida será realizado um aquecimento preparatório para o teste de força máxima.

O teste máximo consiste em avaliar sua capacidade de realizar uma repetição de exercícios específicos com a maior carga possível e durante este teste, para sua segurança sua pressão será monitorada continuamente por um aparelho posicionado na sua mão não dominante. Serão avaliados os exercícios de supino reto, remada em pé, leg press, extensão e flexão de joelhos. A parte que envolve exercício dura de 45 minutos à uma hora, mas o acompanharemos antes, durante e por mais uma hora após o teste, usando um monitor de pressão arterial para analisar as respostas pressóricas, medindo sua pressão arterial repetidamente. Os possíveis riscos/desconfortos previstos são: tontura, queda brusca da pressão, cansaço nos minutos seguintes ao teste, moderadas dores e/ou fadiga musculares nas pernas durante as 24-72h posteriores ao teste. A visita 2, com todos os seus procedimentos terá a duração de aproximadamente um turno.

FASE 2 – Nesta fase você participará duas intervenções com um total de 4 visitas. A escolha de qual sessão você participará primeiro será feita através de um sorteio, sendo que todos os participantes têm a mesma chance de serem sorteados para qualquer um deles e participarão de ambos. As intervenções estão descritas a seguir:

a) Sessão com exercício físico: nesta fase você deverá participar de uma sessão de condicionamento físico, constituído pelos exercícios que você realizou no teste máximo (Supino reto, remada em pé, leg press, flexão e extensão de joelhos). Os encontros serão

acompanhados por profissionais de educação física e terão a duração média de 40 minutos. Dentro da sessão de exercícios você realizará exercícios com pesos e será incentivado a executar o movimento na maior velocidade que o(a) senhor(a) puder realizar, e retornar lentamente. Logo após a sessão de exercícios você permanecerá em observação, e será verificada sua pressão arterial por mais uma hora com verificações periódicas de 10 em 10 minutos. Posteriormente será feita uma análise das respostas da artéria do seu braço a diferentes estímulos a cada 15 minutos. Primeiramente seu braço será colocado em um manguito e terá o fluxo sanguíneo interrompido por alguns momentos (o que pode gerar breve dormência e desconforto por alguns minutos, de forma parecida com a medida de pressão arterial, mas não é nocivo ao seu corpo e não traz risco durante ou após o procedimento). Isso nos possibilitará analisar através de ultrassom (ecografia) a capacidade da sua artéria do braço em responder a este estímulo. Os possíveis riscos/desconfortos dessa etapa são: dormência/vermelhidão passageira no braço avaliado, tontura, queda de pressão, sensação de calor e dor de cabeça. Ao deixar o laboratório você será submetido a um exame que se denomina “Monitorização Ambulatorial da Pressão Arterial” (MAPA) que consiste em um aparelho que medirá sua pressão de forma periódica e automática ao longo do dia. No dia seguinte, precisaremos que você retorne ao laboratório para devolver o equipamento no período da manhã para a retirada do aparelho, com a demora de cerca de 10 minutos. O exame de MAPA pode causar um leve desconforto e vermelhidão no braço avaliado.

b) Sessão Controle: Ao comparecer ao hospital novamente os procedimentos de mensuração da pressão arterial serão repetidos. Você permanecerá em repouso pelo período de 40 minutos, serão oferecidos materiais de entretenimento como vídeos e revistas. Após este período você ainda permanecerá em observação por mais uma hora, onde será verificada sua pressão arterial a cada 10 minutos e as manobras de oclusão como explicado no item a. Logo após serão repetidos os exames citados no item a cima.

Ao longo de todos os protocolos experimentais, sua pressão arterial será monitorada continuamente pelo mesmo aparelho utilizado no teste de força máxima, também para sua segurança. Ao final de cada uma das sessões, você será auxiliado a responder um questionário de divertimento, que tem como objetivo quantificar o quão prazeroso (ou não) foi participar das sessões.

Não é esperado, com a sua participação, nenhum benefício direto para a sua condição de saúde. Entretanto, o estudo das suas respostas ao exercício pode trazer uma contribuição ao melhor entendimento desta condição, pois há grande variação entre as respostas de cada um. Entretanto, o estudo das suas respostas aos programas pode trazer uma contribuição ao entendimento da hipertensão.

No caso de aparecimento de anormalidades em quaisquer dos exames realizados, você será avisado e aconselhado a buscar acompanhamento médico. Teremos medidas de segurança e procedimentos para prevenção de riscos durante as fases da pesquisa. Em caso de emergência, o serviço médico será imediatamente contatado, os pesquisadores darão assistência de primeiros socorros, e a pessoa que o senhor (a) informou para o caso de emergência será avisada. Caso ocorra alguma intercorrência ou dano, resultante de sua participação na pesquisa, você receberá todo o atendimento necessário, sem nenhum custo pessoal.

Caso surjam quaisquer informações novas que inviabilizem, prejudiquem ou modifiquem sua participação no estudo, você será avisado com antecedência. Mudanças de qualquer natureza no procedimento do estudo lhe serão informadas antes de ocorrerem e lhe será dada toda a autonomia para decidir sua permanência no mesmo.

Sua participação na pesquisa é totalmente voluntária, ou seja, não é obrigatória. Caso você decida não participar, ou ainda, desistir de participar e retirar seu consentimento, não haverá nenhum prejuízo ao atendimento que você recebe ou possa vir a receber na instituição.

Não está previsto nenhum tipo de pagamento pela sua participação na pesquisa e você não terá nenhum custo com respeito aos procedimentos envolvidos. As informações obtidas a partir de sua participação serão tratadas anonimamente. Os dados estarão disponíveis ao participante e para quem este autorizar, e poderão ser utilizados anonimamente para fins acadêmicos científicos. Se você tiver dúvidas, faça as perguntas que desejar antes de decidir sua participação.

Caso você tenha dúvidas, poderá entrar em contato com o pesquisador responsável, Prof. Dr. Rodrigo Ferrari da Silva ou com o pesquisador Renato Porto Schimitt pelo telefone (51)33596332, de segunda à sexta das 8h às 17h ou com o Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA), pelo telefone (51) 33597640, ou no 2o andar do HCPA, sala 2227, de segunda à sexta, das 8h às 17h.

Esse Termo é assinado em duas vias, sendo uma para o participante e outra para os pesquisadores.

Nome do participante da pesquisa

Assinatura

Nome do pesquisador que aplicou o Termo

Assinatura

Porto Alegre, _____ de _____ de _____.