

EXERCÍCIO ISOMÉTRICO COM GRANDE MASSA MUSCULAR É O MELHOR MODELO PARA PRESCRIÇÃO DE EXERCÍCIOS NA HIPERTENSÃO ARTERIAL SISTÊMICA? UMA REVISÃO INTEGRATIVA

Thiago Andre Euzébio^{1**}; Samara Sezana-Costa^{1**}; Deocleciano Ferreira Rios-Neto²; Luiz Felipe de Oliveira Andrade³; Gislane Ferreira Melo¹; Marcos Doederlein Polito⁴; Herbert Gustavo Simões¹; Jonato Prestes¹; Bernardo Neme Ide⁵; Clarson Plácido Conceição Santos⁶; Thiago Santos Rosa¹; Milton Rocha Moraes^{1*}

**Estes autores contribuíram igualmente

¹Programa de Pós-graduação *Stricto Sensu* em Educação Física, Universidade Católica de Brasília – UCB, Taguatinga - DF;

²Graduação em Educação Física da Universidade Católica de Brasília – UCB, Taguatinga - DF;

³Graduação em Medicina da Universidade Católica de Brasília–UCB,Taguatinga-DF;

⁴Laboratório de Pesquisa em Respostas Cardiovasculares e Exercício, Universidade Estadual de Londrina – UEL, Londrina - PR;

⁵Laboratório de Bioquímica do Exercício–LABEX–Universidade de Campinas– UNICAMP, Campinas- SP;

⁶Graduação em Educação Física–Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública, Salvador – BA.

Resumo: O Exercício Isométrico (EI) é uma estratégia promissora para a redução dos níveis pressóricos, sobretudo em pacientes hipertensos. Os efeitos agudos do exercício isométrico, observados imediatamente após uma sessão, incluem a redução transitória da pressão arterial, atribuída à ativação de mecanismos hemodinâmicos e neuro-hormonais, denominado hipotensão pós-exercício isométrico. Por outro lado, os efeitos crônicos, decorrentes de sessões repetidas ao longo do tempo, demonstram uma redução sustentada da pressão arterial, associada a ajustes vasculares e melhorias na função endotelial. A comparação entre estudos com EI utilizando pequena e grande massa muscular revela que o EI com grande massa muscular parece promover reduções mais significativas na pressão arterial. Contudo, há um hiato na literatura analisando este contexto. Realizamos buscas abrangentes em bases de dados eletrônicas: PubMed, Scopus, Cochrane Central Register of Controlled Trials (CENTRAL), Google Scholar, Embase, Enhancing the Quality and Transparency of Health Research (EQUATOR) e Web of Science. Os critérios de inclusão adotados para esta revisão foram estudos sobre os efeitos agudos e crônicos do EI sobre os parâmetros cardiovasculares em humanos, publicados entre 2014 e 2024, em inglês ou português. Excluímos estudos com amostras pequenas ou inadequadas; estudos agudos com análises da pressão arterial pós-exercício isométrico com menos de 30 minutos; e estudos crônicos com menos de quatro semanas de intervenção. A análise crítica dos estudos selecionados foi realizada por três avaliadores experientes sobre EI e hipertensão arterial, focando nos métodos, populações estudadas, tipo e duração do exercício e os principais achados relacionados à pressão arterial. Tanto o EI agudo quanto o crônico realizado com grande massa muscular podem ser uma alternativa viável como adjuvante na resposta hipotensora pós-exercício em normotensos e, sobretudo, em pacientes hipertensos. No entanto, cuidados adicionais em relação à segurança vascular, cerebrovascular e músculo-esquelética devem ser considerados, especialmente em pacientes com risco cardíaco e problemas osteomioarticulares.

Palavras-chave: Hipotensão Pós-Exercício; Hemodinâmica; Função Endotelial

*Autor correspondente

E-mail; mrmoraes70@gmail.com

Universidade Católica de Brasília

Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública

Rua Silveira Martins, nº3386, Cabula, Salvador –Bahia, Brasil.

CEP: 41150-000, Salvador, Bahia, Brasil

IS ISOMETRIC EXERCISE WITH LARGE MUSCLE MASS THE BEST MODEL FOR EXERCISE PRESCRIPTION IN SYSTEMIC ARTERIAL HYPERTENSION? AN INTEGRATIVE REVIEW

Abstract: Isometric exercise (IE) is a promising strategy for reducing blood pressure levels, especially in hypertensive patients. The acute effects of IE, observed immediately after a session, include a transient reduction in blood pressure, attributed to the activation of hemodynamic and neurohormonal mechanisms, known as post-isometric exercise hypotension. On the other hand, the chronic effects, resulting from repeated sessions over time, show a sustained reduction in blood pressure, associated with vascular adjustments and improvements in endothelial function. A comparison of IE studies using small and large muscle mass reveals that IE with large muscle mass seems to promote more significant reductions in blood pressure. However, there is a gap in the literature analyzing this context. We conducted comprehensive searches in electronic databases: PubMed, Scopus, Cochrane Central Register of Controlled Trials (CENTRAL), Google Scholar, Embase, Enhancing the Quality and Transparency of Health Research (EQUATOR) and Web of Science. The inclusion criteria adopted for this review were studies on the acute and chronic effects of IE on cardiovascular parameters in humans, published between 2014 and 2024, in English or Portuguese. We excluded studies with small or inadequate sample sizes; acute studies with post-exercise isometric blood pressure analysis of less than 30 minutes; and chronic studies with less than four weeks of intervention. A critical analysis of the selected studies was carried out by three experienced evaluators on IE and hypertension, focusing on the methods, populations studied, type and duration of exercise and their findings related to blood pressure. Both acute and chronic IE performed with large muscle mass can be a viable alternative as an adjuvant in the post-exercise hypotensive response in normotensive and, above all, hypertensive patients. However, additional precautions regarding vascular, cerebrovascular and musculoskeletal safety should be considered, especially in patients with cardiac risk and musculoskeletal problems.

Keywords: Post-Exercise Hypotension; Hemodynamic; Endothelial Function

Introdução

A Hipertensão Arterial Sistêmica (HAS) é o fator de risco modificável mais comum para doenças cardiovasculares, incluindo doença arterial coronariana, insuficiência cardíaca, acidente vascular encefálico, infarto do miocárdio, fibrilação atrial e doença arterial periférica, doença renal crônica e comprometimento cognitivo, sendo o principal contribuidor isolado para mortalidade por todas as causas e incapacidades, no Brasil e em outros países do mundo¹.

Autores de recentes diretrizes do Colégio Americano de Cardiologia e Medicina do Esporte, afirmam que quase todos os recém-diagnosticados com HAS, devido ao limiar mais baixo de pressão arterial (PA), podem tratar sua condição com modificações no estilo de vida em vez de medicamentos^{2,3}. Eles também enfatizam que diminuir a prevalência e melhorar o controle da HAS por meio do aumento do uso de terapias anti-hipertensivas baseadas em estilo de vida, como a participação em exercício físico regular, proporcionaria um grande benefício socioeconômico e de saúde pública³.

O tratamento não medicamentoso da PA é fundamental para a gestão eficaz da HAS e envolve diversas intervenções no estilo de vida que têm demonstrado reduzir significativamente os níveis pressóricos⁴⁻⁷. As principais abordagens para redução dos níveis elevados de PA incluem a adoção de uma dieta equilibrada, rica em frutas, vegetais, grãos integrais e pobre em sódio, conhecida como dieta DASH (Dietary Approaches to Stop Hypertension)⁷.

Todavia, à prática de exercício físico também tem sido usada como tratamento terapêutico, principalmente nos últimos anos, e sobretudo o número de estudos sobre exercício de força dinâmica (EFD) e HAS tem aumentado, particularmente devido aos achados sobre o impacto que esta modalidade de exercício físico tem no aumento da força e da massa muscular, e seus efeitos adjuvantes na promoção do controle, tratamento e manutenção da HAS⁸⁻¹³.

Mais recentemente, o exercício de força isométrica (EFI) aplicado de forma aguda e crônica, foi estabelecido como uma intervenção anti-hipertensiva eficaz na redução dos níveis pressóricos, sobretudo em pacientes hipertensos^{14,15,16,17} e demonstrou uma diminuição potencialmente mais significativa nos níveis pressóricos que o EFD e o exercício aeróbico em indivíduos normotensos e hipertensos¹⁸. O exercício isométrico (EI) envolve uma contração estática dos músculos sem qualquer movimento articular contra uma resistência fixa¹⁹. Em

relação ao EI é possível usar o próprio peso do corpo ou equipamento portátil de baixo custo e pode ser realizado em quase qualquer lugar, tornando-se um tratamento viável a diversas populações²⁰⁻²⁴.

No entanto, a maioria dos estudos que investigou os efeitos do EI sobre a PA foi com protocolos usando uma pequena massa muscular (PMM) envolvida, como, por exemplo, o exercício de preensão palmar (Handgrip)²⁵⁻²⁸. Entretanto, Swift e colaboradores (2021)²⁹ compararam pela primeira vez a resposta hipotensora pós-exercício isométrico (HPEI) usando PPM contra grande massa muscular (GMM) em indivíduos normotensos. Os autores demonstraram que o EI de agachamento na parede, do inglês; “Isometric Wall Squat”, envolvendo GMM, estava associado à maior queda da PA Δ Sistólica (-17 mm Hg), Δ Diastólica (-11mmHg) e Δ média (-15 mmHg) em comparação como EI envolvendo PMM, que apresentou quedas mais singelas, Δ Sistólica (-11 mm Hg), Δ Diastólica (-9 mm Hg) e Δ média (-8 mm Hg) nos dez minutos pós-exercício.

Corroborando com estes achados, Olher e colaboradores (2020)²⁹ investigaram as respostas hemodinâmicas e estresse oxidativo de pacientes hipertensos estágio 1, submetidos ao EI agudo usando GMM (Leg press 45° e supino). Os dados mostraram que apenas 8 minutos de isometria usando GMM provocam uma elevada atividade pró-oxidante, levando a uma maior disponibilidade de óxido nítrico e, conseqüentemente, a uma maior redução na PA em comparação à sessão controle em pacientes hipertensos adultos.

Por outro lado, Silva e colaboradores (2022)³⁰, não observaram nenhuma mudança significativa na PA usando EI na cadeira extensora em jovens normotensos submetido a três horas na posição sentada.

É possível que a ativação de exercícios estáticos com GMM resulta em maior gasto energético e demanda cardiovascular, conseqüentemente, promovendo uma resposta metabólica mais intensa^{21,29}. No entanto, até a presente data, esta hipótese não foi testada diretamente em pacientes hipertensos submetidos às sessões de EI com GMM.

Contraopondo, Inder (2016)²⁴ em uma revisão sistemática e metanalítica, afirma que o EI (efeito crônico) usando PMM (p.ex.: Handgrip) parece ser superior para reduzir os níveis pressóricos quando comparado com os EI usando GMM (p.ex.: Leg Extension). Este relato, segundo os autores, pode ser explicado pelo fato de que a PMM envolvida no estudo, p.ex.: rosca direta, ocasiona um menor limiar de tensão muscular sob os vasos sanguíneos, no qual as artérias ficam obstruídas. Isto parece ser relevante, porque os autores acreditam que a exposição repetida à oclusão arterial, levando a episódios repetidos de hipóxia no antebraço (ou no braço), são os estímulos necessários para alterações na rigidez arterial.

Por fim, Edwards e colaboradores^{17,18} demonstraram em dois estudos de revisão sistemática e meta-análise que o EI usando uma GMM (p. ex.: Agachamento na parede - Isometric Wall Squat) reduz mais a PA que o EI usando PMM (p.ex.: Handgrip). Contudo, os autores apontam que há poucos estudos de revisão analisando os efeitos do EI sobre valores pressóricos em indivíduos (normotensos e hipertensos) usando uma GMM, e que novas pesquisas comparativas são necessárias³¹.

Nosso objetivo é realizar uma breve revisão da literatura dos efeitos do exercício isométrico, aplicado de forma aguda e crônica, utilizando diferentes magnitudes de massas musculares, sobre os valores pressóricos em indivíduos normotensos e hipertensos.

Materiais e métodos

Estratégia de busca

A intervenção investigada incluiu exercícios (agudo) ou treinamento (crônico) isométrico com recrutamento de diferentes tamanhos de massas musculares. Os estudos potencialmente elegíveis foram identificados a partir de uma busca na literatura científica nas seguintes bases de dados internacionais: PubMed, Scopus, Cochrane Central Register of Controlled Trials (CENTRAL), Embase, Web of Science e School Google³². A estratégia de busca utilizou as seguintes palavras-chave e operadores booleanos: “isometric OR static OR wall squat OR leg extension OR knee extension OR leg press AND blood pressure OR cardiovascular”. Filtros específicos foram aplicados em cada base de dados: “RCT”, “pesquisa em humanos” e “publicações nos últimos 10 anos”.

Critérios de inclusão e exclusão

Os estudos considerados para esta revisão atenderam aos seguintes critérios de inclusão: i) ensaios clínicos randomizados que incluíram participantes que realizaram EI com GMM; ii) estudos de EI agudo que mediram a PA por pelo menos 30 minutos após a sessão; iii) estudos de EI crônico pelo menos 3 semanas de intervenção. Foram excluídos desta análise: i) estudos não randomizados controlados; ii) estudos sem grupo controle; iii) estudos sem sessão controle; iv) estudos com modelos animais.

Coleta de dados e avaliação do risco de viés

As características dos participantes (por exemplo: sexo, idade, valores basais de pressão arterial, nível de atividade física e uso de medicação), a dose/tipo do exercício (por exemplo: volume, intensidade, descanso, frequência, duração e carga de trabalho) e os desfechos de interesse foram sistematicamente e independentemente revisados pelos autores. A avaliação do risco de viés foi realizada conforme os critérios estabelecidos pela “Cochrane Collaboration”, considerando a aleatorização, alocação dos participantes, cegamento dos

avaliadores, entre outros.

Extração de dados

As informações dos estudos selecionados incluíram dados sobre autor, data de publicação, revista, tipo de estudo, participantes (número, média de idade, proporção de cada sexo biológico), exposição ou intervenção, desfecho, tempo de seguimento e perdas. Em relação aos desfechos, foi considerada a natureza, se variável contínua ou categórica. Para desfechos contínuos, foram considerados a PA em milímetros de mercúrio e o tempo de sessão (em minutos) e de treinamento (em semanas). Foi coletado o número de sujeitos, a média e o desvio-padrão de cada grupo de participantes. Em presença de desfechos categóricos, os dados coletados foram, usualmente, o número de pessoas que tiveram o desfecho e o total de pessoas expostas em cada grupo. A coleta de dados foi feita por dois experientes pesquisadores, trabalhando de forma independente, e um terceiro pesquisador conferiu esses dados. Utilizaram-se para essa tarefa formulários eletrônicos, como o Microsoft Excel[®], e editores de texto (Office Word-TMUSA).

Resultados

Nos estudos analisados, observou-se que o EI, tanto agudo quanto crônico, promove reduções significativas na PA em indivíduos normotensos e hipertensos, especialmente quando realizado com GMM. Os efeitos agudos foram caracterizados pela HPEI, enquanto as sessões crônicas demonstraram uma redução sustentada da pressão arterial, relacionada a ajustes vasculares e melhorias na função endotelial. As análises críticas destacaram a viabilidade do EI como uma ferramenta terapêutica adjuvante na resposta hipotensora, mas ressaltaram a necessidade de cuidados com a segurança vascular, cerebral e musculoesquelética, especialmente em pacientes com risco cardiovascular e idosos.

Os resultados apresentados na **tabela 1** evidenciam a eficácia do EI agudo com GMM na redução da pressão arterial. Em estudos agudos, observou-se que o EI com GMM, como, por exemplo, o agachamento na parede (Wall Squat Isometric), comparado ao EI de preensão palmar (Handgrip), promoveu maiores reduções na PA sistólica e diastólica, especialmente nos primeiros 10 minutos após a sessão¹⁸. Este efeito parece ser mais pronunciado no fenômeno da HPEI, principalmente em pacientes hipertensos²⁸⁻³¹.

Tabela 1–Respostas hemodinâmicas dos estudos com exercício isométrico agudo.

Autor (ano)	Característica amostral	Protocolo de intervenção	Desenho e duração	Resultados
Swift et al. ²⁸ (2022)	N = 26 (13♂ 13♀) 27±4 anos HT PAS = 129±10 PAD = 75 ±7 (mmHg)	i) Preensão palmar 4 séries x 2' contração a 30% CVIM x 2' intervalo ii) Agachamento na parede 4 séries x 2' contração a 95% Fcpico x 2' intervalo	Cruzado não-controlado 2 sessões	Agachamento na parede ΔPAS (-13 mmHg); ΔPAD (-11mmHg); ΔPAM (-12 mmHg) em relação à sessão de preensão palmar apenas no 10' pós-exercício isométrico
Olher et al. ²⁹ (2020)	HTN=24 (12♂12♀) 38±9 anos NT N = 10 PAS = 115±11 PAD = 72±6 HT N = 14 PAS = 129±12 PAD = 83 ±5 (mmHg)	i) “Leg press 45°” + Desenvolvimento supino 4 + 4 séries x 1'contração a 30% CVIM x 2'intervalo. ii) Controle (sem exercício)	Cruzado controlado 2 sessões	HT reduziu a PAS aos 45' (- 6 mmHg) 60'(-6mmHg) pós-exercício isométrico Em relação à sessão controle (sem exercício)

Silva et al. ³⁰ (2021)	N=17 (6♂ 11♀) 29±10 anos NT PAS = 112±10 PAD = 67±8 (mmHg)	i) Extensão de joelho 3 horas de sedestação 6 séries x 2' contração a 30% CVIM x 30' intervalo ii) Caminhada 3 horas de sedestação 6 séries x 2' em intensidade leve x 30' intervalo iii) Controle (sem exercício) 3 horas de sedestação	Cruzado controlado 3 sessões	Não houve diferença significativa
-----------------------------------	--	--	---------------------------------	-----------------------------------

N = número; PAS = PA Sistólica; PAD = PA Diastólica; NT = Normotenso; HT = Hipertenso; ♂ = Sexo Biológico Masculino; ♀ = Sexo Biológico Feminino; “Wash-out” = Período Interrompido; “Sham” = Simulado; FC = Frequência Cardíaca; MAPA = Monitorização Ambulatorial da Pressão arterial; CVIM = Contração Voluntária Isométrica Máxima

Por outro lado, os estudos crônicos apresentados na **tabela 2** indicam que intervenções com EI repetidos por várias semanas resultam em reduções sustentadas da PA^{21,22,24}. O agachamento na parede mostrou-se consistentemente eficaz na redução da PA sistólica após 24 semanas de intervenção²⁸. Um grupo da Faculdade de Psicologia e Ciências da Vida da Universidade "Canterbury Christ Church", em Kent, Estados Unidos, demonstrou que um ano de treinamento isométrico com agachamento na parede reduziu significativamente a PA sistólica e diastólica em pacientes hipertensos sem medicação, em comparação ao grupo controle²⁹. Ademais, houve uma redução significativa na frequência cardíaca de repouso e um aumento no volume sistólico, embora o débito cardíaco não tenha sido alterado. A resistência periférica total também diminuiu significativamente após o período de intervenção. A adesão ao programa foi alta, com 77% de participação, sugerindo que o agachamento isométrico na parede é uma estratégia viável e eficaz para o controle em longo prazo da PA em populações de risco. Esses resultados sugerem que o exercício com GMM (e.g.: agachamento na parede) oferece um potencial efeito terapêutico promissor no controle da HAS a longo prazo^{21,22, 26,32-34,37, 38,41}.

Tabela 2–Respostas hemodinâmicas dos estudos com exercício isométrico crônico.

Autor (ano)	Característica amostral	Protocolo de intervenção	Desenho e duração	Resultados (mmHg)
Lea et al. ²⁶ (2024)	N=30 (24♂ 6♀) 30 ± 8 anos PRE-HT e NT PAS = 131±6 mmHg PAD = 72±7 mmHg	i) Agachamento na parede 4 sériesx 2'contraçãoa 95% Fcpico x 2' intervalo ii) Percepção subjetiva de esforço (PSE) 4 séries em zonas de PSE: Série 1: 3.5 a 4.5; Série 2: 5 a 6; Série 3: 6, 5 a 7.5; Série 4: 8 a 9 2'contração x 2' intervalo iii) Controle	3 x semana 4 semanas 12 sessões	Grupo PSE ΔPAS MAPA 24h (-8), MAPA Diurna (-9) e MAPA noturna (-7); ΔPAM MAPA 24h (-3) em relação ao Controle Grupo FCpico ΔPAS MAPA 24h (-10), MAPA diurna (-9) e MAPA noturna (-7) em relação ao Controle Grupo Fcpico ΔPAD MAPA 24h (-4,5) e MAPA noturna (-3,5) em relação ao Controle

Edwards et al. ²¹ (2023)	N=18♂ 45±6 anos NT PAS = 115±15 mmHg PAD = 76± 14 mmHg	i) Agachamento na parede 4 séries x 2' contração a 95% Fcpico x 2' intervalo ii) Controle	Cruzado Controlado 3 x semana 4 semanas de intervenção ou controle 3 semanas de “wash-out” 12 sessões	Agachamento na parede ΔPAS (-9,6), ΔPAD (-5,7), ΔPAM (-7,1) em relação ao Controle
Edwards et al. ²² (2023)	N=24(♂ ♀) 44±7anos HT PAS = 132±5 mmHg PAD = 82±6 mmHg	i) Agachamento na parede 4 séries x 2' contração a 95% Fcpico x 2' intervalo ii) Controle	3 x semana 4 semanas de intervenção ou controle 3semanas de “wash-out” 12 sessões	Agachamento na parede ΔPAS (-12) e PAD (-6) em relação ao Controle

Cohen et al. ³² (2023)	N=77(51♂ 26♀) 45±10 anos HT PAS = 140±7 mmHg PAD = 87±5 mmHg	i) Preensão palmar 4 séries x 2' contração a 30% CVIM x 2' intervalo ii) Agachamento na parede 4 Séries x 2' contração a intensidade incremental por ângulo articular do joelho de 135° ou 125° até 95° x 2' intervalo iii) Controle	1ª Fase 3 x semana durante 12 semanas 2ª Fase 1 x semana durante 12 semanas 24 semanas 48 sessões	Agachamento na parede ΔPAS pós-1ª fase (-11,7) e pós-2ª fase (-14,7) em relação ao Controle
O'Driscoll et al. ³³ (2022)	N=24♂ 45±8 anos NT PAS = 132±6 mmHg PAD = 81±7 mmHg	i) Agachamento na parede 4 séries x 2' contração a 95% FCpico x 2' intervalo ii) Controle	3xsemana 12 meses 156 sessões	Agachamento na parede ΔPAS (-8,5) e ΔPAD (-7,3) em relação ao Controle

Cohen et al. ³⁴ (2022)	N=105(67♂ 38♀) 45±9anos HT PAS= 140±8 mmHg PAD=86±5 mmHg	i)Preensãoopalmar 4 séries x 2'contraçãoa 30% CVIM x 2' intervalo ii) Agachamentonaparede 4 séries x 2' contração a 95% FCpico x 2' intervalo iii) Controle	3 x semana 4 semanas 12 sessões	Agachamento na parede ΔPAS(-13)eΔPAD(-4) emrelaçãooControle. PreensãoopalmarΔPAS(- 14) e ΔPAD (-5) em relação ao Controle
Baross et al. ³⁵ (2022)	N=25(16♂ 9♀) 23±4 anos NT PAS = 123±5 mmHg PAD = 69±7 mmHg	i) Extensão de joelho 4 séries x 2'contração a 20% CVIM x 2' intervalo ii) Grupo Controle	3 x semana 8 semanas de treinamento 8 semanas de destreinamento	Extensão de joelho ΔPAS (-6) em relação ao Grupo Controle Extensão de joelho ΔPAS MAPA 24h (-8), MAPA diurno (-5) e MAPA noturna – primeiras medidas (-6) pré contra pós

Baross et al. ³⁶ (2022)	N=20 (10♂ 10♀) 22±4 anos NT PAS = 121±7 mmHg PAD =67 ± 6 mmHg	i) Extensão de joelho 4 séries x 2' contração a 20% CVIM x 2' intervalo	3x semana 10 semanas 30 sessões	ΔPAS MAPA 24h (-4) e MAPA diurno (-5) pré em relação a pós ΔPAS Noturna – primeiras medidas (-6) pré contra pós.
Decaux et al. ³⁷ (2022)	N=30 (15♂ 15♀) 30±6 anos NT PAS = 123±8 mmHg PAD =75 ± 6 mmHg	i) Agachamento na parede 4 séries x 2' contração a 95% Fcpico x 2' intervalo ii) <i>Sham</i> 4 séries x 2' contração a <75% FCpico x 2' intervalo iii) Controle	3 xsemana 4 semanas 12 sessões	Agachamento na parede ΔPAS (-15), ΔPAD (-5) e ΔPAM (-7) pré em relação a pós Esses resultados foram diferentes do Controle e <i>Sham</i>

Taylor et al.³⁸
(2019)

N=24♂
44±7 anos
HT
PAS = 132±5 mmHg
PAD = 82±6 mmHg

i) Agachamento na parede
4 séries x 2' contração a
95% FCpico x 2' intervalo

ii) Controle

3 x semana
4 semanas de intervenção
ou controle
3 semanas de “wash-out”
12 sessões

Agachamento na parede
 Δ PAS (-12), Δ PAD (-6), e
 Δ PAM (-8) em relação ao
Controle

Agachamento na parede
MAPA 24h Δ PAS (-11),
 Δ PAD(-6) e Δ PAM(-6);
MAPA diurno Δ PAS (-
14), Δ PAD(-6) e Δ PAM
(-7);

MAPA noturno Δ PAS (-
9), Δ PAD (-5) e Δ PAM (-
4) pré contra pós

Araujo et al. ³⁹ (2018)	N=29♂ 50±5 anos PRÉ-HT PAS = 128±6 mmHg PAD = 82±5 mmHg	i) Isométrico 3 séries x 60% 1RM x 36" MMII e 24" MMSS ii) Dinâmico 3 séries x 60% 1RM x 12 repetições MMII e 8 repetições MMSS. Ambos grupos realizaram supino, extensora, puxada, flexora, desenvolvimento e leg press Circuito com intervalo de 90" entre os exercícios e 120" entre as séries iii) Controle	3x semana 12 semanas 36 sessões	Isométrico ΔPAD MAPA 24h (-3) e MAPA diurno (-4) Isométrico ΔPAM MAPA diurno (-5)
Somani et al. ⁴⁰ (2018)	N=46 (23♂ 23♀) 24±4 anos PRE-HT e NT PAS = 117±8 mmHg PAD = 68 ± 6 mmHg	i) Preensão palmar 4 séries x 2' contração a 30% CVIM x 1' intervalo ii) Extensão de joelho 4 séries x 2'a 20% CVIM x 2' intervalo	3 x semana 10 semanas 30 sessões	Preensão palmar ΔPAS (-4) e ΔPP (-3) pré contra pós Extensão de joelho ΔPAS (-7) e ΔPP (-6) pré contra pós

Wiles et al. ⁴¹ (2018)	N=28♂ 30±7 anos NT PAS = 126±6 mmHg PAD = 78 ± 5 mmHg	i) Agachamento na parede 4 séries x 2' contração a 95% FCpico x 2' intervalo ii) Controle	3 x semana 4 semanas 12 sessões	Agachamento na parede ΔPAS (-4), ΔPAD (-3), ΔPAM (-3) em relação ao Controle
Gill et al. ⁴² (2015)	N=35 (10♂ 25♀) 23±1 anos NT PAS = 113±3 mmHg PAD = 65 ± 2 mmHg	i) Extensão de joelho 4 séries x 2' contração a 23% CVIM x 3' intervalo ii) Extensão de joelho 4 séries x 2' contração a 34% CVIM x 3' intervalo iii) Controle	3 x semana 3 semanas 9 sessões	34% CVIM ΔPAS (-4), ΔPAD(-4) e ΔPAM(-4) pré contra pós Esses resultados foram diferentes do 23% CVIM e do Controle

N = número; PAS= PASistólica; PAD =PA Diastólica; NT = Normotenso; PRÉ-HT = Pré-hipertenso; HT = Hipertenso; ♂ = Sexo Biológico Masculino; ♀ = Sexo Biológico Feminino; “Wash-out” = Período Interrompido; “Sham” = Simulado; FC= Frequencia Cardíaca; MAPA= Monitorização Ambulatorial da Pressão arterial; CVIM= Contração Isométrica Voluntária Máxima; MMSSs = Membros Superiores; MMIIs = Membros Inferiores

Comparando diferentes protocolos de EI, a extensão de joelho também demonstrou efeitos positivos, embora menores que os do agachamento na parede³¹. Essa diferença pode estar relacionada à quantidade de massa muscular envolvida, reforçando a hipótese de que exercícios com GMM possam, de fato, promover maior demanda cardiometabólica e, conseqüentemente, reduções mais significativas na PA.

Curiosamente, o EI produziu maiores reduções da frequência cardíaca em grupos de estudo medicados em comparação com os não medicados. A razão para esse achado não é clara, mas pode estar relacionada aos variados e complexos efeitos fisiológicos do EI em combinação com diferentes classes de medicamentos anti-hipertensivos e/ou com os níveis pressóricos em repouso antes da intervenção.^{22,38,43}

O volume sistólico parece aumentar significativamente, o que corrobora as melhorias na função cardíaca, na eficiência mecânica e na eficiência global do trabalho miocárdico como subproduto da redução da pós-carga cardíaca após o EI.^{22,44} Conseqüentemente, o débito cardíaco não parece mudar significativamente após uma intervenção crônica de EI, com os dados, inversamente, tendendo a um aumento.²¹

Todavia, a resistência periférica total diminuiu significativamente após uma sessão de EI, o que, no contexto de nenhuma mudança no débito cardíaco, indica que as mudanças vasculares são as principais responsáveis pelas reduções na PA. Infelizmente, a literatura atual não abordou de forma abrangente até que ponto essas mudanças vasculares após uma sessão de EI (agudo ou crônico) são reguladas localmente por mecanismos dependentes do endotélio³² ou moduladas sistemicamente via remodelação estrutural²¹ e/ou ajustes funcionais no controle autonômico vasomotor²⁸.

Segurança Cerebrovascular

A presença de aneurismas, especialmente aneurismas aórticos, representa um risco significativo à saúde, e o impacto dos EI em pacientes com HAS e aneurismas é uma área crítica de estudo. Pesquisas recentes indicam que, enquanto exercícios físicos moderados podem ser benéficos, para pacientes hipertensos⁴⁵. Exercícios de força dinâmica de alta intensidade e/ou por tempo muito prolongado de tensão podem exacerbar o risco devido ao aumento súbito e progressivo da PA^{46,47}, podendo sobrecarregar o aneurisma e aumentar a probabilidade de ruptura⁴⁸. No entanto, exercícios de baixa a moderada intensidade (com menor tensão/tempo), cuidadosamente monitorados, podem ser seguros e até ajudar na prevenção do desenvolvimento de aneurismas, melhorando a saúde vascular e reduzindo a HAS⁴⁹. É crucial que indivíduos com aneurismas conhecidos consultem profissionais de

educação física habilitados em fisiologia clínica do exercício para ajustar seus regimes de EI de forma adequada.

Segurança Musculoesquelética

A segurança musculoesquelética durante a prática de EI é fundamental para a prevenção de lesões e a otimização dos benefícios físicos⁵⁰. Estudos recentes indicam que EI, quando realizados de forma controlada e com a técnica adequada, podem fortalecer significativamente os músculos e as articulações sem sobrecarregar o sistema musculoesquelético^{51,52}. Contudo, a execução incorreta ou a sobrecarga excessiva durante esses exercícios pode aumentar o risco de lesões, destacando a importância de uma orientação adequada⁵³. Portanto, é essencial que os praticantes sigam protocolos de segurança e busquem supervisão de um profissional de educação física habilitado em exercícios terapêuticos para maximizar os benefícios e minimizar os riscos.

Segurança Cardiovascular

A segurança cardiovascular durante a prática de EI tem sido amplamente discutida em estudos recentes^{41,54}. Pesquisas indicam que, embora esses EI possam elevar temporariamente a pressão arterial, quando realizados de forma controlada e sob supervisão de um especialista em fisiologia clínica do exercício, podem ser benéficos para o fortalecimento cardiovascular, especialmente em populações hipertensas⁴⁵. No entanto, é crucial monitorar a resposta cardiovascular antes, durante e após cada sessão de EI, com métodos adequados e/ou equipamentos validados, para evitar erros de medidas de PA e potenciais riscos cardíacos, como HAS exacerbada durante a sua prática⁵⁵. Assim, uma avaliação médica cardiológica prévia e o acompanhamento por um profissional de ciência do exercício (educação física e fisioterapeuta) são recomendados para assegurar os benefícios cardiovasculares do EI sem comprometer a saúde cardiovascular do praticante.

Por fim, apesar dos benefícios hipotensores sejam evidentes, há necessidade de monitoramento rigoroso, com equipamentos validados (e.g.: método oscilométrico) e/ou avaliador experiente (e.g.: método auscultatório), especialmente em populações com risco cardiovascular elevado. A prática de EI deve ser acompanhada de avaliação médica cardiológica para evitar complicações vasculares, avaliação fisioterapêutica para detectar eventuais alterações musculoesqueléticas e deve ser prescrita por um profissional de educação física, devidamente, habilitado em treinamento de força para populações especiais, garantindo que o tratamento não farmacológico seja seguro e eficaz.

Agradecimentos

Gostaríamos de manifestar nossa mais profunda gratidão à empresa Medlevensohn, especializada em equipamentos hospitalares, que generosamente, por meio do “CEO” senhor José Marcos Szuster nos forneceu os aparelhos validados da Microfe[®](Widnau, Suíça) para a monitorar os parâmetros hemodinâmicos dos nossos pacientes hipertensos incluídos nesta revisão. Agradecemos, ainda, aos dedicados técnicos, Prof. Me. Leandro Sousa, do Laboratório de Aptidão Física e Treinamento (LAFIT), e Prof. Esp. Johnatan Leite, do Laboratório de Estudos de Força (LABEF) da Universidade Católica de Brasília, pelos serviços profissionais e competentes que prestam. Por fim, mas com igual importância, agradecemos ao Programa de Pós-Graduação “Stricto Sensu” em Educação Física da Universidade Católica de Brasília (UCB) e a Fundação de Apoio à Pesquisa do Distrito Federal-FAPDF pelo amparo inestimável.

Referências

1. NCD-RISC. Worldwide trends in hypertension prevalence and progress in treatment and control from 1990 to 2019: a pooled analysis of 1201 population-representative studies with 104 million participants. *Lancet*. 2021; 398(10304):957-980.
2. Felker GM, Mann DL. Hypertension: a companion to Braunwald's heart disease. 4th ed. Elsevier; 2018.
3. Pescatello LS, Franklin BA, Fagard R, Farquhar WB, Kelly GA, Ray CA. American College of Sports Medicine Position Stand. Exercise and Hypertension. *Med SciSports Exerc*. 2004; 36(3):533-553.
4. Banks NF, Rogers EM, Stanhewicz AE, Whitaker KM, Jenkins ND. Resistance exercise lowers blood pressure and improves vascular endothelial function in individuals with elevated blood pressure or stage-1 hypertension. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. 2024; 326(1):256-269.
5. Baross AW, Kay AD, Baxter BA, Wright BH, McGowan CL, Swaine IL. Effects of isometric resistance training and detraining on ambulatory blood pressure and morning blood pressure surge in young normotensives. *Front Physiol*. 2022; 13:958135.
6. Barroso WKS, Rodrigues CIS, Bortolotto LA, Mota-Gomes MA, Brandão AA, Feitosa ADM, et al. Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial – 2020. *Arq Bras Cardiol*. 2021; 116(3):516-658.
7. Brouwers S, Sudano I, Kokubo Y, Sulaica EM. Arterial hypertension. *Lancet*. 2021; 398 (10296): 249-261.

8. 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. *J Strength Cond Res.* 2012; 26(4):1122-9.
9. Moraes MR, Bacurau RF, Simões HG, Campbell CS, Pudo MA, Wasinski F, et al. Effect of 12 weeks of resistance exercise on post-exercise hypotension in stage 1 hypertensive individuals. *J Hum Hypertens.* 2012; 26(9):533-9.
10. 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):e003231.
11. Carvalho HS, Machado JM, Schutz ESF, Ouriques EPM. Chronic effect of resistance training on blood pressure: a systematic review and analysis of randomized controlled clinical trials. *Braz J Sci Mov.* 2020; 29(1):31.
12. Isath A, Koziol KJ, Martinez MW, Garber CE, Martinez MN, Emery MS, et al. Exercise and cardiovascular health: A state-of-the-art review. *Prog Cardiovasc Dis.* 2023; 79:44-52.
13. Correia RR, Veras ASC, Tebar WR, Rufino JC, Batista VRG, Teixeira GR. Strength training for arterial hypertension treatment: a systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. *Sci Rep.* 2023;13(1):201.
14. Edwards JJ, Deenmamode AHP, Griffiths M, Arnold O, Cooper NJ, Wiles JD, et al. Exercise training and resting blood pressure: a large-scale pairwise and network meta-analysis of randomised controlled trials. *Br J Sports Med.* 2023; 57(20):1317-1326.
15. Baffour-Awuah B, Pearson MJ, Smart NA, Dieberg G. Safety, efficacy and delivery of isometric resistance training as an adjunct therapy for blood pressure control: a modified Delphi study. *Hypertens Res.* 2022; 45(3):483-495.
16. 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(4):35-49.
17. Edwards JJ, Wiles J, O'Driscoll J. Mechanisms for blood pressure reduction following isometric exercise training: a systematic review and meta-analysis. *J Hypertens.* 2022; 1;40(11): 2299-2306.
18. Edwards JJ, Deenmamode AHP, Griffiths M, Arnold O, Cooper NJ, Wiles JD, et al. Exercise training and resting blood pressure: a large-scale pairwise and network meta-analysis of randomised controlled trials. *Br J Sports Med.* 2023; 57 (20):1317-1326.

19. 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(3): 327-34.
20. Baffour-Awuah B, Pearson MJ, Smart NA, Dieberg G. Safety, efficacy and delivery of isometric resistance training as an adjunct therapy for blood pressure control: a modified Delphi study. *Hypertens Res.* 2022; 45(3):483-495.
21. Edwards JJ, Jalaludeen N, Taylor KA, Wiles JD, O'Driscoll JM. Myocardial performance index as a measure of global left ventricular function improves following isometric exercise training in hypertensive patients. *Hypertens Res.* 2023; 46(2):468-474.
22. Edwards JJ, Jalaludeen N, Beqiri A, Wiles JD, Sharma R, O'Driscoll JM. The effect of isometric exercise training on arterial stiffness: a randomized crossover controlled study. *Physiol Rep.* 2023; 11(10):e15690.
23. Souza LR, Vicente JB, Melo GR, Moraes VC, Olier RR, Costa IC, et al. Acute hypotension after moderate-intensity handgrip exercise in hypertensive elderly people. *J Strength Cond Res.* 2018; 32(10):2971-2977.
24. Inder JD, Carlson DJ, Dieberg G, McFarlane JR, et al. Isometric exercise training for blood pressure management: a systematic review and meta-analysis to optimize benefit. *Hypertens Res.* 2016; 39(2):88-94.
25. Baffour-Awuah B, Pearson MJ, Smart NA, Dieberg G. Safety, efficacy and delivery of isometric resistance training as an adjunct therapy for blood pressure control: a modified Delphi study. *Hypertens Res.* 2022; 45(3):483-495.
26. Lea JWD, O'Driscoll JM, Wiles JD. The implementation of a home-based isometric wall squat intervention using ratings of perceived exertion to select and control exercise intensity: a pilot study in normotensive and pre-hypertensive adults. *Eur J Appl Physiol.* 2024; 124(1):281–293.
27. Cohen DD, Aroca-Martinez G, Carreño-Robayo J, Chacon-Manosalva MA, Lopez-Lopez J, Otero J, et al. Work-based isometric exercises effect on blood pressure: the EEFIT study. *J Hypertens.* 2022; 40(1):295.
28. Swift HT, O'Driscoll JM, Coleman DD, Caux A, Wiles JD. Acute cardiac autonomic and haemodynamic responses to leg and arm isometric exercise. *Eur J Appl Physiol.* 2022 ;122(4):975-985.
29. Olier RR, Rosa TS, Souza LHR, Oliveira JF, Soares BRA, Ribeiro TBA, et al. Isometric exercise with large muscle mass improves redox balance and blood pressure in hypertensive adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2020; 52(5):1187-1195.

30. Silva GO, Carvalho JF, Kanegusuku H, Farah BQ, Correia MA, Ritti-Dias RM. Acute effects of breaking up sitting time with isometric exercise on cardiovascular health: Randomized crossover trial. *Scand J Med Sci Sports*. 2021 Nov;31(11):2044-2054. doi: 10.1111/sms.14024. Epub 2021 Jul 22. PMID: 34270830.
31. Edwards JJ, Coleman DA, Ritti-Dias RM, Farah BQ, Stensel DJ, Lucas SJE, et al. Isometric Exercise Training and Arterial Hypertension: An Updated Review. *Sports Med*. 2024 Jun;54(6):1459-1497.
32. Cohen DD, Aroca-Martinez G, Carreño-Robayo J, Castañeda-Hernández A, Herazo-Beltran Y, Camacho PA, et al. Reductions in systolic blood pressure achieved by hypertensives with three isometric training sessions per week are maintained with a single session per week. *J Clin Hypertens*. 2023; 25(4):380-387.
33. O'Driscoll JM, Edwards JJ, Coleman DA, Taylor KA, Sharma R, Wiles JD. One year of isometric exercise training for blood pressure management in men: a prospective randomized controlled study. *J Hypertens*. 2022; 40(12):2406-2412.
34. Cohen DD, Aroca-Martinez G, Carreño-Robayo J, Chacon-Manosalva MA, Lopez-Lopez J, Otero J, et al. Work-based isometric exercises effect on blood pressure: the EEFIT study. *J Hypertens*. 2022; 40(1):295.
35. Baross AW, Kay AD, Baxter BA, McGowan CL, Swaine IL. Effects of isometric resistance training and detraining on ambulatory blood pressure and morning blood pressure surge in young normotensives. *Front Physiol*. 2022; 13:958135.
36. Baross AW, Brook RD, Kay AD, R Howden, Gaillard EC, Gordon BDH, et al. Effects of isometric leg training on ambulatory blood pressure and morning blood pressure surge in young normotensive men and women. *Sci Rep*. 2022; 12, 356.
37. Decaux A, Edwards JJ, Swift HT, Hurst P, Hopkins J, Wiles JD, et al. Blood Pressure and cardiac autonomic adaptations to isometric exercise training: A randomized sham-controlled study. *Physiol Rep*. 2022; 10(2):15112.
38. Taylor KA, Wiles JD, Coleman DA, Leeson P, Sharma R, O'Driscoll JM. Neurohumoral and ambulatory haemodynamic adaptations following isometric exercise training in unmedicated hypertensive patients. *J Hypertens*. 2019; 37:827-836.
39. Araujo FDS, Dias RMR, Nascimento RLD, Numata Filho ES, Moraes JFVND, Moreira SR. Effects of isometric resistance training on blood pressure and physical fitness of men. *Motriz: Revista de Educação Física*, 2018; 24(02), e101803.

40. Somani YB, Baross AW, Brook RD, Milne KJ, McGowan CL, Swaine IL. Acute response to a 2-minute isometric exercise test predicts the blood pressure-lowering efficacy of isometric resistance training in young adults. *Am J Hypertens*. 2018; 31(3):362-368.
41. Wiles JD, Coleman DA, Sharma R, O'Driscoll JM. The safety of isometric exercise: rethinking the exercise prescription paradigm for those with stage 1 hypertension. *Medicine (Baltimore)*. 2018; 97(10):e0105.
42. Gill KF, Arthur ST, Swaine I, Devereux GR, Huet YM, Wikstrom E, et al. Intensity-dependent reductions in resting blood pressure following short-term isometric exercise training. *J Sports Sci*. 2015; 33(6):616-621.
43. O'Driscoll JM, Edwards JJ, Wiles JD, Taylor KA, Leeson Wright BH, P, Sharma R. Myocardial work and left ventricular mechanical adaptations following isometric exercise training in hypertensive patients. *Eur J Appl Physiol*. 2022; 122(3):727-734.
44. Olher RR, Bocalini DS, Bacurau RF, Rodriguez D, Figueira-Jr A, Navarro F, et al. Isometric handgrip does not elicit cardiovascular overload or post-exercise hypotension in hypertensive older women. *Clin Interv Aging*. 2013; 8:649-655.
45. 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(6):1314-1323.
46. MacDougall JD, Tuxen D, Sale DG, Moroz JR, Sutton JR. Arterial blood pressure response to heavy resistance exercise. *J Appl Physiol*. 1985; 58(3):785-790.
47. Myers J, & Niebauer J. Exercise in Specific Diseases: Abdominal Aortic Aneurysm. *Textbook of Sports and Exercise Cardiology*, 2020; 1061-1076.
48. Aparci M, Şahin MA, Güler A. Aortic aneurysm probably due to isometric type of training program in military personnel. *Gulhane Med J*. 2014; 56(3):190-193.
49. Han Q, Qiao L, Yin L, Sui X, Shao W, Wang Q. The effect of exercise training intervention for patients with abdominal aortic aneurysm on cardiovascular and cardiorespiratory variables: an updated meta-analysis of randomized controlled trials. *BMC Cardiovasc Disord*. 2024; 24(1):80.
50. Schuermans J, Van Hoote gem A, Van Den Bossche M, Van Gendt M, Witvrouw E, Wezenbeek E. Extended reality in musculoskeletal rehabilitation and injury prevention - a systematic review. *Phys Ther Sport*. 2022; 55:229-240.
51. Smith BE, Hendrick P, Bateman M, Holden S, Littlewood C, Smith TO, et al. Musculoskeletal pain and exercise—challenging existing paradigms and introducing new. *British Journal of Sports Medicine*, 2019; 53(14), 907-912.

52. Barros RS, B., Dal'Ava AD, de Medeiros Neto JF, Michener LA, Silva RS, Sousa CDO. Isometric versus isotonic exercise in individuals with rotator cuff tendinopathy—Effects on shoulder pain, functioning, muscle strength, and electromyographic activity: A protocol for randomized clinical trial. *Plos One*, 2023; 18(11), e0293457.
53. McGrath R, Lang JJ, Ortega FB, Chaput JP, Zhang K, Smith J, et al. Handgrip strength asymmetry is associated with slow gait speed and poorer standing balance in older Americans. *Arch Gerontol Geriatr*. 2022; 102:104716.
54. Hanssen H, Pescatello LS. Is isometric exercise training the best FIT for exercise prescription in the prevention and treatment of arterial hypertension? *Br J Sports Med*. 2024; 58(4):231–232.
55. Wehrmann A, Tian EJ, Tyack EL, Kumar S. The evidence of effectiveness of isometric resistance training on the management of hypertension in adults: an umbrella review. *Blood Press Monit*. 2023; 28(4):171–184.