

**Universidade Federal do Maranhão
Agência de Inovação, Empreendedorismo, Pesquisa,
Pós-Graduação e Internacionalização
Programa de Pós-Graduação em Educação Física
Mestrado Acadêmico**

PPGEF

**Programa de Pós-Graduação
em Educação Física - UFMA**

**EFEITOS DO TREINAMENTO RESISTIDO COM BANDA
ELÁSTICA COMBINADO AO TREINAMENTO AERÓBICO
SOBRE OS PARÂMETROS FUNCIONAIS,
HEMODINÂMICOS E AUTONÔMICO EM IDOSOS**

Luíz Filipe Costa Chaves

**São Luís
2024**

LUÍZ FILIPE COSTA CHAVES

EFEITOS DO TREINAMENTO RESISTIDO COM BANDA
ELÁSTICA COMBINADO AO TREINAMENTO AERÓBICO
SOBRE OS PARÂMETROS FUNCIONAIS, HEMODINÂMICOS
E AUTONÔMICOS EM IDOSOS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal do Maranhão para obtenção do título de Mestre(a) em Educação Física.

Área de Concentração: Biodinâmica do movimento humano

Linha de Pesquisa: Atividade física no contexto da saúde e da doença

Orientador: Prof. Dr. Cristiano Teixeira Mostarda

Coorientador: Prof. Dr. Bruno Bavaresco Gambassi

São Luís
2024

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Núcleo Integrado de Bibliotecas/UFMA

CHAVES, Luíz Filipe Costa

Efeitos do treinamento resistido com banda elástica combinado ao treinamento aeróbico sobre os parâmetros funcionais, hemodinâmicos e autonômico em idosos / Luíz Filipe Costa Chaves. - 2024.

90 f.: il.

Orientador: Cristiano Teixeira Mostarda

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Educação Física Mestrado Acadêmico /PPGEF, Universidade Federal do Maranhão, São Luís/MA, 2024.

1. Treinamento combinado. 2. Banda elástica. 3. Funcionalidade. 4. Modulação autonômica. 5. Envelhecimento. I. Mostarda, Cristiano Teixeira. II. Título.

LUÍZ FILIPE COSTA CHAVES

EFEITOS DO TREINAMENTO RESISTIDO COM BANDA
ELÁSTICA COMBINADO AO TREINAMENTO AERÓBICO
SOBRE OS PARÂMETROS FUNCIONAIS, HEMODINÂMICOS
E AUTONÔMICOS EM IDOSOS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal do Maranhão para obtenção do título de Mestre(a) em Educação Física.

A banca examinadora da dissertação de mestrado, apresentada em sessão pública, considerou o(a) candidato(a) aprovado(a) em: ____/____/____.

Prof. Dr. Cristiano Teixeira Mostarda (Orientador)
Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Bruno Bavaresco Gambassi (Coorientador)
Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Nivaldo de Jesus Silva Soares Junior (Examinador Interno)
Universidade Federal do Maranhão

Profa. Dra. Danielle da Silva Dias (Examinador Interno)
Universidade Federal do Maranhão

Profa. Dra. Máisa Carvalho Rezende Soares (Examinador Externo)
Universidade Federal do Maranhão

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus pelo dom da vida e por me proporcionar a oportunidade de cursar este tão sonhado programa.

À minha família (Maria José Costa Chaves, Luíz Cunha Chaves e Silvana de Jesus Costa Chaves), que, além de serem meu alicerce e minha base, foram meus incentivadores nos estudos, desde o fundamental I até o mestrado.

À minha noiva, Melissa Arouche Jardim, que, além de ser o grande amor da minha vida, me incentivou a fazer o seletivo e me apoiou ao longo de todo o programa.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Cristiano Teixeira Mostarda, e ao coorientador, Prof. Dr. Bruno Bavaresco Gambassi, pelos ensinamentos ao longo desses anos e por confiarem no meu potencial, sobretudo na realização deste trabalho.

Ao grupo de idosos da Universidade Ceuma, pelo carinho, receptividade e colaboração em todos os trabalhos científicos desenvolvidos pelo nosso grupo.

A todos os professores (graduação, especialização e mestrado) que contribuíram para a minha formação acadêmica e profissional.

RESUMO

O envelhecimento vascular é comumente associado ao desenvolvimento de doenças cardiocerebrais em idosos, como doença arterial coronariana e acidente vascular encefálico. O objetivo do presente estudo foi avaliar os efeitos do treinamento resistido (TR) com banda elástica combinado ao treinamento aeróbico (TA) sobre os parâmetros funcionais, hemodinâmicos e autonômicos em idosos. Este estudo foi definido como um ensaio clínico randomizado. A amostra foi composta por 30 idosos sedentários de ambos os sexos, divididos aleatoriamente em Grupo intervenção (GI; n = 15) e Grupo Controle (GC; n = 15). As avaliações e os treinamentos foram realizados na academia e ginásio da Universidade Ceuma – São Luís/MA. Todos os indivíduos foram submetidos a avaliação da pressão arterial, variabilidade da frequência cardíaca e testes funcionais antes e após 8 semanas de treinamento. O protocolo de exercício foi realizado 2x por semana, totalizando 16 sessões. O programa foi composto por 6 exercícios resistidos realizados com bandas elásticas, intercalados com agachamento e sem intervalo de descanso entre séries e exercícios, e ao final os voluntários caminharam. O GC não participou de nenhum programa de exercício físico supervisionado durante 8 semanas. Ao comparar os momentos pré e pós-intervenção, foram observadas melhoras no desempenho do teste de sentar e levantar cinco vezes ($9,79 \pm 1,78$ segundos vs $7,47 \pm 1,10$ segundos) e no teste de flexão de cotovelo ($15,9 \pm 2,72$ repetições vs $19,6 \pm 4,01$ repetições), bem como redução significativa da pressão arterial sistólica ($136 \pm 17,7$ mmHg vs $120 \pm 10,2$ mmHg). No entanto, não foi observado melhora na pressão arterial diastólica ($75,6 \pm 9,42$ mmHg vs $71,3 \pm 8,53$ mmHg) e nas variáveis autonômicas SDNN ($18,9 \pm 6,12$ ms vs $20,3 \pm 8,08$ ms), RMSSD ($21,2 \pm 7,14$ ms vs $22,2 \pm 9,86$ ms), LF ($49,2 \pm 16$ n.u vs $52,3 \pm 19,1$ n.u), HF ($47,7 \pm 19,9$ n.u vs $47,5 \pm 19,1$ n.u) e LF/HF ($1,19 \pm 0,814$ vs $1,67 \pm 1,78$). Nossos achados indicam que o TR com banda elástica combinado ao TA melhora os parâmetros funcionais e pressão arterial sistólica em idosos. Estes resultados têm uma importante aplicação prática, uma vez que apenas um curto período de intervenção foi capaz de promover respostas satisfatórias em parâmetros extremamente importantes para a saúde de idosos.

Palavras-chave: Treinamento combinado; Banda elástica; Funcionalidade; Modulação autonômica; Envelhecimento.

ABSTRACT

Vascular aging is commonly associated with the development of cardiocerebral diseases in the elderly, such as coronary artery disease and stroke. The aim of the present study was to evaluate the effects of resistance training (RT) with elastic bands combined with aerobic training (AT) on functional, hemodynamic and autonomic parameters in elderly individuals. This study was defined as a randomized clinical trial. The sample consisted of 30 sedentary elderly individuals of both sexes, randomly divided into Intervention Group (IG; $n = 15$) and Control Group (CG; $n = 15$). The assessments and training were carried out at the gym and gymnasium of Ceuma University – São Luís/MA. All individuals underwent assessment of blood pressure, heart rate variability and functional tests before and after 8 weeks of training. The exercise protocol was performed twice a week, totaling 16 sessions. The program consisted of 6 resistance exercises performed with elastic bands, interspersed with squats and without rest intervals between sets and exercises, and at the end the volunteers walked. The CG did not participate in any supervised physical exercise program for 8 weeks. When comparing the pre- and post-intervention moments, improvements were observed in the performance of the five-times sit-to-stand test (9.79 ± 1.78 seconds vs 7.47 ± 1.10 seconds) and in the elbow flexion test (15.9 ± 2.72 repetitions vs 19.6 ± 4.01 repetitions), as well as a significant reduction in systolic blood pressure (136 ± 17.7 mmHg vs 120 ± 10.2 mmHg). However, no improvement was observed in diastolic blood pressure (75.6 ± 9.42 mmHg vs 71.3 ± 8.53 mmHg) and in the autonomic variables SDNN (18.9 ± 6.12 ms vs 20.3 ± 8.08 ms), RMSSD (21.2 ± 7.14 ms vs 22.2 ± 9.86 ms), LF (49.2 ± 16 n.u vs 52.3 ± 19.1 n.u), HF (47.7 ± 19.9 n.u vs 47.5 ± 19.1 n.u) and LF/HF (1.19 ± 0.814 vs 1.67 ± 1.78). Our findings indicate that RT with an elastic band combined with AT improves functional parameters and systolic blood pressure in elderly individuals. These results have an important practical application, since only a short period of intervention was able to promote satisfactory responses in parameters that are extremely important for the health of elderly individuals.

Keywords: *Combined training; Elastic band; Functionality; Autonomic modulation; Aging.*

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características Antropométricas e Clínicas Basais	36
Tabela 2 – Alterações no desempenho do teste de sentar e levantar cinco vezes e flexão de cotovelo no início e após 8 semanas de intervenção (n = 30)	37
Tabela 3 – Alterações na pressão arterial sistólica e diastólica no início e após 8 semanas de intervenção (n = 30)	38
Tabela 4 – Alterações nas variáveis dos parâmetros autonômicos no início e após 8 semanas de intervenção (n = 30)	39

LISTA DE SIGLAS

ANOVA - Análise de Variância
AVE - Acidente Vascular Encefálico
DCVDs - Desenvolvimento de Doenças Cardiocerebrais
DP - Desvio Padrão
ECA - Enzima Conversora De Angiotensina
FC - Frequência Cardíaca
GC - Grupo Controle
GI – Grupo Intervenção
HF - *High Frequency*
HFnu - *High Frequency Normalised Units*
HIIT - High Intensity Interval Training
IC95% - Intervalo de Confiança de 95%
IMC - Índice e Massa Corporal
LF - *Low Frequency*
M - Média
Ms - Milissegundos
N - Tamanho da Amostra
n.u. - Unidades Normalizadas
PA - Pressão Arterial
PAD - Pressão Arterial Diastólica
PAS - Pressão Arterial Sistólica
PTCD - Protocolo de Treinamento Combinado Dinâmico
RISE - *Resistance Intensity Scale for Exercise*
RM - Repetição Máxima
RMSSD - Raiz Quadrada da Média das Diferenças entre Intervalos RR Normais Adjacentes
SDNN - Desvio Padrão dos Intervalos RR
TC - Treinamento Combinado
TCD - Treinamento Combinado Dinâmico
TCLE Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
VFC - Variabilidade da Frequência Cardíaca
VLF - *Very Low Frequency*

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. OBJETIVO	13
3. HIPÓTESE	14
4. REVISÃO DE LITERATURA	15
5. MATERIAIS E MÉTODOS	28
6. RESULTADOS	36
7. DISCUSSÃO	40
8. CONCLUSÃO	46
REFERÊNCIAS	47
APÊNDICE 1. Termo de Consentimento Livre E Esclarecido (TCLE)	55
APÊNDICE 2. Artigo científico submetido para publicação no periódico The Journal Blood Pressure Monitoring	59
ANEXO 1. Parecer substanciado do CEP	82
ANEXO 2. Escala Resistance Intensity Scale for Exercise (RISE)	86
ANEXO 3. Escala de Borg	87
ANEXO 4. Submissão do artigo científico ao periódico The Journal Blood Pressure Monitoring	88

1. INTRODUÇÃO

Uma das maiores conquistas da humanidade foi o aumento da expectativa de vida, que foi acompanhada de uma melhora considerável dos padrões de saúde da população, embora esses feitos estejam longe de serem alcançados de forma equilibrada em diferentes países e em diferentes contextos socioeconômicos (Veras; Oliveira, 2018).

Segundo estimativas, dos 2 bilhões de idosos que irão representar 22% da população mundial em 2050, 80% viverão em países em desenvolvimento, como é o caso do Brasil (Neumann; Albert, 2018).

De acordo com a Constituição Brasileira, "idoso" é um termo atribuído as pessoas que apresentam idade igual ou superior a 60 anos (Neumann; Albert, 2018). Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2015), este grupo representava 9,7% da população em 2004, 13,7% em 2014, e estima-se que represente 18,6% em 2030 e 33,7% em 2060.

O envelhecimento é caracterizado como um conjunto de alterações morfológicas, fisiológicas, bioquímicas e emocionais. É um processo gradativo, progressivo e irreversível de perdas motoras, que torna o indivíduo mais suscetível a doenças que afetarão diretamente sua capacidade funcional (Camargos; Gonzaga, 2015; Marinho *et al.*, 2013).

Durante a senescência há redução da massa muscular esquelética e da sua função, que podem estar associados ao declínio da autonomia funcional, incapacidade e até a mortalidade. Essa atrofia muscular relacionada à idade é denominada de sarcopenia. Esta, implica em uma alteração do equilíbrio entre a síntese proteica do músculo e a sua degradação, como principal fator etiológico da

doença (Oliveira Neta *et al.*, 2018). Nesse sentido, Lemos, Guadagnin e Mota (2020) também afirmam que com o passar dos anos ocorrem alterações na massa óssea, sistema neuromuscular, vestibular, visual e somatossensorial, prejudicando de forma significativa a capacidade funcional.

Segundo Mostarda *et al.* (2009), existe uma forte associação entre o envelhecimento e o aumento da pressão arterial sistólica (PAS), enquanto a pressão arterial diastólica (PAD) parece reduzir após a sexta década de vida. O aumento progressivo da pressão arterial sistólica (PAS) está relacionada a redução da complacência arterial e aumento da espessura da parede das artérias, levando a diminuição de sua luz. Essas alterações estruturais ocasionadas pelo aumento pressórico podem estar associadas a prejuízos nos mecanismos autonômicos de controle do sistema cardiovascular. Nesse sentido, essas alterações estão relacionadas a maior risco de mortalidade cardiovascular (De Angelis; Santos; Irigoyen, 2004; Mccraty; Shaffer, 2015; La Rovere *et al.*, 1998).

Por outro lado, a prática regular de exercício físico é indicada como uma ferramenta importante para atenuar os prejuízos funcionais e cardiovasculares relacionados ao processo de envelhecimento (Silva *et al.*, 2014).

O treinamento combinado (TC) é caracterizado pela junção do treinamento resistido (força) com o treinamento aeróbico na mesma sessão, ou em um mesmo microciclo (Chtara *et al.*, 2005; Leveritt *et al.*, 1999; Souza *et al.*, 2011).

De acordo com Schroeder *et al.* (2019), foi observado reduções significativas na pressão arterial diastólica periférica e central, aumento da aptidão cardiorrespiratória, aumento da força da extremidade inferior e superior, e aumento da massa magra ($p < 0,05$) após a prática de treinamento combinado por 8 semanas.

Em um estudo conduzido por Park *et al.* (2020), 20 homens idosos e obesos foram submetidos a 12 semanas de treinamento combinado. Após esse período foi observado redução significativa da Pressão Arterial (PA), pressão arterial média e pressão de pulso.

Masroor *et al.* (2018) avaliaram os efeitos do treinamento combinado na variabilidade da frequência cardíaca (VFC) em mulheres sedentárias e hipertensas. Vinte e oito mulheres foram designadas aleatoriamente para o grupo que realizou o treinamento combinado ou o grupo controle, que seguiu o tratamento convencional sem intervenção de exercícios. Os resultados demonstraram que o grupo que realizou o treinamento combinado durante 4 semanas apresentou melhora significativa nos parâmetros da VFC (aumento de *High frequency* (HF), desvio padrão dos intervalos RR (SDNN) e raiz quadrada da média das diferenças entre intervalos RR normais adjacentes (RMSSD), e diminuição significativa de *Low Frequency* (LF), relação *Low Frequency / High Frequency* (LF/HF), além da redução da pressão arterial sistólica e diastólica ($p < 0,05$).

Além dos benefícios da prática regular de treinamento combinado em indivíduos mais velhos (Bonardi *et al.*, 2016; Guedes; Bortoluzzi; Matte, 2016; Rossi *et al.*, 2016), o American College of Sports Medicine (2007) preconiza a realização semanal de exercícios resistidos (2 a 3 dias por semana) associados a exercícios aeróbicos (3 a 5 dias por semana).

Adicionalmente, as adaptações estruturais do organismo promovidas pelo treinamento físico estão fortemente associadas à adesão ao programa de exercícios, a qual pode ser facilitada por implementos que são fáceis de manusear ou pelo ambiente em que o exercício é realizado. Nesse contexto, o uso de bandas elásticas para exercícios resistidos apresenta-se como uma alternativa vantajosa. Elas são de

baixo custo, de fácil aplicação e podem ser utilizadas em diversos locais, como ambientes fechados, espaços públicos e hospitais. A acessibilidade e a flexibilidade oferecidas por essas bandas podem aumentar a adesão ao exercício e, consequentemente, melhorar os resultados do treinamento.

Estudos têm demonstrado efeitos benéficos de diversos protocolos de treinamento resistido com bandas elásticas sobre parâmetros de saúde em idosos (Chen *et al.*, 2016; Choi; Hurr; Kim, 2020; Gambassi *et al.*, 2023a; Liao *et al.*, 2018; Stojanović *et al.*, 2021; Su *et al.*, 2022). No entanto, ainda são limitados os estudos que investigam as adaptações funcionais, hemodinâmicas e autonômicas resultantes da combinação de treinamento resistido com bandas elásticas e treinamento aeróbico em idosos. A exploração dessa combinação específica pode oferecer novas abordagens eficazes para promover a saúde e o bem-estar na população idosa.

2. OBJETIVO

2.1 Geral

Investigar os efeitos do treinamento resistido com banda elástica combinado ao treinamento aeróbico sobre os parâmetros funcionais, hemodinâmicos e autonômicos em idosos.

2.2 Específicos

Avaliar os efeitos do treinamento resistido com banda elástica combinado ao treinamento aeróbico sobre:

- a) Força de membros superiores e inferiores;
- b) Pressão arterial sistólica e diastólica;
- c) Controle autonômico cardíaco.

3. HIPÓTESE

Espera-se através deste estudo que o treinamento resistido com banda elástica combinado ao treinamento aeróbico promova redução da pressão arterial sistólica e diastólica, aumento da variabilidade da frequência cardíaca e melhora dos parâmetros funcionais.

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Epidemiologia do envelhecimento

No século XX, países desenvolvidos começaram a experimentar os efeitos na transição demográfica devido ao envelhecimento de suas populações. No entanto, países em desenvolvimento, como o Brasil, inicialmente não refletiam essa tendência (Melo *et al.*, 2017).

No Brasil, a mudança na estrutura etária da população ocorreu de forma mais tardia e acelerada. Segundo dados estatísticos, a população com mais de 60 anos passou de três milhões em 1960 para vinte milhões em 2008, resultando em um aumento de dezessete milhões de idosos em um período de 48 anos (Melo *et al.*, 2017).

Essa mudança demográfica no Brasil tem sido influenciada por diversos fatores. A redução da taxa de natalidade e a diminuição da mortalidade têm desempenhado um papel crucial nesse processo (Oliveira, 2019).

A melhoria no sistema de saúde, com investimentos em inovações médicas, contribuiu para a redução da mortalidade, beneficiando tanto os idosos quanto os recém-nascidos (Alves, 2014). Além disso, a redução da taxa de natalidade está relacionada ao aumento do nível de escolaridade e à participação das mulheres no mercado de trabalho, o que levou a um adiamento dos planos de ter filhos (Godinho; Yezaki, 2016).

Conforme Oliveira (2019) destaca, a transição demográfica implica na diminuição da participação das crianças na população e no aumento da proporção de indivíduos com mais de 60 anos.

Estimativas indicam que, a partir de 2039, o Brasil terá mais indivíduos com idade superior a 65 anos do que crianças de até 14 anos (Minayo, 2019).

As projeções apontam para um aumento significativo da população idosa no Brasil, com aproximadamente 41,6 milhões de idosos em 2030 e uma proporção populacional prevista de 1 idoso para cada 3 pessoas em 2060 (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2019a).

Além disso, é importante observar que a expectativa de vida dos brasileiros continua aumentando. Em 2019, a expectativa de vida era de 76,6 anos, representando um aumento de 3 meses em relação a 2018 e um impressionante aumento de 31 anos desde 1940 (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2019b).

4.2 Prejuízos do processo de envelhecimento nos parâmetros funcionais

O envelhecimento é caracterizado como um conjunto de alterações morfológicas, fisiológicas, bioquímicas e emocionais. É um processo gradativo, progressivo e irreversível de perdas motoras, que torna o indivíduo mais suscetível a doenças que afetarão diretamente sua capacidade funcional (Camargos; Gonzaga, 2015; Marinho *et al.*, 2013).

Durante a senescência há redução da massa muscular esquelética e da sua função, que podem estar associados ao declínio da autonomia funcional, incapacidade e até a mortalidade. Essa atrofia muscular relacionada à idade é denominada de sarcopenia. Esta, implica em uma alteração do equilíbrio entre a síntese proteica do músculo e a sua degradação, como principal fator etiológico da doença (Oliveira Neta *et al.*, 2018).

Nesse sentido, Lemos, Guadagnin e Mota (2020) também afirmam que com o passar dos anos ocorrem alterações na massa óssea, sistema neuromuscular, vestibular, visual e somatossensorial, prejudicando de forma significativa a capacidade funcional.

Além disso, à medida que envelhecemos, ocorre a degeneração da cartilagem articular, um processo que pode resultar em restrições de mobilidade, conduzindo gradualmente à perda de massa muscular e força (Dziechciaż; Filip, 2014).

Adicionalmente, a redução da capacidade funcional também é observada mesmo na ausência de doenças a partir da meia idade, como resposta a mudanças no sistema músculo esquelético e em outros sistemas corporais na qual estas medidas dependem (Clouston *et al.*, 2013).

À medida que as pessoas envelhecem, algumas delas enfrentam reduções anormais na autonomia funcional, o que pode resultar em um aumento do risco de dependência e mortalidade prematura (Cooper *et al.*, 2010; Dewey; Saz, 2001; Studenski *et al.*, 2011).

Segundo Whitehead (2019), capacidade funcional é a capacidade de realizar as tarefas diárias necessárias para viver de forma independente. Este componente é considerado a chave para a qualidade de vida do idoso.

O declínio da capacidade funcional está associado ao aumento no risco de quedas e dependência, sendo classificada como uma das principais razões para a mortalidade, e trazendo consigo diversas complicações ao longo dos anos (Carneiro *et al.*, 2016).

De acordo com Ferreira *et al.* (2012), existe um acréscimo no risco de declínio funcional, em aproximadamente duas vezes a cada 10 anos a mais vividos, portanto,

um sujeito de 80 anos ou mais se torna mais suscetível a experimentar um declínio da capacidade funcional, se comparado a idosos com idades inferiores.

Portanto, a procura pela melhora da capacidade funcional se mostra como um dos principais fatores para que os idosos se mantenham independentes, a fim de que sejam capazes de realizar de forma autônoma suas atividades diárias (Coelho *et al.*, 2014).

4.3 Prejuízos do processo de envelhecimento nos parâmetros hemodinâmicos

Com o processo de envelhecimento, os vasos sanguíneos entram em um processo de degeneração morfológica e fisiológica, conhecido como envelhecimento vascular. Este processo contribui para o desenvolvimento de doenças cardiocerebrais (DCVDs) comuns em indivíduos com mais de 60 anos, como doença arterial coronariana, hipertensão arterial sistêmica, aneurisma e acidente vascular encefálico (AVE) (Cortes-Canteli; Iadecola, 2020; North; Sinclair, 2012).

O envelhecimento vascular é um processo caracterizado por alterações relacionadas à idade, tanto a nível estrutural quanto funcional dos vasos sanguíneos (Zhang; Tao; Cardiovascular Group Sogcma, 2018).

Evidências científicas mostram que a senescência influencia negativamente a nível funcional e estrutural nas grandes artérias elásticas. Em relação a funcionalidade, ocorre a disfunção neuro-humoral, a redução da disponibilidade de óxido nítrico e a inflamação sistêmica, o que pode culminar em aumento da rigidez arterial, por sua influência no sistema vasoconstritor. A nível estrutural, ocorre a formação de colágeno, degradação de elastina e a multiplicação das células musculares lisas, o que também pode ocasionar rigidez arterial (Wu *et al.*, 2019).

Nesse sentido, Benetos, Salvi e Lacolley (2011) afirmam que com a idade ocorre também aumento da espessura da parede das artérias, aumento da pressão de pulso, aumento de colágeno e fibronectina, depósitos de cálcios, desorganização da rede de elastina, ligações cruzadas não enzimáticas e interações célula-matriz. Esses fatores estruturais estão relacionados a diminuição da elasticidade e o aumento da rigidez das artérias, levando a alterações sérias nos parâmetros hemodinâmicos.

As alterações hemodinâmicas acometem indivíduos a partir da quinta década de vida, à medida que aumentos progressivos da pressão de pulso e pressão arterial sistólica transformam-se em marcadores de envelhecimento arterial. Neste processo são observadas alterações a nível histológico e mecânico, como estresse metabólico e redução da resposta aos vasodilatadores (AlGhatrif; Lakatta, 2015).

Adicionalmente, Mostarda *et al.* (2009) afirmam que existe uma forte associação entre o envelhecimento e o aumento da PAS, enquanto a PAD parece reduzir após a sexta década de vida. Esse aumento progressivo da PAS está relacionado à redução da complacência arterial e aumento da espessura da parede das artérias, levando a diminuição de sua luz.

Essas alterações estruturais ocasionadas pelo aumento pressórico podem estar associadas a prejuízos nos mecanismos autonômicos de controle do sistema cardiovascular. Nesse sentido, essas alterações estão relacionadas a maior risco de mortalidade cardiovascular (De Angelis; Santos; Irigoyen, 2004; Mccraty; Shaffer, 2015; La Rovere *et al.*, 1998).

4.4 Prejuízos do processo de envelhecimento nos parâmetros autonômicos

Walter Cannon, em 1920, declarou que o sistema nervoso autonômico era de fundamental importância para a manutenção do equilíbrio do organismo, mecanismo conhecido como homeostase (Cannon, 1939).

Nesse sentido, o sistema nervoso autonômico é considerado um importante modulador neuronal dos sistemas metabólicos e cardiovasculares, fazendo com que o sistema nervoso central mantenha o equilíbrio do organismo frente a alterações agudas e crônicas, em níveis fisiológicos e patológicos (Mostarda *et al.*, 2009).

O sistema nervoso autônomo impacta o sistema cardiovascular por meio de respostas tônicas e reflexas, tendo em vista que tanto a acetilcolina quanto a noradrenalina secretadas no coração alteram o débito cardíaco, por meio das mudanças na força de contração das fibras do miocárdio (Mostarda *et al.*, 2009).

A secreção de noradrenalina nos vasos de resistência da circulação sistêmica modifica a contratilidade do músculo liso vascular, culminando em alterações na resistência vascular periférica (Cowley Junior; Franchini, 1996). Além disso, evidências científicas têm demonstrado que maior atividade simpática pode desempenhar efeito trófico sobre as células musculares lisas e miocárdicas (Victor; Mark, 1995).

De acordo com Mostarda *et al.* (2009), as doenças cardiovasculares estão relacionadas a alterações autônomas que envolvem o aumento da atividade simpática e/ou redução da atividade do nervo vago. Desta maneira, o envelhecimento é um processo que causa alterações nos mecanismos neuro-humorais que modulam o sistema cardiovascular.

A literatura científica tem demonstrado que com o envelhecimento ocorre a redução da atividade parassimpática para o nodo sinoatrial e aumento da atividade simpática para o coração e sistema cardiovascular. Desse modo, essas alterações

observadas durante a senescência estão possivelmente relacionadas ao aumento da pressão arterial (Eckberg; Drabinsky; Braunwald, 1971; Mark, 1995).

Adicionalmente, a redução dos reflexos vagais, como a arritmia sinusal respiratória, leva ao aumento da frequência cardíaca (FC) e diminuição da VFC em indivíduos idosos (Boettger *et al.*, 2010; Laitinen *et al.*, 2004; Voss *et al.*, 2015).

Nesse contexto, as alterações estruturais relacionadas ao envelhecimento como a hipertrofia do ventrículo esquerdo, diminuição das células marcapasso sinoatrial, bem como mudanças funcionais nos barorreceptores e quimiorreceptores colaboram para uma modulação cardiovascular alterada (Gribbin *et al.*, 1971; Fukusaki; Kawakubo; Yamamoto, 2000).

Níveis reduzidos da VFC tem sido relacionado ao aumento da morbimortalidade cardiovascular em sujeitos idosos (Tsuji *et al.*, 1996). Corroborando com os achados de Tsuji *et al.* (1996), Hillebrand *et al.* (2013) demonstraram que indivíduos saudáveis com VFC basal reduzida tem um risco aumentado de 32 a 45% para um primeiro evento cardiovascular. Além disso, a FC e VFC basal predizem doenças cardiovasculares e mortalidade cardíaca (Jensen *et al.*, 2013).

4.5 Benefícios do treinamento combinado nos parâmetros funcionais, hemodinâmicos e autonômicos de idosos

O American College of Sports Medicine (2007) preconiza a realização semanal de exercícios resistidos (2 a 3 dias por semana) associados a exercícios aeróbicos (3 a 5 dias por semana). Além das recomendações supracitadas, diversos estudos têm demonstrado benefícios da prática do treinamento combinado em parâmetros funcionais, hemodinâmicos e autonômicos de idosos.

Nesse sentido, o estudo conduzido por Gambassi *et al.* (2023b), teve como objetivo avaliar os efeitos do treinamento combinado com diferentes volumes sobre parâmetros funcionais e hemodinâmicos de idosos. Para isso, vinte e cinco idosos previamente treinados foram divididos aleatoriamente em dois grupos: o grupo de menor volume ($n = 13$), onde os participantes realizavam 1 série de 6 repetições seguido de 10 minutos de caminhada, e o grupo de maior volume ($n = 12$), onde os sujeitos realizavam 2 séries de 6 repetições seguido de 20 minutos de caminhada. Após 8 semanas de protocolo, foi observado melhoras significativas nos parâmetros funcionais para ambos os grupos. No entanto, não houve diferença estatística na pressão arterial sistólica e diastólica dos indivíduos.

Cadore *et al.* (2018) compararam as adaptações funcionais promovidas pelo treinamento combinado em homens idosos. Cinquenta e dois sujeitos foram divididos em três grupos: repetições até a falha ($n = 17$), repetições sem falha ($n = 20$) e repetições sem falha com volume total equalizado ao grupo de repetições até a falha ($n = 15$). Além dos exercícios de força, cada grupo também realizou o treinamento aeróbico na mesma sessão. Após 12 semanas de treinamento combinado, realizado duas vezes por semana, foi observado melhoras semelhantes e significativas para todos os grupos na capacidade de sentar e levantar.

De acordo com Schroeder *et al.* (2019), foi observada reduções significativas na pressão arterial diastólica periférica e central, aumento da aptidão cardiorrespiratória, aumento da força da extremidade inferior e superior, e aumento da massa magra ($p < 0,05$) após a prática de treinamento combinado por 8 semanas.

Em consonância com os resultados encontrados no estudo de Guirado *et al.* (2012) e Schroeder *et al.* (2019) observaram melhoras da capacidade funcional, força de membros superiores e inferiores, bem como redução significativa da pressão

arterial sistólica e diastólica de quinze idosos sedentários submetidos a 6 meses de treinamento combinado.

Em um ensaio clínico randomizado conduzido por Teodoro *et al.* (2019), trinta e seis homens idosos foram divididos em três grupos: até a falha ($n = 13$), sem falha mais 50% das repetições do primeiro grupo ($n = 12$) e o grupo sem falha com o mesmo volume de treinamento do primeiro grupo ($n = 11$). Estes sujeitos foram submetidos a 20 semanas de treinamento combinado, realizado duas vezes por semana, onde faziam exercícios de fortalecimento seguido de exercícios aeróbicos na esteira. Após esse período de intervenção, houve um aumento significativo no desempenho de sentar e levantar em todos os grupos, sem diferença entre eles.

Cadore *et al.* (2013) investigaram os efeitos de diferentes ordens de exercícios na mesma sessão nas adaptações neuromusculares induzidas pelo treinamento combinado em idosos. Para isso, vinte e seis idosos saudáveis foram divididos em dois grupos: força antes do aeróbico ($n = 13$) e força após o aeróbico ($n = 13$). Estes indivíduos realizaram o protocolo três vezes por semana por 12 semanas. Após esse período, ambos os grupos apresentaram aumento da força da extremidade superior e inferior do corpo, sendo que os aumentos de força dos membros inferiores foram maiores para o grupo que realizou o treinamento de força antes do aeróbico. Os autores chegaram à conclusão de que a realização de exercícios de força antes do aeróbico resultou em maiores ganhos de força na parte inferior do corpo.

No estudo de Uchiyama *et al.* (2021), foi avaliado os efeitos de um programa de exercícios domiciliares envolvendo exercícios resistidos e aeróbicos em idosos. Quarenta e seis sujeitos foram aleatoriamente designados para o grupo intervenção ($n = 23$) e grupo controle ($n = 23$). Enquanto o grupo intervenção realizava exercícios aeróbicos três vezes por semana e o treinamento resistido duas vezes por semana,

durante seis meses, o grupo controle não recebeu nenhuma intervenção específica. Após esse período, o grupo intervenção apresentou melhorias significativas no teste de caminhada quando comparado ao grupo controle.

Courel-Ibáñez *et al.* (2022) alocaram vinte e quatro idosos institucionalizados com diagnósticos de sarcopenia em dois grupos: o grupo treinamento longo com destreinamento curto, onde faziam 24 semanas de exercícios multicomponentes (exercícios de força, potência, equilíbrio e resistência cardiovascular) seguido de seis semanas de destreinamento, e o grupo treinamento curto com destreinamento longo, onde faziam quatro semanas de exercícios multicomponentes seguido 14 semanas de destreinamento. O grupo que realizou a intervenção por 4 semanas apresentou aumento no desempenho funcional, enquanto o grupo que realizou a intervenção por 24 semanas apresentou melhorias adicionais de 10% a 20%. Os autores chegaram à conclusão de que a realização de exercícios de força, potência, equilíbrio e resistência cardiovascular realizados entre quatro a 14 semanas aparece como uma solução eficiente para a manutenção da capacidade funcional em idosos institucionalizados.

Müller *et al.* (2021) randomizaram trinta e cinco homens idosos em dois grupos de treinamento: treinamento resistido tradicional combinado com *High Intensity Interval Training* (HIIT) (n = 18) e treinamento de potência combinado com HIIT (n = 17). Os sujeitos realizaram testes funcionais (sentar e levantar e subir escadas) antes e após o período de intervenção. O protocolo foi aplicado duas vezes por semana por 16 semanas. O grupo de treinamento resistido tradicional + HIIT realizou os exercícios resistidos numa intensidade variando de 65% a 80% de 1 RM, em velocidade controlada, sendo dois segundos para cada contração, enquanto o grupo de treinamento de potência + HIIT realizou os exercícios numa intensidade variando de 40% a 60% de 1 repetição máxima (RM), em velocidade máxima intencional. Ambos

os grupos realizaram o HIIT em intensidade variando de 75% a 90% do VO₂pico. Os grupos apresentaram melhoras semelhantes em todos os resultados de capacidade funcional. Esses achados sugerem que os programas de treinamento combinado associando treinamento resistido tradicional vs potência com HIIT são igualmente eficazes na melhora da funcionalidade em homens idosos.

A revisão sistemática com meta-análise realizado por Khalafi *et al.* (2022), teve como objetivo investigar os efeitos do treinamento combinado versus treinamento resistido e aeróbico isolados na força muscular e aptidão cardiorrespiratória de adultos de meia idade a idosos. Foram analisados quarenta e nove estudos envolvendo 2.587 indivíduos. Os resultados demonstraram que o treinamento combinado aumentou a aptidão cardiorrespiratória e força muscular dos sujeitos em comparação com o treinamento resistidos e aeróbico isoladamente. Esses achados sugerem que o treinamento combinado deve ser considerada uma estratégia viável para melhorar a força muscular com o envelhecimento.

O ensaio clínico randomizado realizado por Sardeli *et al.* (2022), teve como objetivo identificar se 16 semanas de treinamento combinado reduz a pressão arterial de idosos hipertensos e quais seriam os mediadores hemodinâmicos e autonômicos desta intervenção. Para isso, 46 idosos foram designados para dois grupos: grupo treinamento (n = 23) e grupo controle (n = 23). Para avaliação dos parâmetros hemodinâmicos e autonômicos, foram coletados a pressão arterial e o intervalo RR dos sujeitos. O treinamento incluiu caminhada/corrida a 63% do vo₂ máximo três vezes por semana, e duas vezes por semana treinamento de força, onde os indivíduos realizavam uma série de quinze repetições para sete exercícios numa intensidade moderada. Após esse período não foi observado redução da pressão arterial. Não

foram observadas também outras alterações como frequência cardíaca e índices de variabilidade da frequência cardíaca.

Em um estudo conduzido por Park *et al.* (2020), 20 homens idosos e obesos foram divididos em dois grupos: grupo treinamento combinado ($n = 20$) e grupo controle ($n = 20$). O protocolo de treinamento combinado foi realizado três vezes por semana, e consistiu em exercícios resistidos com banda elástica seguido de caminhada/corrida em esteira e bicicleta a 60-70% da frequência cardíaca máxima. O programa de exercícios realizado por 12 semanas reduziu significativamente a pressão arterial, a pressão arterial média e a pressão de pulso da amostra.

Masroor *et al.* (2018) avaliaram os efeitos do treinamento combinado na variabilidade da frequência cardíaca em mulheres sedentárias e hipertensas. Vinte e oito mulheres foram designadas aleatoriamente para o grupo que realizou o treinamento combinado ou o grupo controle, que seguiu o tratamento convencional sem intervenção de exercícios. Os resultados demonstraram que o grupo que realizou o treinamento combinado durante 4 semanas apresentou melhora significativa nos parâmetros da VFC (aumento de HFnu, TP, SDNN e RMSSD, ($p < 0,05$) e diminuição significativa de LFnu, relação LF/HF ($p < 0,05$), além da redução da pressão arterial sistólica e diastólica ($p < 0,05$).

O estudo de Anunciação *et al.* (2016), teve como objetivo comparar a pressão arterial e respostas autonômicas após sessões isoladas e combinadas de exercícios aeróbicos e resistido em idosas. Para isso, vinte e uma idosas foram submetidas a quatro sessões aleatórias em dias diferentes. Na primeira sessão elas realizavam apenas 40 minutos de caminhada/corrida a 50-60% da frequência cardíaca de reserva. Na segunda sessão elas faziam 8 exercícios resistidos, 3 séries de 15 repetições a 40% de 1 RM. Na terceira sessão elas faziam o aeróbico seguido de

exercícios resistidos, e na quarta semana era o controle, onde elas não faziam nenhuma atividade. A PA, FC e VFC foram medidas em repouso e 180 minutos após as sessões. As sessões isoladas de aeróbicos e as sessões combinadas mostraram reduções significativas na PAS e PAD quando comparado ao controle. No entanto, não foram observadas diferenças estatísticas na VFC entre o repouso e todas as sessões.

Corroborando com os achados de Anunciação *et al.* (2016), Lima *et al.* (2017) também demonstraram que o treinamento combinado e o treinamento aeróbico isolado foram igualmente eficazes na redução da pressão arterial sistólica e diastólica de idosos.

Adicionalmente, Figueroa *et al.* (2011) observaram redução da pressão arterial sistólica, diastólica e pressão arterial média, além do aumento de força dos membros inferiores de mulheres submetidas ao treinamento combinado de moderada intensidade por 12 semanas.

Son *et al.* (2017) demonstraram que 12 semanas de treinamento combinado, realizado 3x por semana numa intensidade moderada resultou em melhoras da pressão arterial e capacidade funcional de 20 idosas.

5. MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 Tipo de estudo

Este estudo foi definido como um ensaio clínico randomizado.

5.2 Aspectos éticos

Esse estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Ceuma, sob o parecer nº 5.257.795, e está vinculado ao projeto intitulado “EFEITOS DO TREINAMENTO FÍSICO SOBRE PARÂMETROS METABÓLICOS, INFLAMATÓRIOS, FUNCIONAIS E CARDIOVASCULARES DE IDOSOS”, já aprovado por este comitê de ética.

5.3 Definição da amostra

Para calcular o tamanho da amostra foi utilizado o software G*Power® (versão 3.1.9.4), usando um nível α de 0,05 e um poder de 0,85, de acordo com as últimas recomendações (Beck, 2013). O tamanho do efeito adotado no cálculo foi de 0,51, gerando um resultado de 28 sujeitos. Prevendo as possíveis perdas, foi acrescentado 10% na amostra, totalizando 30 indivíduos.

O recrutamento dos participantes foi realizado através do projeto Uniceuma sem fronteiras. As avaliações e os treinamentos foram realizados na academia e ginásio da Universidade Ceuma, localizado no município de São Luís – MA. Todos os voluntários receberam o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), e após

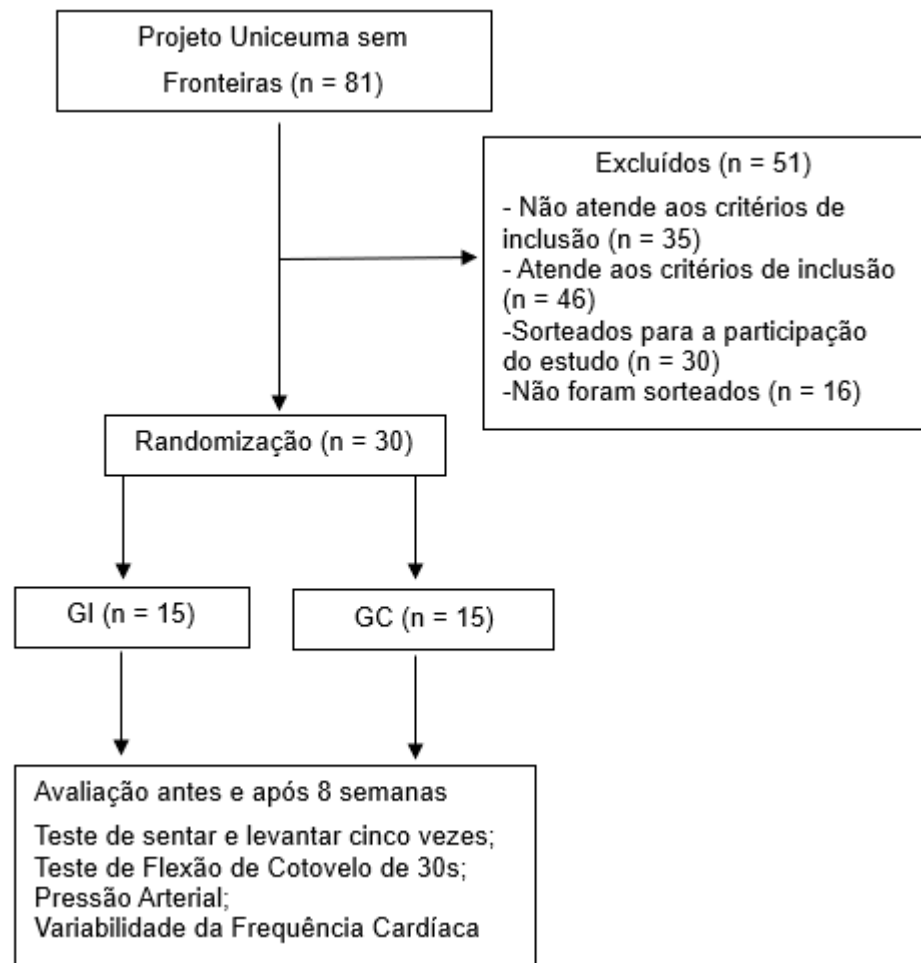
a assinatura, foram submetidos a familiarização dos testes, bem como do protocolo de exercícios.

Os sujeitos foram randomizados em Grupo Intervenção (GI) ($n = 15$, sendo 14 mulheres e 1 homem; $69,6 \pm 6,72$ anos; Índice e Massa Corporal (IMC): $26,3 \pm 4,60$ kg/m^2) e Grupo Controle (GC) ($n = 15$, sendo 12 mulheres e 3 homens; $68,9 \pm 6,73$ anos; IMC: $27,8 \pm 4,92$ kg/m^2). A randomização foi realizada através do site www.randomizer.org. Todos os indivíduos foram submetidos a avaliação da pressão arterial, variabilidade da frequência cardíaca e testes funcionais antes e após 8 semanas de treinamento.

Foram adotados como critério de inclusão: Ter idade ≥ 60 anos; não realizar exercícios físicos independente do programa e/ou participar de programa de atividade física supervisionado; não apresentar arritmias, dor, hipertensão não controlada, doença pulmonar obstrutiva crônica e lesão ortopédica que impossibilite a realização do experimento.

Como critério de exclusão, foram adotados: Apresentar intolerância a qualquer etapa do estudo, ou qualquer reação aos testes (náuseas, tontura, mal-estar, sensação de desmaio, taquicardia e sudorese excessiva); possuir menos de 80% de frequência no programa e pedir para sair do programa de exercícios físicos.

Figura 1 – Fluxograma do processo de seleção e randomização dos indivíduos



5.4 Avaliação dos parâmetros funcionais

Para avaliação dos parâmetros funcionais, os idosos foram submetidas a dois testes: Sentar e levantar cinco vezes e flexão de cotovelo. Antes de registrar os resultados na ficha de avaliação, cada participante foi submetido a duas tentativas em cada teste como forma de familiarização.

O objetivo do teste de sentar e levantar cinco vezes é avaliar a força de membros inferiores. Cada indivíduo iniciou o teste sentado numa cadeira, com altura entre 43 e 50 cm, com os pés afastados de acordo com a largura dos ombros e os

braços cruzados sobre o tórax. Ao sinal de “começar” cada participante levantou-se totalmente da cadeira e sentou-se na cadeira cinco vezes de forma consecutiva no menor tempo possível. O cronômetro foi acionado ao sinal de “começar” e foi parado quando cada idoso completava a quinta repetição. O avaliador registrou o tempo que o avaliado levou para completar cinco repetições (Rikli; Jones, 1999).

O objetivo do teste de flexão de cotovelo é avaliar a força dos membros superiores. Cada participante iniciou o teste sentado numa cadeira, com altura entre 43 e 50cm, com os pés afastados de acordo com a largura do quadril, o tronco ligeiramente inclinado para o lado dominante e segurando um halter (3kg para mulheres e 4kg para homens) na mão do lado dominante. Ao sinal de “começar” cada voluntário realizou flexão e extensão do cotovelo o mais rápido que pudesse durante 30 segundos. O avaliador registrou quantas repetições o avaliado conseguiu fazer em 30 segundos (Rikli; Jones, 1999).

5.5 Avaliação dos parâmetros hemodinâmicos

A PAS e a PAD foram aferidas conforme procedimentos detalhados nas Diretrizes Brasileiras de Hipertensão – 2021 (Barroso *et al.*, 2020).

Os participantes foram orientados a abster-se de praticar exercícios físicos por 48 horas antes da avaliação e de ingerir bebidas com cafeína e/ou álcool por 24 horas antes da avaliação.

Um monitor de pressão arterial automático, não invasivo, calibrado e validado (HEM-7130; Omron Healthcare Inc., Lake Forest, Illinois, EUA) foi utilizado para medir a PAS e PAD.

Os participantes foram orientados a permanecer em silêncio. O manguito foi colocado no braço cerca de 2 cm acima da fossa antecubital. Foram realizadas três

medidas de pressão arterial em ambos os braços, com intervalo de 1 minuto entre elas. Os valores médios da pressão arterial foram utilizados como pressão arterial de consultório. O braço com maiores valores de pressão arterial foi utilizado no início e pós-intervenção.

5.6 Avaliação dos parâmetros autonômicos

Para avaliar a VFC, os voluntários ficaram deitados em decúbito dorsal, por 20 minutos. Para esta avaliação, foi utilizado um eletrocardiograma de 12 derivações da marca Micromed®. Este aparelho emite uma frequência amostral no sinal eletrocardiográfico de 600 Hz para obtenção, momento a momento, dos intervalos R-R.

Após o final do exame, a série de intervalos R-R foram extraídos em sequências numéricas através do próprio software de análise Wincardio, e analisado através do programa Kubios HRV Standard versão 3.5.0.

No domínio do tempo foram utilizadas as variáveis: SDNN (desvio padrão do intervalo R-R); RMSSD (raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre intervalos RR normais adjacentes expressos em ms²) e PNN50 (percentual de batimentos cardíacos maiores que 50 (ms²)).

A análise dos dados no domínio da frequência foi realizada pela Transformada Rápida de Fourier em trechos de 5 minutos, com interpolação de 4 Hz, sobreposição de trechos, *overlap* de 50%. As bandas de interesse foram: *Very Low Frequency* (VLF) (0 a 0.04Hz), *Low Frequency* (LF) (0.04 a 0.15 Hz), e este componente refere-se predominantemente a modulação simpática e *High Frequency* (HF) (0.15 a 0.4 Hz), refere-se à modulação parassimpática.

Adicionalmente, eles foram analisados e apresentados na sua forma normalizada (nu) e estabelecido o balanço simpato-vagal (LF/HF), ou seja, LF (nu) igual à potência de HF/ (potência total ms²- VLF) x100.

HF unidades normalizadas (nu) = potência de HF (ms²) *100/potência total

LF unidades normalizadas (nu) = potência de LF (ms²) *100/potência total

LF/HF= relação LF/HF

5.7 Protocolo de treinamento resistido com banda elástica combinado ao treinamento aeróbico

Antes de iniciar o programa de treinamento, os participantes passaram por duas semanas de familiarização, onde eles aprenderam através do professor responsável pela pesquisa como executar corretamente cada exercício, como manipular o elástico para se manter dentro da intensidade proposta e como relatar a intensidade sempre que for aplicado a escala de percepção de esforço.

O protocolo de exercício foi realizado durante 8 semanas, com frequência semanal de 2x (intervalo de descanso de 48h entre cada sessão na mesma semana), totalizando 16 sessões. O programa foi composto por 6 exercícios resistidos, intercalados com agachamento e sem intervalo de descanso entre as séries e exercícios. Após a execução dos exercícios resistidos, os participantes realizaram a caminhada. Ambos os protocolos (resistido e aeróbico) tiveram a mesma duração, garantindo uma equidade de volume total durante as sessões combinadas de exercícios.

O protocolo de treinamento adotado neste estudo envolveu uma abordagem progressiva ao longo de oito semanas, divididas em três fases distintas. Nas primeiras três semanas, a sessão de treinamento resistido e a correspondente atividade

aeróbica foram designadas para durar aproximadamente 12 minutos. Na fase seguinte, compreendendo as semanas quatro a seis, tanto o treinamento resistido quanto o aeróbico duraram aproximadamente 15 minutos. A etapa final, abrangendo as semanas sete e oito, implementou uma intensificação adicional, elevando a duração do treinamento para aproximadamente 18 minutos em ambas as modalidades.

O treinamento resistido que foi realizado neste estudo, foi adaptado do protocolo proposto por Gambassi *et al.* (2023a). Estes exercícios foram realizados com faixas elásticas de tensão moderada (0.5mm) da marca Liveup Sports® (150x15cm).

O GC não participou de nenhum programa de exercício físico supervisionado durante 8 semanas.

O protocolo foi conduzido da seguinte forma:

- a) Supino vertical intercalado com Agachamento;
- b) Flexão plantar intercalado com Agachamento;
- c) Remada sentado intercalado com Agachamento;
- d) Abdução de quadril intercalado com Agachamento;
- e) Flexão de cotovelo intercalado com Agachamento;
- f) Flexão de tronco intercalado com Agachamento.

O volume total de treino foi ajustado da seguinte forma:

- a) 3 semanas: 2x6;
- b) 3 semanas: 2x8;
- c) 2 semanas: 2x10.

Todos os exercícios, exceto o agachamento, foram realizados na máxima amplitude de movimento. Além disso, os sujeitos foram orientados a realizar a fase

concêntrica o mais rápido possível, enquanto a fase excêntrica deveria ser realizada em 3 segundos.

Para controlar a intensidade das sessões de treinamento resistido, a tensão do elástico foi ajustada de acordo com a aplicação da Escala *Resistance Intensity Scale for Exercise* (RISE) (Colado *et al.*, 2020). Assim, os indivíduos realizavam um número alvo de repetições com tensão elástica suficiente para atingir a percepção subjetiva de esforço moderado. A avaliação do esforço percebido foi relatada após o término de cada exercício e, quando algum indivíduo relatava um esforço abaixo das expectativas (baixa intensidade), a tensão da banda elástica foi ajustada.

Para controlar a intensidade do treinamento aeróbico, foi aplicada a Escala de Borg (Borg, 1998). Assim, os indivíduos caminhavam numa velocidade suficiente para atingir a percepção subjetiva de esforço moderado. Sempre que algum voluntário relatava uma intensidade abaixo das expectativas (baixa intensidade), era orientado o aumento da velocidade.

5.8 Análise estatística

Os dados foram processados e analisados através do software jamovi (Versão 2.3.21). Para a normalidade dos dados foi aplicado o teste de Shapiro-Wilk. As variáveis quantitativas foram expressas em média e desvio padrão.

As diferenças significantes ($p \leq 0,05$) foram verificadas através da análise de variância (ANOVA) de duas vias com medidas repetidas.

Quando aplicável, o *post hoc de Tukey* foi utilizado para identificar as diferenças entre pares.

6. RESULTADOS

a) Características antropométricas e clínicas basais

Antes do programa de treinamento não foram observadas diferenças significativas sobre as características antropométricas e clínicas entre os Grupos Intervenção e controle, conforme apresentado na tabela 1.

Tabela 1 – Características Antropométricas e Clínicas Basais

	GC (n = 15)	GI (n = 15)	Valor de p
Idade (M ± DP)	68,9 ± 6,73	69,6 ± 6,72	0,784
IMC (kg/m ²) (M ± DP)	27,8 ± 4,92	26,3 ± 4,60	0,385
Gênero Masculino (%)	20	6,67	0,065
Gênero Feminino (%)	80	93,33	0,283
<i>Comorbidades (%)</i>			
Hipertensão (%)	53,33	80	0,121
Diabetes (%)	33,33	20	0,232
<i>Medicações (%)</i>			
Inibidor do receptor de Angiotensina	33,33	53,33	0,269
Diuréticos	20	26,27	0,666
Inibidores da ECA	6,67	13,33	0,543
Bloqueadores de canal de cálcio	13,33	0	0,143
Hipoglicemiantes	40	20	0,232
Estatinas	26,67	60	0,065

Nota: (M) média; (DP) desvio padrão; (IMC) índice de massa corporal; (Kg/m²) quilograma por metro ao quadrado; (ECA) enzima conversora de angiotensina; GC, grupo controle; (GI) grupo Intervenção.

Fonte: Dados da pesquisa realizada pelo autor

b) Parâmetros Funcionais

A ANOVA de duas vias com medidas repetidas mostrou uma interação significativa entre o tempo e grupo sobre o desempenho nos testes de sentar e levantar cinco vezes e flexão de cotovelo dos participantes ($p \leq 0,05$), conforme observado na tabela 2.

O *post hoc* de *Tukey* mostrou que os participantes que realizaram o treinamento resistido com banda elástica combinado ao aeróbico aumentaram significativamente a força dos membros inferiores ($p = 0,01$) e superiores ($p = 0,01$) após 8 semanas de protocolo.

Tabela 2 – Alterações no desempenho do teste de sentar e levantar cinco vezes e flexão de cotovelo no início e após 8 semanas de intervenção (n = 30)

Testes	Controle M $\pm$ DP	Intervenção M $\pm$ DP	Controle IC95%	Intervenção IC95%	Interação
Sentar e levantar (segundos)					
Pré	9,49 $\pm$ 1,40	9,79 $\pm$ 1,78	8,71 - 10,3	8,80 - 10,8	< 0,01
Pós	10,7 $\pm$ 1,63	7,47 $\pm$ 1,10	9,84 - 11,6	6,86 - 8,07	
Flexão de cotovelo (Repetições)					
Pré	15,7 $\pm$ 4,40	15,9 $\pm$ 2,72	13,2 - 18,1	14,4 - 17,4	< 0,01
Pós	14,7 $\pm$ 3,39	19,6 $\pm$ 4,01	12,9 - 16,6	17,4 - 21,8	

Nota: (M) média; (DP) desvio padrão; (n) tamanho da amostra; (IC95%) intervalo de confiança de 95%.

Fonte: Dados da pesquisa realizada pelo autor

c) Parâmetros Hemodinâmicos

A ANOVA de duas vias com medidas repetidas mostrou uma interação significativa entre o tempo e grupo sobre a pressão arterial sistólica dos sujeitos ($p \leq 0,05$). No entanto, não houve interação significativa entre tempo e grupo sobre a pressão arterial diastólica ($p \geq 0,05$) (tabela 3).

O *post hoc* de *Tukey* mostrou que os indivíduos que realizaram 8 semanas de treinamento combinado reduziram significativamente a pressão arterial sistólica ($p = 0,01$). Contudo, os sujeitos não apresentaram redução significativa na pressão arterial diastólica ($p = 0,170$).

Tabela 3 – Alterações na pressão arterial sistólica e diastólica no início e após 8 semanas de intervenção ($n = 30$)

Variáveis	Controle M $\pm$ DP	Intervenção M $\pm$ DP	Controle IC95%	Intervenção IC95%	Interação
PAS (mmHg)					
Pré	132 $\pm$ 22,9	136 $\pm$ 17,7	120 - 145	127 - 146	
Pós	136 $\pm$ 23,7	120 $\pm$ 10,2	123 - 149	114 - 126	< 0,01
PAD (mmHg)					
Pré	77,5 $\pm$ 14,0	75,6 $\pm$ 9,42	69,7 - 85,2	70,4 - 80,8	
Pós	78,4 $\pm$ 13,0	71,3 $\pm$ 8,53	71,2 - 85,6	66,6 - 76,1	0,078

Nota: (M) média; (DP) desvio padrão; (n) tamanho da amostra; (IC95%) intervalo de confiança de 95%; (PAS) pressão arterial sistólica; (PAD) pressão arterial diastólica; (mmhg) milímetro de mercúrio.

Fonte: Dados da pesquisa realizada pelo autor

d) Parâmetros autonômicos

A ANOVA de duas vias com medidas repetidas não mostrou uma interação significativa entre o tempo e grupo sobre as variáveis dos parâmetros autonômicos ($p \geq 0,05$), conforme observado na tabela 4.

O *post hoc* de *Tukey* mostrou que os indivíduos que realizaram 8 semanas de treinamento combinado não apresentaram melhoras nas variáveis autonômicas SDNN ($p = 0,941$), RMSSD ($p = 0,988$), LF ($p = 0,937$), HF ($p = 1,000$) e LF/HF ($p = 0,664$).

Tabela 4 – Alterações nas variáveis dos parâmetros autonômicos no início e após 8 semanas de intervenção (n = 30)

Variáveis	Controle M ± DP	Intervenção M ± DP	Controle IC95%	Intervenção IC95%	Interação
SDNN (ms)					
Pré	14,8 ± 5,36	18,9 ± 6,12	11,9 – 17,8	15,5 – 22,2	0,953
Pós	16 ± 7,58	20,3 ± 8,08	11,8 – 20,2	15,8 – 24,7	
RMSSD (ms)					
Pré	17,4 ± 7,9	21,2 ± 7,14	13 – 21,7	17,3 – 25,2	0,927
Pós	18,8 ± 12,3	22,2 ± 9,86	12 – 25,6	16,8 – 27,7	
LF (n.u.)					
Pré	39,8 ± 13,6	49,2 ± 16	32,3 – 47,3	40,4 – 58,1	0,731
Pós	45,5 ± 18,8	52,3 ± 19,1	35,1 – 55,9	41,7 – 62,9	
HF (n.u.)					
Pré	62,1 ± 8,63	47,7 ± 19,9	57,3 – 66,8	36,7 – 58,7	0,297
Pós	54,4 ± 18,8	47,5 ± 19,1	44 – 64,8	37 – 58,1	
LF/HF					
Pré	0,834 ± 0,870	1,19 ± 0,814	0,352 – 1,32	0,743 – 1,64	0,760
Pós	1,13 ± 0,961	1,67 ± 1,78	0,597 – 1,66	0,682 – 2,66	

Nota: (M) média; (DP) desvio padrão; (n) tamanho da amostra; (IC95%) intervalo de confiança de 95%; (SDNN) desvio padrão dos intervalos RR; (RMSSD) raiz quadrada da média das diferenças entre intervalos RR normais adjacentes; (LF) *low Frequency*; (HF) *high Frequency*; (n.u.) unidades normalizadas; (ms) milissegundos; (LF/HF) balanço simpato-vagal.

Fonte: Dados da pesquisa realizada pelo autor

7. DISCUSSÃO

O presente estudo teve como objetivo avaliar os efeitos do treinamento resistido com banda elástica combinado ao treinamento aeróbico sobre os parâmetros funcionais, hemodinâmicos e autonômicos em idosos. Os principais achados deste estudo foi que o grupo intervenção apresentou melhoras significativas nos parâmetros funcionais quando comparado ao grupo controle após 8 semanas de protocolo.

Os resultados do presente estudo demonstraram melhoras na força de membros inferiores dos idosos, sendo evidenciado através do teste de sentar e levantar. Resultados semelhantes foram encontrados no trabalho conduzido por Cadore *et al.* (2018), onde várias abordagens de treinamento combinado (TC) promoveram melhoras na capacidade de sentar e levantar após 12 semanas de intervenção. No mesmo sentido, Teodoro *et al.* (2019) observaram aumento significativo no desempenho de sentar e levantar após 20 semanas de TC.

Adicionalmente, Cadore *et al.* (2013) investigaram os efeitos da ordem dos exercícios durante o TC em idosos. Os participantes foram divididos em dois grupos: força antes do aeróbico e força após o aeróbico. Após 12 semanas de intervenção ambos os grupos apresentaram aumento de força na extremidade superior e inferior. Notavelmente, os ganhos de força nos membros inferiores foram superiores no grupo que realizou o treinamento de força antes do aeróbico. Esses resultados corroboram com nosso estudo, onde o exercício resistido também precedeu o aeróbico em nosso protocolo combinado.

No mesmo contexto, Courel-Ibáñez *et al.* (2022) observaram que idosos que realizaram exercícios de força, potência e resistência cardiovascular por quatro semanas apresentaram aumento no desempenho funcional, enquanto os idosos que

realizaram o mesmo protocolo por 14 semanas tiveram ganhos adicionais de 10 a 20%. Os autores concluíram que a combinação dessas valências entre 4 a 14 semanas aparece como uma solução eficaz para a manutenção da capacidade funcional de idosos. Esses achados estão em consonância com os resultados do nosso estudo, uma vez que o tempo de intervenção do nosso protocolo está situado entre a faixa de semanas mencionada no estudo acima, e as valências trabalhadas por eles também foram abordadas em nossa pesquisa.

Na mesma linha, Gambassi *et al.* (2023b) demonstraram melhorias significativas nos parâmetros funcionais de idosos após 8 semanas de treinamento combinado dinâmico, independente do volume (treinamento de potência, 1 série; treinamento aeróbio 10 minutos vs. treinamento de potência, 2 séries; treinamento aeróbio 20 minutos). Schroeder *et al.* (2019) também observaram aumento da força da extremidade superior e inferior da amostra após 8 semanas de treinamento combinado, resultados esses que corroboram com os achados do presente estudo.

A melhora nos parâmetros funcionais observadas em nosso estudo pode ser justificada pela estrutura do programa de treinamento, que incluiu uma combinação de exercícios monoarticulares e multiarticulares, intercalados com agachamento na cadeira, e realizados sem intervalos de descanso entre as séries e exercícios. É possível que essa abordagem específica tenha favorecido o aprimoramento da coordenação intra e intermuscular, culminando na redução do tempo de realização do teste de sentar e levantar, bem como no aumento do número de repetições no teste de flexão de cotovelo.

No mesmo sentido, Gambassi *et al.* (2019a) também utilizaram a mesma abordagem de treinamento e observaram melhoras nos parâmetros funcionais de sobreviventes de AVC. No entanto, mais estudos controlados e randomizados

utilizando essa combinação de exercícios devem ser realizados para confirmar a hipótese.

Esses nossos resultados podem ter implicações clínicas, uma vez que a melhora dos parâmetros funcionais está correlacionada não apenas com a diminuição do risco de quedas, mas também com outros indicadores importantes, como a redução do risco de depressão e níveis elevados de qualidade de vida (Trombetti *et al.*, 2016; Szlejf *et al.*, 2019).

Além dos benefícios observados nos parâmetros funcionais, também foi demonstrado melhora na pressão arterial sistólica (PAS) dos idosos. Adicionalmente, embora não tenha sido observado redução estatística na pressão arterial diastólica (PAD), foi demonstrado redução clínica importante nessa variável (4,3 mmHg). Nesse sentido, de acordo com Cook *et al.* (1995), a redução de 2 mmHg de PAD está associada a uma diminuição de 17% na prevalência de hipertensão, 6% no risco de doença coronariana e 15% no risco de acidente vascular cerebral. Além disso, a melhora na PAS está associada a redução do risco de doenças cardiovasculares e renais (Whelton *et al.*, 2002).

Corroborando com os nossos achados, Park *et al.* (2020), demonstraram redução da PAS em homens idosos após 12 semanas de TC (exercícios resistidos realizados com banda elástica seguidos de caminhada/corrida). Na mesma linha, Figueroa *et al.* (2011) observaram redução da PAS de mulheres submetidas ao TC de moderada intensidade por 12 semanas. No mesmo sentido, Guirado *et al.* (2012) também observaram melhoras significativa da PAS de quinze idosos sedentários submetidos a 6 meses de TC.

Em contraste com os resultados encontrados em nosso estudo em relação à PAD, Schroeder *et al.* (2019) observaram reduções significativas nessa variável em

69 participantes (58 ± 7 anos) após 8 semanas de TC. Apesar da semelhança no protocolo de treinamento e duração da intervenção entre o presente estudo e o mencionado, existem diferenças notáveis na amostra, incluindo tamanho, faixa etária e características. Notavelmente, a amostra do estudo de Schroeder et al. foi composta por indivíduos hipertensos, ao passo que nossa amostra consistiu exclusivamente de idosos normotensos e hipertensos. No mesmo sentido, Gambassi *et al.* (2023b) não observaram melhora na PAD em idosos normotensos e hipertensos após 8 semanas de treinamento combinado dinâmico, corroborando com os achados do presente estudo.

A melhora na pressão arterial sistólica (PAS) observada em nosso estudo pode ser atribuída à estrutura do programa de treinamento resistido proposto, que envolveu exercícios de alta velocidade na fase concêntrica e realizados de maneira dinâmica. Acredita-se que essa abordagem específica tenha potencializado o *shear stress* nos vasos sanguíneos, desencadeando uma resposta do endotélio que resultou na liberação aumentada de óxido nítrico. Esse fenômeno, por sua vez, pode ter contribuído para uma vasodilatação, resultando na diminuição da pressão arterial sistólica da amostra.

Corroborando com as informações acima, Coelho-Júnior *et al.* (2017) e Orsano *et al.* (2018) demonstraram que o treinamento resistido de alta velocidade na fase concêntrica aumenta a produção de óxido nítrico.

Embora tenham sido observados melhoras nos parâmetros funcionais e na PAS dos idosos após 8 semanas de treinamento combinado, não foram observadas melhoras nas variáveis autonômicas como o SDNN, RMSSD, LF, HF e LF/HF. Resultados semelhantes foram encontrados no ensaio clínico randomizado realizado por Sardeli *et al.* (2022), onde 23 idosos hipertensos não apresentaram melhoras nos

índices de variabilidade da frequência cardíaca (VFC) após 16 semanas de TC. Esses achados podem ser explicados devido a amostra ser composta apenas por idosos hipertensos. Além disso, os efeitos do treinamento físico também dependem de quanto o controle autonômico cardíaco está comprometido, ou seja, o nível de comprometimento causado por doenças crônico-degenerativas (Gambassi *et al.*, 2019b).

Na mesma linha, Anunciação *et al.* (2016) observaram que quatro sessões isoladas de aeróbico e sessões combinadas (resistido com aeróbico) não promoveram melhoras na VFC de 21 idosas. Esses resultados podem ser justificados pelo curto período de intervenção adotado no estudo (menos de uma semana).

Contrariando os nossos achados, Masroor *et al.* (2018) observaram em 28 mulheres sedentárias de meia idade melhora significativa nos parâmetros da VFC (aumento de HFnu, SDNN e RMSSD, e diminuição significativa de LFnu, relação LF/HF) após 4 semanas de treinamento combinado. Essa melhora pode estar associada a característica da amostra, tendo em vista que a amostra avaliada foi composta apenas por mulheres de meia idade.

O presente estudo apresenta uma abordagem inovadora ao avaliar a junção do treinamento de força e treinamento aeróbico, sem intervalos de descanso e utilizando faixas elásticas como implemento. Diferentemente dos estudos mencionados, onde o treinamento de força foi realizado em máquinas e incluía períodos de descanso, nossa metodologia promove uma maior otimização do tempo e acessibilidade, já que as faixas elásticas são de baixo custo e facilmente disponíveis. Este diferencial permite uma aplicação prática mais ampla e sustentável em ambientes diversos,

especialmente em comunidades de idosos onde os recursos podem ser limitados. Além disso, a ausência de descanso entre os exercícios pode potencialmente intensificar os efeitos benéficos sobre os parâmetros funcionais, hemodinâmicos e autonômicos, oferecendo uma alternativa eficaz e eficiente aos métodos tradicionais.

Apesar de nosso estudo revelar resultados satisfatórios em relação a funcionalidade e PAS, é necessário ponderar sobre uma limitação inerente. Esta limitação reside no curto período de intervenção (8 semanas), que pode não ter proporcionado tempo suficiente para promover alterações positivas na pressão arterial diastólica e nas variáveis autonômicas. É de fundamental importância reconhecer essa limitação ao interpretar nossos resultados e considerar a possibilidade de novos estudos com períodos mais longos de intervenção para uma melhor compreensão acerca dos benefícios do treinamento combinado dinâmico.

É importante reforçar que a utilização da banda elástica como implemento reforça a relevância dessa ferramenta versátil no contexto do treinamento combinado, fornecendo uma estratégia acessível e eficaz para a promoção da saúde cardiovascular em idosos.

8. CONCLUSÃO

Nossos resultados demonstraram que a prática de oito semanas de treinamento resistido com banda elástica combinado ao treinamento aeróbico, realizados duas vezes por semana, promoveu melhoras nos parâmetros funcionais e pressão arterial sistólica de idosos. Estes resultados têm uma importante aplicação prática, uma vez que apenas um curto período de intervenção foi capaz de promover respostas satisfatórias em parâmetros extremamente importantes para a saúde de idosos.

REFERÊNCIAS

- ALGHATRIF, M.; LAKATTA, E G. The conundrum of arterial stiffness, elevated blood pressure, and aging. **Current Hypertension Reports**, Philadelphia, v. 17, n. 2, p. 12, 2015.
- ALVES, J. E. D. Transição demográfica, transição da estrutura etária e envelhecimento. **Revista Longevidade**, São Paulo, n. 40, p. 8-16, 2014.
- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. **Diretrizes do ACSM para os Testes de Esforço e sua Prescrição**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007.
- ANUNCIAÇÃO, P. G. *et al.* Blood pressure and autonomic responses following isolated and combined aerobic and resistance exercise in hypertensive older women. **Clinical and Experimental Hypertension**, New York, v. 38, n. 8, p. 710-714, 2016.
- BARROSO, W. K. S. *et al.* Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial. **Brazilian Guidelines of Hypertension**, Rio de Janeiro, v. 116, n. 3, p. 516-658, mar. 2020.
- BECK, T. W. The importance of a priori sample size estimation in strength and conditioning research. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 27, n. 8, p. 2323-2337, Aug. 2013.
- BENETOS, A.; SALVI, P.; LACOLLEY, P. Blood pressure regulation during the aging process: the end of the 'hypertension era'? **Journal of Hypertension**, London, v. 29, n. 4, p. 646-652, 2011.
- BOETTGER, M. K. *et al.* Influence of Age on Linear and Nonlinear Measures of Autonomic Cardiovascular Modulation. **Annals of Noninvasive Electrocardiology**, Malden, v. 15, n. 2, p. 165-174, 2010.
- BONARDI, J. M. T. *et al.* Effect of different types of exercise on sleep quality of elderly subjects. **Sleep Medicine**, Amsterdam, v. 25, p. 122-129, Sep. 2016.
- BORG, G. **Borg's perceived exertion and pain scales**. Champaign: Human Kinetics, 1998.
- CADORE, E. L. *et al.* Functional and physiological adaptations following concurrent training using sets with and without concentric failure in elderly men: A randomized clinical trial. **Experimental Gerontology**, Tarrytown, v. 110, p. 182-190, 2018.
- CADORE, E. L. *et al.* Neuromuscular adaptations to concurrent training in the elderly: effects of intrasession exercise sequence. **Age**, Dordrecht, v. 35, n. 3, p. 891-903, 2013.
- CAMARGOS, M. C. S.; GONZAGA, M. R. Viver mais e melhor? Estimativas de expectativa de vida saudável para a população brasileira. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 31, p. 1.460-1.472, 2015.

CANNON, W. B. **The Wisdom of the body**. New York: WW Norton, 1939.

CARNEIRO, D. N. *et al.* Avaliação do déficit cognitivo, mobilidade e atividades da vida diária entre idosos. **Revista de APS**, Juiz de Fora, v. 19, n. 2, p. 203-209, 2016.

CHEN, M. C. *et al.* Elastic band exercises improved activities of daily living and functional fitness of wheelchair-bound older adults with cognitive impairment: a cluster randomized controlled trial. **American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation**, Baltimore, v. 95, n. 11, p. 789-799, 2016.

CHOI, H. M.; HURR, C.; KIM, S. Effects of elastic band exercise on functional fitness and blood pressure response in the healthy elderly. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, Basel, v. 17, n. 19, p. 7144, 2020.

CHTARA, M. *et al.* Effects of intra-session concurrent endurance and strength training sequence on aerobic performance and capacity. **British Journal of Sports Medicine**, Loughborough, v. 39, n. 8, p. 555-560, 2005.

CLOUSTON, S. A. *et al.* The dynamic relationship between physical function and cognition in longitudinal aging cohorts. **Epidemiologic Reviews**, Baltimore, v. 35, n. 1, p. 33-50, 2013.

COELHO, B. S. *et al.* Comparação da força e capacidade funcional entre idosos praticantes de musculação, hidroginástica e não praticantes de exercícios físicos. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 3, p. 497-504, 2014.

COELHO-JÚNIOR, H. J. *et al.* Acute effects of power and resistance exercises on hemodynamic measurements of older women. **Clinical Interventions in Aging**, Auckland, v. 12, p. 1103-1114, 2017.

COLADO, J. C. *et al.* Concurrent and construct validation of a new scale for rating perceived exertion during elastic resistance training in the elderly. **Journal of Sports Science & Medicine**, Bursa, v. 19, n. 1, p. 175-186, 2020.

COOK, N. R. *et al.* Implications of small reductions in diastolic blood pressure for primary prevention. **Archives of Internal Medicine**, Chicago, v. 155, n. 7, p. 701-709, 1995.

COOPER, R. *et al.* Objectively measured physical capability levels and mortality: systematic review and meta-analysis. **British Medical Journal**, London, v. 341, p. c4467, 2010.

CORTES-CANTELI, M.; IADECOLA, C. Alzheimer's disease and vascular aging: JACC focus seminar. **Journal of the American College of Cardiology**, New York, v. 75, n. 8, p. 942-951, 2020.

COUREL-IBÁÑEZ, J. *et al.* Impact of tailored multicomponent exercise for preventing weakness and falls on nursing home residents' functional capacity. **Journal of the**

American Medical Directors Association, Hagerstown, v. 23, n. 1, p. 98-104.e3, 2022.

COWLEY JUNIOR, A. C.; FRANCHINI, K. G. Autonomic control of blood vessels. *In*: ROBERTSON, D. (ed.). **Primer on the autonomic nervous system**. San Diego: Academic Press, 1996. p. 49-55.

DE ANGELIS, K.; SANTOS, M. S. B.; IRIGOYEN, M. C. Sistema nervoso autônomo e doença cardiovascular. **Revista da Sociedade de Cardiologia do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, ano 8, n. 3, p. 1-7, set./dez. 2004.

DEWEY, M. E.; SAZ, P. Dementia, cognitive impairment and mortality in persons aged 65 and over living in the community: a systematic review of the literature. **International Journal of Geriatric Psychiatry**, Chichester, v. 16, n. 8, p. 751-761, 2001.

DZIECHCIAŻ, M.; FILIP, R. Biological psychological and social determinants of old age: bio-psycho-social aspects of human aging. **Annals of Agricultural and Environmental Medicine**, Lublin, v. 21, n. 4, p. 835-838, 2014.

ECKBERG, D. L.; DRABINSKY, M.; BRAUNWALD, E. Defective cardiac parasympathetic control in patients with heart disease. **The New England Journal of Medicine**, Boston, v. 285, p. 877-883, 1971.

FERREIRA, O. G. L. *et al.* Envelhecimento ativo e sua relação com a independência funcional. **Texto & Contexto-Enfermagem**, Florianópolis, v. 21, n. 3, p. 513-518, 2012.

FIGUEROA, A. *et al.* Combined resistance and endurance exercise training improves arterial stiffness, blood pressure, and muscle strength in postmenopausal women. **Menopause**, New York, v. 18, n. 9, p. 980-984, 2011.

FUKUSAKI, C.; KAWAKUBO, K.; YAMAMOTO, Y. Assessment of the primary effect of aging on heart rate variability in humans. **Clinical Autonomic Research**, Oxford, v. 10, n. 3, p. 123-130, 2000.

GAMBASSI, B. B. *et al.* Impact of dynamic explosive resistance exercise with elastic bands on pulse pressure in hypertensive older adults: a randomized crossover study. **Blood Pressure Monitoring**, London, v. 28, n. 4, p. 208-214, 2023a.

GAMBASSI, B. B. *et al.* Effects of combined muscle power and endurance training with different volumes on functional and hemodynamic parameters in previously trained older adults. **Aging Clinical and Experimental Research**, Milano, v. 35, n. 11, p. 2623-2631, 2023b.

GAMBASSI, B. B. *et al.* Dynamic resistance training improves cardiac autonomic modulation and oxidative stress parameters in chronic stroke survivors: a randomized controlled trial. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, New York, v. 2019, p. 5382843, 2019a.

GAMBASSI, B. B. *et al.* Influence of resistance training practice on autonomic cardiac control of hypertensive elderly women. **Journal of Exercise Physiology Online**, Duluth, v. 22, n. 1, p. 37-44, 2019b.

GODINHO, R. E. YAZAKI, L. M. Comportamento da fecundidade segundo diferenciais sócio-econômicos e a anticoncepção no estado de São Paulo. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS, 8., 1992, Caxambu. **Anais eletrônicos** [...]. Campoas: Goloá, 1992. Disponível em: <https://proceedings.science/encontro-abep/abep-1992/trabalhos/comportamento-da-fecundidade-segundo-diferenciais-socio-economicos-e-a-anticonce?lang=pt-br#>. Acesso em: 10 ago. 2024.

GRIBBIN, B. *et al.* Effect of age and high blood pressure on baroreflex sensitivity in man. **Circulation Research**, Baltimore, v. 29, n. 4, p. 424-431, 1971.

GUEDES, J. M.; BORTOLUZZI, M. G.; MATTE, L. P. Effects of combined training on the strength, endurance and aerobic power in the elderly women. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Paulo, v. 22, n. 6, p. 480-484, 2016.

GUIRADO, G. N. *et al.* Combined exercise training in asymptomatic elderly with controlled hypertension: effects on functional capacity and cardiac diastolic function. **Medical Science Monitor: International Medical Journal of Experimental and Clinical Research**, Warsaw, v. 18, n. 7, p. CR461-CR465, 2012.

HILLEBRAND, S. *et al.* Heart rate variability and first cardiovascular event in populations without known cardiovascular disease: meta-analysis and dose-response meta-regression. **Europace: European Pacing, Arrhythmias, and Cardiac Electrophysiology: Journal of the Working Groups on Cardiac Pacing, Arrhythmias, and Cardiac Cellular Electrophysiology of the European Society of Cardiology**, London, v. 15, n. 5, p. 742-749, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Expectativa de vida dos brasileiros**: Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 2019a. Disponível em: <https://censo2021.ibge.gov.br/2012-agencia-denoticias/noticias/29505-expectativa-de-vida-dos-brasileiros-aumenta-3-meses-e-chega-a-76-6-anos-em-2019.html>. Acesso em: 10 mar. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua**. Rio de Janeiro: IBGE, 2019b. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/al/pesquisa/23/22957?detalhes=true&indicador=23018>. Acesso em: 10 mar. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Síntese de indicadores sociais**: uma das condições de vida da população brasileira. Rio de Janeiro: IBGE, 2015.

JENSEN, M. T. *et al.* Elevated resting heart rate, physical fitness and all-cause mortality: a 16-year follow-up in the Copenhagen Male Study. **Heart**, London, v. 99, n. 12, p. 882-887, 2013.

- KHALAFI, M. *et al.* Impact of concurrent training versus aerobic or resistance training on cardiorespiratory fitness and muscular strength in middle-aged to older adults: a systematic review and meta-analysis. **Physiology & Behavior**, New York, v. 254, p. 113888, 2022.
- LA ROVERE, M. T. *et al.* Baroreflex sensitivity and heart-rate variability in prediction of total cardiac mortality after myocardial infarction. **The Lancet**, London, v. 351, n. 9101, p. 478-484, 1998.
- LAITINEN, T. *et al.* Age dependency of cardiovascular autonomic responses to head-up tilt in healthy subjects. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 96, n. 6, p. 2333-2340, 2004.
- LE MOS, E. C. W. M.; GUADAGNIN, E. C.; MOTA, C. B. Influência do treinamento de força e de multicomponentes na funcionalidade de idosos: revisão sistemática e metanálise. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, Florianópolis, v. 22, p. e60707, 2020.
- LEVERITT, M. *et al.* Concurrent strength and endurance training. **Sports Medicine**, Auckland, v. 6, n. 28, p. 413-427, 1999.
- LIAO, C. D. *et al.* Effects of elastic band exercise on lean mass and physical capacity in older women with sarcopenic obesity: a randomized controlled trial. **Scientific Reports**, London, v. 8, n. 1, p. 2317, 2018.
- LIMA, L. G. *et al.* Combined aerobic and resistance training: are there additional benefits for older hypertensive adults? **Clinics**, Sao Paulo, v. 72, n. 6, p. 363-369, 2017.
- MARINHO, L. M. *et al.* Degree of dependence of elderly residents in geriatric long-term care facilities in Montes Claros, MGa. **Revista Gaúcha de Enfermagem**, Porto Alegre, v. 1, n. 34, p. 104- 110, fev. 2013.
- MARK, A. L. Sympathetic dysregulation in heart failure: mechanisms and therapy. **Clinical Cardiology**, New York, v. 18, n. 3, p. I3-I8, 1995. Supplement 1.
- MASROOR, S. *et al.* Heart rate variability following combined aerobic and resistance training in sedentary hypertensive women: a randomised control trial. **Indian Heart Journal**, Calcutta, v. 70, p. S28-S35, 2018. Supplement 3.
- MCCRATY, R.; SHAFFER, F. Heart rate variability: new perspectives on physiological mechanisms, assessment of self-regulatory capacity, and health risk. **Global Advances in Health and Medicine**, Portland, v. 4, n. 1, p. 46-61, 2015.
- MELO, L. A. de *et al.* Fatores socioeconômicos, demográficos e regionais associados ao envelhecimento populacional. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 4, p. 494-502, 2017.

MINAYO, M. C. S. O imperativo de cuidar da pessoa idosa dependente. **Ciência e Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 24, n. 1, p. 247-252, 2019.

MOSTARDA, C. *et al.* Hipertensão e modulação autonômica no idoso: papel do exercício físico. **Revista Brasileira de Hipertensão**, Rio de Janeiro, v.16, n. 1, p. 55-60, 2009.

MÜLLER, D. C. *et al.* Effects of high-intensity interval training combined with traditional strength or power training on functionality and physical fitness in healthy older men: a randomized controlled trial. **Experimental Gerontology**, Tarrytown, v. 149, p. 111321, 2021.

NEUMANN, L. T. V.; ALBERT, S. M. Aging in Brazil. **The Gerontologist**, St. Louis, v. 58, n. 4, p. 611-617, 2018.

NORTH, B. J.; SINCLAIR, D. A. The intersection between aging and cardiovascular disease. **Circulation Research**, Baltimore, v. 110, n. 8, p. 1097-1108, 2012.

OLIVEIRA NETA, R. S. de *et al.* Sarcopenia, funcionalidade e estado nutricional em idosas residentes na comunidade. *Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia*. Rio de Janeiro, v. 21, n. 3, p. 342-351, May/June 2018.

OLIVEIRA, A. S. Transição demográfica, transição epidemiológica e envelhecimento populacional no Brasil. **Hygeia: Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, Uberlândia, v. 15, n. 31, p. 69-79, 2019.

ORSANO, V. S. M. *et al.* Comparison of the acute effects of traditional versus high velocity resistance training on metabolic, cardiovascular, and psychophysiological responses in elderly hypertensive women. **Clinical Interventions in Aging**, Auckland, v. 13, p. 1331-1340, 2018.

PARK, W. *et al.* Effects of moderate combined resistance - and aerobic-exercise for 12 weeks on body composition, cardiometabolic risk factors, blood pressure, arterial stiffness, and physical functions, among obese older men: a pilot study. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, Basel, v. 17, n. 19, p. 7233, 2020.

RIKLI, R. E.; JONES, C. J. Development and validation of a functional fitness test for community-residing older adults. **Journal of Aging and Physical Activity**, Champaign, n. 7, p. 129-161, 1999.

ROSSI, F. E. *et al.* Combined training (aerobic plus strength) potentiates a reduction in body fat but demonstrates no difference on the lipid profile in postmenopausal women when compared with aerobic training with a similar training load. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 30, n. 1, p. 226-234, 2016.

SARDELI, A. V. *et al.* Comprehensive time-course effects of combined training on hypertensive older adults: a randomized control trial. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, Basel, v. 19, n. 17, p. 11042, 2022.

SCHROEDER, E. C. *et al.* Comparative effectiveness of aerobic, resistance, and combined training on cardiovascular disease risk factors: A randomized controlled trial. **PloS One**, San Francisco, v. 14, n. 1, p. e0210292, 2019.

SILVA, N. *et al.* Exercício físico e envelhecimento: benefícios à saúde e características de programas desenvolvidos pelo LABSAU/IEFD/UERJ. **Revista Hospital Universitário Pedro Ernesto**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 2, p.75-85, 2014.

SON, W. M. *et al.* Combined exercise reduces arterial stiffness, blood pressure, and blood markers for cardiovascular risk in postmenopausal women with hypertension. **Menopause**, New York, v. 24, n. 3, p. 262-268, 2017.

SOUZA, E. O. de *et al.* The acute effects of varying strength exercises bouts on 5Km running. **Journal of Sports Science & Medicine**, Bursa, v. 10, n. 3, p. 565-570, 2011.

STOJANOVIĆ, M. D. M. *et al.* Effects of chair-based, low-load elastic band resistance training on functional fitness and metabolic biomarkers in older women. **Journal of Sports Science & Medicine**, Bursa, v. 20, n. 1, p. 133-141, 2021.

STUDENSKI, S. *et al.* Gait speed and survival in older adults. **Journal of the American Medical Association**, Chicago, v. 305, n. 1, p. 50-58, 2011.

SU, Y. L. *et al.* Effectiveness of elastic band exercises on the functional fitness of older adults in long-term care facilities. **The Journal of Nursing Research**, Taipei, v. 30, n. 5, p. e235, 2022.

SZLEJF, C. *et al.* Depression is associated with sarcopenia due to low muscle strength: results from the ELSA-Brasil Study. **Journal of the American Medical Directors Association**, Hagerstown, v. 20, n. 12, p. 1641-1646, 2019.

TEODORO, J. L. *et al.* Concurrent training performed with and without repetitions to failure in older men: a randomized clinical trial. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, Copenhagen v. 29, n. 8, p. 1141-1152, 2019.

TROMBETTI, A. *et al.* Age-associated declines in muscle mass, strength, power, and physical performance: impact on fear of falling and quality of life. **Osteoporosis International: a Journal Established as Result of Cooperation Between the European Foundation for Osteoporosis and the National Osteoporosis Foundation of the USA**, London, v. 27, n. 2, p. 463-471, 2016.

TSUJI, H. *et al.* Impact of reduced heart rate variability on risk for cardiac events: The Framingham Heart Study. **Circulation**, Hagerstown, v. 94, n. 11, p. 2850-2855, 1996.

UCHIYAMA, K. *et al.* Home-based aerobic exercise and resistance training for severe chronic kidney disease: a randomized controlled trial. **Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle**, Heidelberg, v. 12, n. 6, p. 1789-1802, 2021.

VERAS, R. P.; OLIVEIRA, M. Envelhecer no Brasil: a construção de um modelo de cuidado. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v.23, n. 6, p. 1929-1936, 2018.

VICTOR, R. G.; MARK, A. L. The sympathetic nervous system in human hypertension. *In*: LARAGH, J. H.; BRENNER, B. M. (ed.). **Hypertension: pathophysiology, diagnosis and management**. 2th ed. New York: Raven Press, 1995. p. 755-73.

VOSS, A. *et al.* Short-term heart rate variability: influence of gender and age in healthy subjects. **PloS One**, San Francisco, v. 10, n. 3, p. e0118308, 2015.

WHELTON, P. K. *et al.* Primary prevention of hypertension: clinical and public health advisory from The National High Blood Pressure Education Program. **Journal of the American Medical Association**, Chicago, v. 288, n. 15, p. 1882-1888, 2002.

WHITEHEAD, B. R. Investigating the function spiral in later life: Aging attitudes, physical activity, and gait. **Journal of Health Psychology**, London, v. 24, n. 14, p. 1955-1964, 2019.

WU, S. *et al.* Aging, arterial stiffness, and blood pressure association in chinese adults. **Hypertension**, Dallas, v. 73, n. 4, p. 893-899, 2019.

ZHANG, C.; TAO, J.; CARDIOVASCULAR GROUP SOGCMA. Expert consensus on clinical assessment and intervention of vascular aging in China (2018). **Aging Medicine**, Milton, v. 1, n. 3, p. 228-237, 2018.

APÊNDICE 1. Termo de Consentimento Livre E Esclarecido (TCLE)

**UNIVERSIDADE CEUMA
PRÓ-RETORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA E EXTENSÃO**

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Ceuma
Endereço: Rua Josué Montello, No 01 – Renascença II – CEP: 65075-120
– São Luis – MA
Fone / Fax: (98) 3214-4212 e-mail: cep@ceuma.br

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

Título do Estudo:

EFEITOS DO TREINAMENTO COMBINADO DINÂMICO SOBRE PARÂMETROS FUNCIONAIS, HEMODINÂMICOS E AUTONÔMICOS DE IDOSOS.

Você está sendo convidado a participar como voluntário de um estudo. Este documento, chamado Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, visa assegurar seus direitos como participante e é elaborado em duas vias, uma que deverá ficar com você e outra com o pesquisador. Cada página deste termo deverá ser rubricada pelo pesquisador responsável e pelos participantes da pesquisa, além da assinatura do pesquisador e participante ao final do documento, que deverão estar na mesma página. Por favor, leia com atenção e calma, aproveitando para esclarecer suas dúvidas. Se houver perguntas antes ou mesmo depois de assiná-lo, você poderá esclarecê-las com o pesquisador. Se você não quiser participar ou retirar sua autorização, a qualquer momento, não haverá nenhum tipo de penalização ou prejuízo.

PROJETO DE PESQUISA: EFEITOS DO TREINAMENTO COMBINADO DINÂMICO SOBRE PARÂMETROS FUNCIONAIS, HEMODINÂMICOS E AUTONÔMICOS DE IDOSOS.

PROFESSOR RESPONSÁVEL PELO PROJETO: Luíz Filipe Costa Chaves

LOCAL DO DESENVOLVIMENTO DO PROJETO: Universidade Ceuma

JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS

É de meu conhecimento que este projeto será desenvolvido em caráter de pesquisa científica. O objetivo do presente projeto é avaliar os efeitos do treinamento combinado dinâmico sobre parâmetros funcionais, hemodinâmicos e autonômicos de idosos.

PROCEDIMENTOS

Observação: Todas essas avaliações deverão ser explicadas abaixo, e qualquer dúvida você poderá tirar com o pesquisador que está aplicando esse documento.

O senhor (a) está sendo convidado (a) a participar da pesquisa. Sua participação consistirá em: Participar das avaliações de força das pernas e dos braços, equilíbrio, pressão arterial e variabilidade da frequência cardíaca (variação do batimento cardíaco). Essas medidas serão realizadas a cada 8 semanas.

Você deverá realizar treinamento físico com bandas elásticas por 08 semanas. Esse treinamento será realizado 2 x por semana com duração entre 20 e 60 minutos.

DESCONFORTOS E RISCOS

Os testes, bem como os protocolos deste estudo parecem ser seguros e bem tolerados, com riscos baixos. De acordo com recentes estudos conduzidos por Gambassi et al. (2017) e Sousa et al. (2017) não foram observadas nenhuma intercorrência após a aplicação de protocolos parecidos com as intervenções propostas nessa pesquisa. No entanto, podem ocorrer desconfortos mínimos e passageiros como cansaço e dores musculares. Para atenuar esses possíveis desconfortos e riscos, um pesquisador com experiência na área e estudantes do curso de educação física deverão tomar as providências necessárias. Você contará com a assistência do pesquisador se necessário em todas as etapas de sua participação no estudo.

BENEFÍCIOS

Não haverá compensação financeira pela participação do voluntário neste estudo. Os benefícios que você deverá esperar com a sua participação serão: melhora

da sua força muscular e equilíbrio, bem como melhora da pressão arterial e do funcionamento do seu coração.

ACOMPANHAMENTO E ASSISTÊNCIA

Durante todo o desenvolvimento do projeto os participantes serão acompanhados por profissionais da área da Educação Física aptos para a assistência necessária, onde todas as dúvidas que irão surgir no decorrer do projeto possam ser prontamente sanadas.

SIGILO E PRIVACIDADE

Todas as informações obtidas durante as avaliações e sessões de exercício do programa de treinamento serão mantidas em sigilo e não poderão ser consultadas por pessoas leigas. As informações assim obtidas somente serão utilizadas para fins de pesquisa científica, tendo sua privacidade sempre resguardada.

RESSARCIMENTO

Os custos com o transporte e alimentação relacionados ao desenvolvimento do projeto serão de responsabilidade dos pesquisadores quando estes saíam da rotina do participante que voluntariamente se dispôs a participar da pesquisa. Em caso de eventuais danos provenientes do estudo, os direitos a indenização do participante são garantidos pelos pesquisadores. Ainda que ocorra a descontinuidade de participação no estudo, os participantes poderão ter acesso aos resultados de suas avaliações

O COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA (CEP)

O papel do CEP é avaliar e acompanhar os aspectos éticos de todas as pesquisas envolvendo seres humanos. A Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), tem por objetivo desenvolver a regulamentação sobre proteção dos seres humanos envolvidos nas pesquisas. Desempenha um papel coordenador da rede de Comitês de Ética em Pesquisa (CEPs) das instituições, além de assumir a função de órgão consultor na área de ética em pesquisas.

CONTATO

Em caso de dúvida sobre o estudo, você poderá entrar em contato com o pesquisador responsável, Luíz Filipe Costa Chaves, pelo telefone (98) 98191-8576 ou

pelo e-mail filipe.educacaofisica@hotmail.com. Em caso de denúncias ou reclamações sobre sua participação e sobre questões éticas do estudo, você poderá entrar em contato com a secretaria do comitê de ética em pesquisa (CEP) na Universidade CEUMA, no endereço, Rua Josué Montello, No 01 – Renascença II – CEP: 65075-120 – São Luis – MA. Fone / Fax: (98) 3214-4212 e-mail: cep@ceuma.br

CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Após ter sido esclarecido sobre a natureza da pesquisa, seus objetivos, métodos, benefícios previstos, potenciais riscos e os possíveis incômodos que esta possa acarretar, aceito participar:

Nome do (a) participante:

Data: ____/____/____

Assinatura do Participante

Pesquisador Responsável

filipe.educacaofisica@hotmail.com - Contato: (98) 98191-8576

APÊNDICE 2. Artigo científico submetido para publicação no periódico The Journal Blood Pressure Monitoring

Combined power exercises using elastic bands and endurance training improves pulse pressure, systolic blood pressure and functional parameters in older adults

Luiz Filipe Costa Chaves^{a,c,d,#}, Bruno Bavaresco Gambassi^{a,b,c,e,f,#}, Eduardo Lusa Cadore^{e,g}, Samir Segugins Sotão^{a,c}, Thiago Matheus da Silva Sousa^{a,c,d}, Danielle da Silva Dias^c, Paulo Adriano Schwingel^f, Cristiano Teixeira Mostarda^{c,d}

[#]These authors contributed equally to this work.

^a*Department of Physical Education, Ceuma University, São Luís, MA, Brazil*

^b*Postgraduate Program in Programs Management and Health Services, Ceuma University, São Luís, MA, Brazil*

^c*Postgraduate Program in Physical Education, Federal University of Maranhão, São Luís, MA, Brazil*

^d *Cardiovascular Adaptations to Exercise Laboratory (LACORE), Federal University of Maranhão, São Luís, MA, Brazil*

^e*Interuniversity Network for Healthy Aging, Latin America and the Caribbean, Talca, Maule, Chile*

^f*Human Performance Research Laboratory, University of Pernambuco, Petrolina, PE, Brazil*

^g*Exercise Research Laboratory, Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil*

***Corresponding Author:**

Bruno Bavaresco Gambassi, Programa de Pós-Graduação em Gestão de Programas e Serviços de Saúde, Universidade Ceuma. Address: Rua Josué Montello, 1 - Renascença II, São Luís - MA, 65075-120, Brazil. professorbrunobavaresco@gmail.com, mobile phone number: +55 12 99107-3884. ORCID: 0000-0003-3852-0602.

ABSTRACT

Objective This study aimed to investigate the effects of power training (PT) with elastic bands combined with endurance training (ET) on older adults' hemodynamic parameters, automatic cardiac control (ACC), and functional parameters.

Methods Thirty participants were randomly assigned to the control group (CG; $n=15$) and the intervention group ($n=15$). IG participants performed PT with elastic bands combined with ET twice a week for 8 weeks. Pulse pressure (PP), systolic blood pressure (SBP), diastolic blood pressure (DBP), ACC, and functional parameters were assessed before and after 8 weeks.

Results PP, SBP, and functional parameters significantly improved after 8 weeks in the IG ($P<0.05$). In addition, a clinically meaningful reduction was found in the SBP ($\Delta = -16.5$ mmHg; $\eta^2_p=0.36$), and DBP ($\Delta = -4.3$ mmHg; $\eta^2_p=0.26$). Additionally, a clinical reduction was also demonstrated in the 5-Repetition Sit-To-Stand test ($\eta^2_p=0.63$) and the elbow flexion test ($\eta^2_p=0.51$).

Conclusion Our findings indicate that PT with elastic bands combined with ET improves PP, SBP, and functional parameters in older adults. According to this, our combined training protocol can be an easily, accessible, and low-cost nonpharmacological strategy for strength and conditioning professionals to prescribe as exercise intervention to older adults.

Keywords: aging, hemodynamic parameters, heart rate variability, physical function, high-speed resistance training.

Introduction

Combined resistance and endurance training (CT) promotes health benefits to older adults (cardiorespiratory fitness, strength, functional parameters, sleep, fat mass, glucose, lipid profile) [1-8]. Although hemodynamic benefits induced by CT protocols have been demonstrated in older, there is no consensus on the effects of CT on blood pressure and in automatic cardiac control (ACC) in this population [9-12]. This may be due to the different characteristics of the sample (i.e., normotensive, hypertensive, sedentary, or previously trained older adults) and different exercise interventions [i.e., CT composed by different resistance training (RT) protocols].

In the context of RT, muscular strength can manifest in several forms, including endurance strength, maximum strength, and explosive strength [13]. Resistance training protocols aiming to optimize explosive strength are often referred as power training (PT) [13]. There is a large body of evidence pointing out the benefits of protocols involving PT for enhancing functional parameters in older individuals [14-19]. In this sense, although there are studies on combined training involving RT, little is known about the effects of concurrent training including PT as RT intervention on older adults' pressure pulse and ACC. Thus, combining PT and ET seems promising, as a study has demonstrated decreased arterial stiffness and hemodynamic parameters in older adults after 24 training sessions [20].

Additionally, structural organism adaptations brought about by exercise training depend on adherence. In this regard, performing resistance exercises using elastic bands seems a good option, as they are low cost, easy to apply, and can be performed anywhere (e.g., indoors, public spaces, and hospitals). Studies have demonstrated positive effects of different RT protocols with elastic bands on older adults' health parameters [21-26]. Nevertheless, studies investigating functional and hemodynamic adaptations induced by a CT including PT performed with elastic bands are scarce in the literature. Therefore, it seems relevant to provide evidence on the

benefits of easily accessible and low-cost exercise options for strength and conditioning professionals prescribing to older adults. Furthermore, since reduced PP and improved ACC reduce the cardiovascular and cerebrovascular health risks, it would be interesting to verify the effects of a combined PT and ET on hemodynamic variables and ACC in older individuals.

In this study, we hypothesized that combined power exercises using elastic bands and endurance training would promote improvements in hemodynamic parameters, ACC, and functional parameters in older adults. Therefore, the present study aimed to investigate the effects of PT using elastic bands combined with ET on older adults' hemodynamic parameters (PP, SBP, and DBP), ACC, and functional parameters.

Methods

Experimental design

This interventional controlled randomized trial was conducted upon approval by the Ethics Committee at CEUMA University (Sao Luis, MA, Brazil). All participants signed an informed consent form after learning about the study approach and procedures they would undergo and the potential risks and benefits. The study was conducted following the Helsinki Declaration of 1975.

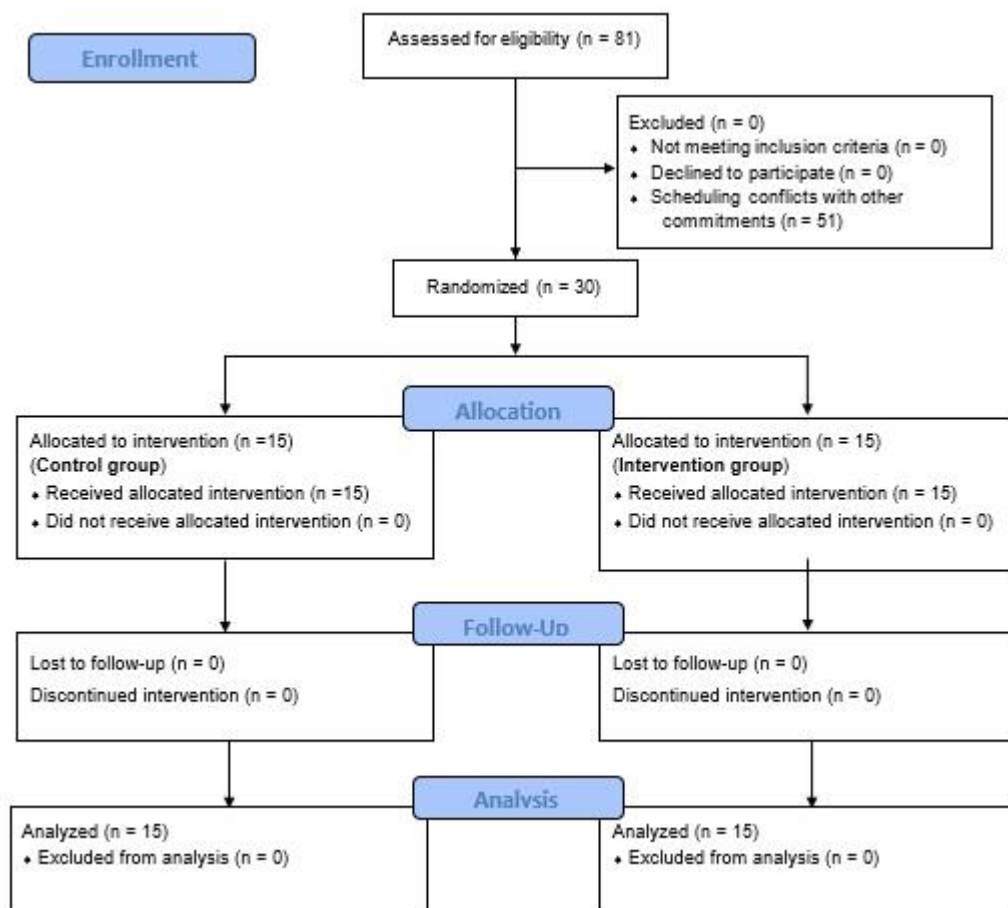
Participants

Sample size calculation was performed using G*Power software (Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, Düsseldorf, Germany, release 3.1.9.4, 2019) before conducting further statistical analyses. Based on input parameters of $\alpha = 0.05$, power = 0.85, and recommendations by Beck [27], a total of 14 individuals per group were calculated to assess the effects of PT with elastic bands combined with endurance training on hemodynamic (PP, SBP, and DBP), ACC

and functional parameters in older adults. To account for possible dropouts, 15 participants per group were selected.

Inclusion criteria consisted of being 60 years old or above, able to walk with or without assistance, performing basic daily activities, and not having engaged in regular exercise training for the past 6 months. Exclusion criteria included experiencing disabling pain during exercise, inability to perform exercise sessions, and inability to participate in evaluations.

A total of 30 older adults were enrolled. Randomization was achieved using a computer-generated list of random numbers, and allocation concealment was ensured using opaque and sequentially numbered sealed envelopes (Figure 1).



Procedures

All assessments (hemodynamic parameters, ACC, and functional parameters) were performed before and after 8 weeks of training by the same experienced exercise physiologists using identical procedures. Experiments were performed in a quiet air-conditioned room (22 to 24°C) always in the mornings (08:00 to 10:00 AM) in the Laboratory of Assessment and Physiology of Ceuma University, in four distinct phases.

During the initial phase (familiarization, 2 weeks), participants underwent an orientation period to familiarize themselves with the assessments and proper exercise techniques. In the second phase (2 weeks), experienced exercise physiologists administered the initial assessments. In the third phase (8 weeks), experienced exercise physiologists assisted with the protocol. Finally, in phase four (2 weeks), experienced exercise physiologists administered the final assessments.

Assessments

Anthropometric

The participants' total body mass in kilograms (kg) and height in centimeters (cm) were measured with a properly calibrated (NBR ISO/IEC 17025:2005) anthropometric scale (PL-200, Filizola S.A. Pesagem e Automação Sao Paulo, SP, Brazil), with an accuracy of 50 grams and 0.1 cm. BMI was determined by body mass (kg) divided by the square of height (m^2).

Hemodynamic measures

SBP and DBP were measured between 8:00 and 10:00 a.m., according to the procedures detailed in the Brazilian Guidelines of Hypertension – 2020 [28]. Participants were instructed to refrain from exercising for 48 hours before the evaluation and from drinking caffeinated beverages and/or alcohol for 24 hours before the evaluation. An automatic, noninvasive,

calibrated, and validated arterial blood pressure monitor (HEM-7200; Omron Healthcare Inc., Lake Forest, ~IL, United States of America [USA]) was used to measure SBP and DBP. Participants were instructed to remain silent. The cuff was placed on the arm about 2 cm above the antecubital fossa. Three blood pressure measurements were taken from both arms, with a 1-minute interval between them. The mean blood pressure values were used as office blood pressure. The arm with the highest blood pressure values was used in the baseline (pre-sessions) and post-session assessments. SBP and DBP were measured before and after 8 weeks. PP was calculated as the difference between SBP and DBP [26, 29].

Autonomic cardiac control (ACC)

ACC was evaluated for 24 hours with an electrocardiography Holter monitor and an ambulatory BP monitor (CardioMapa, Cardios, São Paulo, SP, Brazil). The most stable data in the 4-h sleep and wake period were used. Participants were instructed to maintain normal daily activities and record them in a personal diary. R-R intervals (RRi) were recorded with a 3-channel ECG recorder (Cardiomapa, Cardios, São Paulo, SP, Brazil) at an 800-Hz sampling frequency in the supine position. After data collection, raw RRi data from ECG were exported in ASCII format to software supplied by the manufacturer. Each participant's skin was cleaned and prepared to fix surface electrodes (Red Dot™ 2560, 3M™, Sumaré, SP, Brazil) before recording, following the manufacturer's instructions. The white electrode was placed on the center of the manubrium; the red electrode, on the xiphoid process; the black electrode, on the left anterior axillary line on the sixth rib; and the green electrode, on the right anterior axillary line on the sixth rib.

For time-domain analysis, the standard deviation of all NN intervals (SDNN) and root mean square of successive R-R interval differences (RMSSD, milliseconds [ms]). The frequency domain was analyzed with the Fast Fourier Transform test for previously selected RRi sequences with 4-

Hz interpolation and 50% overlap. Two main spectral components were selected for analysis: low frequency (LF) band (sympathetic and parasympathetic components [LF, from 0.04 to 0.15 Hz]) and high frequency (HF) band (parasympathetic component [HF, from 0.15 to 0.50 Hz]). Normalized spectral components (LF and HF) were expressed in normalized units (nu). Normalization consisted of dividing the power of a given spectral component (HF or LF) by the total power minus the power below 0.04 Hz and multiplying this ratio by 100.

Functional parameters

A researcher detailed the operational procedures, demonstrated the tests, and evaluated the motor pattern of participants during each physical performance test. All participants performed a familiarization trial to ensure that they understood the tests. All tests were performed in triplicate, and the mean result was used in the final analysis. A 1-minute rest was allowed between consecutive trials.

5-Repetition Sit-To-Stand (5XSTS) test: The test consisted of standing up from a chair (50 cm from the floor), firmly supported on the wall and without armrests, and returning to the initial sitting position, with arms crossed at chest height [30]. Participants were instructed to complete five repetitions as quickly as possible (three trials) [30]. The fastest attempt, based on the mean speed of the five repetitions, was selected for analysis.

Elbow flexion test (30-second arm curl): Participants performed a unilateral biceps curl with 5-lb weights. and returned to the initial extended arm position, completing as many repetitions as possible within 30 seconds. The test was performed with the participant in a seated position [31].

Intervention

Older adults were supervised by exercise professionals with prior experience in monitoring and controlling PT, with a trainer/trainee ratio of 1:2.5. The intervention was based on previous

recommendations [13]. PT was performed with elastic bands (LIVEUP® SPORTS, Araucária, PR, Brazil), with intensity and movement speed controlled according to previous studies [32-33].

The intensity of the exercises was controlled using the rating of perceived effort (RPE) [32]. At the end of each exercise set participants were asked to provide their RPE (easy, low, moderate, hard, maximal) for the first and last repetition of the set. For example, whenever the intensity was reported as easy or low in the previous set of an exercise, the participant's elastic band tension was adjusted (increased) in the upcoming training session to provide a moderate intensity. Similarly, if a participant experiences muscle pain, the tension of the elastic band was reduced to alleviate discomfort.

During the protocol familiarization period (2 weeks, 6 sessions), elastic bands offering moderate intensity were used to familiarize the participants with the initial and final positions of the exercises (e.g., reduce and increase elastic band tension; concentric and eccentric movement speed). The exercise professionals controlled the concentric and eccentric movement speed through verbal/tactile cues.

Vertical chest press, plantar flexion, seated row, hip abduction, elbow flexion, trunk flexion, and squat on the chair. Except for the squat on the chair exercise, all exercises were performed with a full range of motion, with concentric contractions performed as fast as possible, while the eccentric contractions were performed slowly within 3 seconds. The protocol consisted of a sequence of six combinations of two consecutive exercises without intervals of absolute rest throughout the session. The protocol consisted of, that is, two sets (Figure 2).

1. vertical chest press interspersed with squat on the chair;
vertical chest press interspersed with squat on the chair (Figure 2a).
2. plantar flexion interspersed with squat on the chair;
plantar flexion interspersed with squat on the chair (Figure 2a).
3. seated row interspersed with squat on the chair;

seated row interspersed with squat on the chair (Figure 2b).

4. hip abduction interspersed with squat on the chair;

hip abduction interspersed with squat on the chair (Figure 2c).

5. elbow flexion interspersed with squat on the chair;

elbow flexion interspersed with squat on the chair (Figure 2d).

6. trunk flexion interspersed with squat on the chair;

trunk flexion interspersed with squat on the chair (Figure 2e).

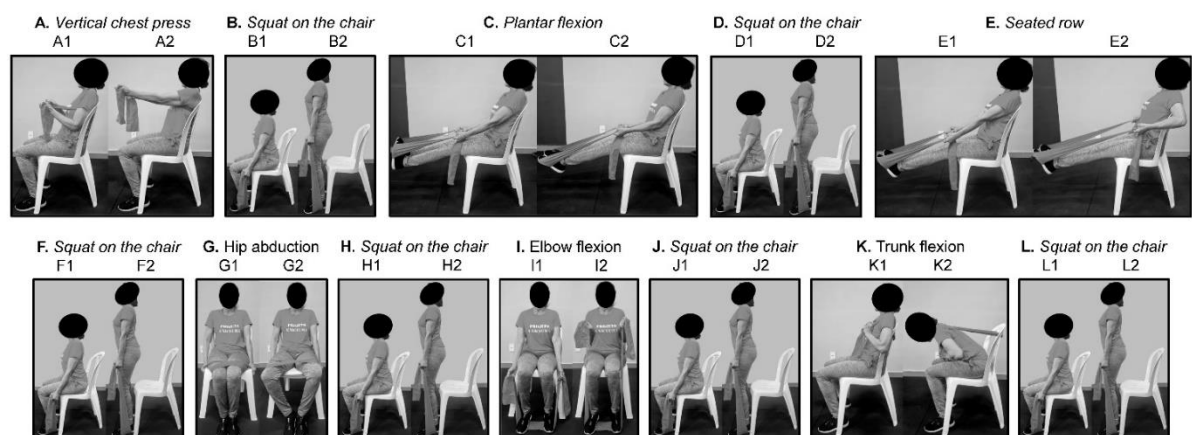
Immediately after the power of the training session, participants engaged in moderate-intensity walking. The target perceived exertion level during walking was set at 3 (intensity moderate) on an adapted Borg Scale, which ranges from 1 to 10 [34-35].

Protocol was performed two times per week over 8 weeks, with a minimum 48-hour rest interval provided between each exercise session in the same week. The exercise training volume was increased over the 8 weeks as shown below:

3 weeks: 2 sets x 6 reps, combined with approximately 12 minutes of walking;

3 weeks: 2 sets x 8 reps, combined with approximately 15 minutes of walking;

2 weeks: 2 sets x 10 reps, combined with 18 minutes of walking.



Control Group

Participants were instructed not to participate in any systematic exercise program for 8 weeks.

Statistical analysis

Statistical analysis was performed using Prism software (GraphPad Inc., San Diego, CA, USA, version 8.4.3, 2020). The normality of the distribution and the homogeneity of the outcome measures were tested using the Shapiro-Wilk and Levene tests, respectively. Means and standard deviations were calculated for each dependent variable. A two-way (“group” x “time”) analysis of variance (ANOVA) with repeated measures was used to evaluate training-related effects over time or between groups. The Greenhouse-Geisser was used to assess changes in the outcomes; when a significant interaction effect was found, a Bonferroni post hoc test was applied to check for intragroup differences over time. All measurements were two-tailed, and p-values calculated with significance levels set at 5%. The effect size (ES) was determined using partial eta-squared (η^2_p) values [36]. According to Espírito Santo and Daniel [37], values of $\eta^2_p \geq 0.01$ were considered small ES, $\eta^2_p \geq 0.06$ was considered medium ES, and $\eta^2_p \geq 0.14$ was considered large ES.

Results

Participants

In this study, 30 older adults completed the pre-8 and post-8-week measurements and had their data included in the statistical analysis (CG: n = 15; IG: n = 15). Their clinical characteristics are shown in Table 1.

Table 1 - Baseline clinical characteristics of the participants (n = 30)

Variables	CG (n = 15)	IG (n = 15)	P
Age, years*	68.9 ± 6.7	69.6 ± 6.7	0.784
Body mass index, kg/m ² *	27.8 ± 4.9	26.3 ± 4.6	0.385
Women, n (%)	12 (80.0)	14 (93.3)	0.283
<i>Associated Comorbidities (%)</i>			
Systemic arterial hypertension	53.3	80.0	0.121
Diabetes mellitus type II	33.3	20.1	0.232
<i>Medications (%)</i>			
Angiotensin receptor blockers	33.3	53.3	0.269
Calcium channel blocker	13.3	0.0	0.143
Angiotensin-converting enzyme	6.7	13.3	0.543
Diuretics	20.0	26.3	0.666
Hypoglycemic agents	40.0	20.0	0.232
Statins	26.7	60.0	0.065

*Values are expressed as mean ± standard deviation; CG: control group; IG: intervention group.

Pulse pressure

The results of the ANOVA indicated statistically significant time vs. group interaction ($P < 0.05$) for PP (Table 2). Also, post hoc analyses further confirmed substantial improvements in PP for IG ($P < 0.05$) (Table 2). In addition, an important clinical reduction was found in the PP ($\Delta = -12.2$ mmHg; time factor $\eta^2_p = 0.16$; time $\times$ group interaction $\eta^2_p = 0.31$) (Table 2).

Systolic and diastolic blood pressures

The results of the ANOVA indicated statistically significant time vs. group interaction ($P < 0.05$) for SBP. Post hoc analyses further confirmed substantial improvements in SBP for IG. In addition, an important clinical reduction was found in the SBP ($\Delta = -16.5$ mmHg; time $\times$ group interaction: $\eta^2_p = 0.36$).

Autonomic cardiac control

There were no significant time effects, group effects, or time vs. group interaction in ACC ($p > 0.05$) after 8 weeks of intervention (Table 2).

Table 2. Changes in blood pressure, and the autonomic cardiac control at baseline and after 8 weeks of intervention (n = 30)

Variables*	CG (n = 15)	IG (n = 15)	CG vs. IG MD (95%CI)	P (η^2_p) values		
				Group	Time	Interaction
Blood pressure, mmHg						
Pulse pressure				0.7463 (0.01)	0.0264 (0.16)	0.0013 (0.31)
Pre	54.9 ± 15.3	60.9 ± 11.4	-6.0 (-16.5 – 4.5)			
Post	57.4 ± 14.0	48.7 ± 8.1 [†]	8.7 (-1.9 – 19.2)			
Systolic blood pressure				0.3894 (0.16)	0.0145 (0.20)	0.0004 (0.36)
Pre	132.3 ± 22.9	136.5 ± 17.7	-4.1 (-20.4 – 12.2)			
Post	135.8 ± 23.7	120.1 ± 10.2 [†]	15.7 (-0.6 – 32.0)			
Diastolic blood pressure				0.2663 (0.26)	0.2507 (0.05)	0.0779 (0.11)
Pre	77.5 ± 14.0	75.6 ± 9.4	1.9 (-7.8 – 11.5)			
Post	78.4 ± 13.0	71.3 ± 8.5	7.1 (-2.6 – 16.7)			
Autonomic cardiac control						
SDNN (ms)				0.2980 (0.17)	0.4645 (0.02)	0.9533 (0.00)
Pre	14.8 ± 5.4	18.9 ± 6.1	-4.0 (-9.8 – 1.8)			
Post	16.0 ± 7.6	20.3 ± 8.1	-4.2 (-10.0 – 1.6)			
rMSSD (ms)				0.1806 (0.09)	0.5901 (0.01)	0.9275 (0.00)
Pre	17.4 ± 7.9	21.2 ± 7.1	-3.8 (-11.8 – 4.2)			
Post	18.8 ± 12.3	22.2 ± 9.9	-3.4 (11.4 – 4.6)			
Low-frequency band (nu)				0.1121 (0.14)	0.2521 (0.05)	0.7310 (0.00)
Pre	39.8 ± 13.6	49.2 ± 16.0	-9.4 (-23.7 – 4.9)			
Post	45.5 ± 18.8	52.3 ± 19.1	-6.8 (-21.1 – 7.5)			
High-frequency band (nu)				0.0514 (0.24)	0.2764 (0.04)	0.2966 (0.04)
Pre	30.1 ± 29.7	19.8 ± 9.4	-3.8 (-11.8 – 4.2)			
Post	53.4 ± 47.6	29.7 ± 13.1	-3.4 (11.4 – 4.6)			

*Values are expressed as mean ± standard deviation; SDNN: standard deviation of the NN interval; rMSSD: root mean square of successive RR interval differences; CG: control group; IG: intervention group; MD: mean difference; CI: confidence interval; η^2_p : partial eta squared. [†]: within-group change over time.

Functional parameters

The results of the ANOVA indicated statistically significant time vs. group interaction ($P < 0.05$) for the elbow flexion test and the five-repetition sit-to-stand test (Table 3). Post hoc analyses further confirmed significant improvements in functional parameters for IG (Table 3). In addition, an important clinical was found in the elbow flexion test (time × group interaction: $\eta^2_p = 0.51$), and for the five-repetition sit-to-stand test. (time × group interaction: $\eta^2_p = 0.63$) (Table 3).

Table 3. Changes in functional parameters at baseline and after 8 weeks of intervention (n = 30)

Variables*	CG (n = 15)	IG (n = 15)	CG vs. IG MD (95%CI)	P (η^2_p) values		
				Group	Time	Interaction
Elbow flexion (30-seconds-arm curl), repetitions				0.0568 (0.55)	0.0032 (0.27)	<0.0001 (0.51)
Pre	15.7 ± 4.4	15.9 ± 2.7	-0.2 (-3.3 – 2.9)			
Post	14.7 ± 3.4	19.6 ± 4.0 [†]	-4.9 (-8.0 – -11.8)			
5-Repetition Sit-To-Stand, seconds				0.0045 (0.54)	0.0485 (0.13)	<0.0001 (0.63)
Pre	9.5 ± 1.4	9.8 ± 1.8	-0.3 (-1.6 – 1.0)			
Post	10.7 ± 1.6 [†]	7.5 ± 1.1 [†]	3.3 (2.0 – 4.5)			

*Values are expressed as mean ± standard deviation; CG: control group; IG: intervention group; MD: mean difference; CI: confidence interval; η^2_p : partial eta squared; [†]: within-group change over time.

Discussion

Our findings indicate significant clinical impacts with large effect sizes on PP ($\eta^2_p = 0.31$), and SBP ($\eta^2_p = 0.36$), following an 8-week intervention involving PT with elastic bands combined with ET in older adults. These findings partially confirm our hypotheses, since no improvement in ACC was observed after the intervention. However, these findings have important clinical implications since lower PP values are associated with improved arterial distensibility and consequently a lower risk of stroke and mortality in older adults [38].

Additionally, an important clinical reduction in DBP was observed in intervention group ($\Delta = -4.3$ mmHg). Cook et al. [39] stated that reducing DBP by 2 mmHg can prevent coronary heart disease and stroke. In this sense, the findings of the present study demonstrated that easily accessible, low-cost nonpharmacological strategies provide important clinical changes in older adults' hemodynamic parameters. These hemodynamic benefits were observed along with functional improvements (i.e., elbow flexion and five-repetition sit-to-stand tests), which reinforce the effectiveness of our exercise intervention.

To our knowledge, there is few evidence on the effects of dynamic PT with elastic bands combined with ET on older adults' PP. A previous study carried out by our research group [20] demonstrated that PT with elastic bands combined with ET reduces arterial stiffness and significantly improves hemodynamic parameters in older adults diagnosed with grade 1 hypertension. In addition, another studied also observed significant improvement in PP (acute effect) in hypertensive older adults after practicing dynamic PT with elastic bands [26]. Taken together, these results highlight the potential benefits of a CT intervention composed by PT and ET for acute and chronic benefits on hemodynamic parameters.

Even though few studies address PT associated with ET, on PP and ACC in older adults, the effects of other CT protocols (resistance training plus endurance training) have been investigated on hemodynamic parameters in this population.

Corroborating our findings, Park et al. [40] demonstrated a reduction in SBP in older adults after 12 weeks of CT (resistance exercises with an elastic band followed by walking/running). Additionally, Figueroa et al. [9] observed a reduction in SBP in older adults undergoing moderate-intensity CT for 12 weeks. Guirado et al. [41] also observed significant improvements in hemodynamic parameters in older adults who underwent 6 months of CT. The positive findings of the present study were observed in a shorter period than in these studies, and our intervention was composed only by 24 sessions, which we were able to demonstrate improvements in older adults' PP, and SBP.

Contrary to our findings, previous studies observed no benefits from different CT protocols to older adults' hemodynamic parameters [10, 12]. Additionally, Masroor et al. [11] demonstrated improvement in ACC after CT. These discrepancies could be explained by the sample characteristics. In the studies by Sardeli et al. [10, 12] and Masroor et al. [11], the samples comprised hypertensive, while the sample of the present study was composed of normotensive and hypertensive older adults. In addition, different exercise interventions could also explain such different findings, as none of the above-mentioned studies that did not observed benefits of CP protocols on hemodynamic parameters included PT exercises [10, 12].

Regarding possible mechanisms to explain our findings, we hypothesized that practicing dynamic PT caused significant vascular shear stress, subsequently leading to the release of nitric oxide from endothelial cells and positively influencing PP, SBP, and DBP. Indeed, Coelho-Júnior et al. [42] observed increased nitric oxide bioavailability after PT practice. Additionally, the elegant study by Orsano et al. [43] demonstrated greater nitric oxide production after PT compared to RT (nitric oxide was significantly higher after PT than after RT after 30 minutes of exercise). Nevertheless, endothelial function was not assessed in the present study, and this mechanism remains speculative.

In addition to the above-mentioned benefits, this study observed positive effects of PT with elastic bands combined with ET on older adults' functional parameters. This is evidenced by the improvement in elbow flexion (30-second arm curl) and the 5-repetition sit-to-stand test. Along the same lines, a study by Bavaresco Gambassi et al. [7] demonstrated an improvement in functional parameters (lift from the ventral decubitus position, timed up and go) in previously trained older adults. These authors observed such benefits with a lower training volume than that of the present study's protocol (8 sequences of PT exercises, 1 x 6 repetitions plus aerobic, 10 minutes). Combining PT with ET with smaller and larger volumes seems to be an option for improving functional parameters in older adults [7]. Our findings are in line with previous studies that demonstrated the benefits of PT combined with ET on older adults' functional parameters [2, 5, 7]. These findings also have clinical application since the decline of limb muscle strength has a strong impact on all-cause mortality [44].

Among the limitations of the present study that should be acknowledged, we highlight the 8-week (short-term) duration of the protocol, and sample consisting of different sexes. Additionally, in the present study, the sample consisted of normotensive and hypertensive older adults. However, our findings may encourage further studies on this topic.

In summary, our findings indicate that dynamic PT with elastic bands combined with ET improves PP, SBP, and functional parameters. As these parameters are related to mortality risk, the findings of the present research have great clinical applicability. This type of exercise intervention can be another easily accessible, low-cost nonpharmacological strategy for strength and conditioning professionals to prescribe to older adults aiming enhancing hemodynamic and functional parameters.

Acknowledgments

The authors thank all participants for their engagement in the study.

Conflicts of interest

There are no conflicts of interest.

References

1. Sousa TMDS, Rodrigues B, Uchida MC, Ruberti OM, Schwingel PA, Novais TMG, et al. Novel Combined Training Approach Improves Sleep Quality but Does Not Change Body Composition in Healthy Elderly Women: A Preliminary Study. *J Aging Res.* 2017;2017:8984725. doi:10.1155/2017/8984725
2. Müller DC, Izquierdo M, Boeno FP, Aagaard P, Teodoro JL, Grazioli R, et al. Adaptations in mechanical muscle function, muscle morphology, and aerobic power to high-intensity endurance training combined with either traditional or power strength training in older adults: a randomized clinical trial. *Eur J Appl Physiol.* 2020;120(5):1165-1177. doi:10.1007/s00421-020-04355-z
3. Teodoro JL, da Silva LXN, Fritsch CG, Baroni BM, Grazioli R, Boeno FP, et al. Concurrent training performed with and without repetitions to failure in older men: A randomized clinical trial. *Scand J Med Sci Sports.* 2019;29(8):1141-1152. doi:10.1111/sms.13451
4. Sardeli AV, Griffith GJ, Dos Santos MVMA, Ito MSR, Chacon-Mikahil MPT. The effects of exercise training on hypertensive older adults: an umbrella meta-analysis. *Hypertens Res.* 2021;44(11):1434-1443. doi:10.1038/s41440-021-00715-0
5. Müller DC, Boeno FP, Izquierdo M, Aagaard P, Teodoro JL, Grazioli R, et al. Effects of high-intensity interval training combined with traditional strength or power training on functionality and physical fitness in healthy older men: A randomized controlled trial. *Exp Gerontol.* 2021;149:111321. doi:10.1016/j.exger.2021.111321
6. Khalafi M, Sakhaei MH, Rosenkranz SK, Symonds ME. Impact of concurrent training versus aerobic or resistance training on cardiorespiratory fitness and muscular strength in

- middle-aged to older adults: A systematic review and meta-analysis. *Physiol Behav.* 2022;254:113888. doi:10.1016/j.physbeh.2022.113888
7. Bavaresco Gambassi B, Cadore EL, Chaves LFC, Sousa TMDS, Mostarda CT, de Siqueira AFL, et al. Effects of combined muscle power and endurance training with different volumes on functional and hemodynamic parameters in previously trained older adults. *Aging Clin Exp Res.* 2023;35(11):2623-2631. doi:10.1007/s40520-023-02572-y
 8. Markov A, Hauser L, Chaabene H. Effects of Concurrent Strength and Endurance Training on Measures of Physical Fitness in Healthy Middle-Aged and Older Adults: A Systematic Review with Meta-Analysis. *Sports Med.* 2023;53(2):437-455. doi:10.1007/s40279-022-01764-2
 9. Figueroa A, Park SY, Seo DY, Sanchez-Gonzalez MA, Baek YH. Combined resistance and endurance exercise training improves arterial stiffness, blood pressure, and muscle strength in postmenopausal women. *Menopause.* 2011;18(9):980-984. doi:10.1097/gme.0b013e3182135442
 10. Sardeli AV, Griffith GJ, Dos Santos MVMA, Ito MSR, Nadruz W, Chacon-Mikahil MPT. Do baseline blood pressure and type of exercise influence level of reduction induced by training in hypertensive older adults? A meta-analysis of controlled trials. *Exp Gerontol.* 2020;140:111052. doi:10.1016/j.exger.2020.111052
 11. Masroor S, Bhati P, Verma S, Khan M, Hussain ME. Heart Rate Variability following Combined Aerobic and Resistance Training in Sedentary Hypertensive Women: A Randomised Control Trial. *Indian Heart J.* 2018;70 Suppl 3(Suppl 3):S28-S35. doi:10.1016/j.ihj.2018.03.005
 12. Sardeli AV, Gáspari AF, Dos Santos WM, De Araujo AA, De Angelis K, Mariano LO, et al. Comprehensive Time-Course Effects of Combined Training on Hypertensive Older Adults:

- A Randomized Control Trial. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(17):11042. Published 2022 Sep 4. doi:10.3390/ijerph191711042
13. Bavaresco Gambassi B, Lopes Dos Santos MD, Furtado Almeida FJ. Basic guide for the application of the main variables of resistance training in elderly. *Aging Clin Exp Res*. 2019;31(7):1019-1020. doi:10.1007/s40520-019-01181-y
 14. Radaelli R, Trajano GS, Freitas SR, Izquierdo M, Cadore EL, Pinto RS. Power Training Prescription in Older Individuals: Is It Safe and Effective to Promote Neuromuscular Functional Improvements?. *Sports Med*. 2023;53(3):569-576. doi:10.1007/s40279-022-01758-0
 15. Izquierdo M, Merchant RA, Morley JE, Anker SD, Aprahamian I, Arai H, *et al*. International Exercise Recommendations in Older Adults (ICFSR): Expert Consensus Guidelines. *J Nutr Health Aging*. 2021;25(7):824-853. doi:10.1007/s12603-021-1665-8
 16. Lopez P, Rech A, Petropoulou M, Newton RU, Taaffe DR, Galvão DA, *et al*. Does High-Velocity Resistance Exercise Elicit Greater Physical Function Benefits Than Traditional Resistance Exercise in Older Adults? A Systematic Review and Network Meta-Analysis of 79 Trials. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2023;78(8):1471-1482. doi:10.1093/gerona/glac230
 17. Bavaresco Gambassi B, Cadore EL, Chaves LFC, da Silva Sousa TM, Mostarda CT, Lopes de Siqueira AF, *et al*. Effects of combined muscle power and endurance training with different volumes on functional and hemodynamic parameters in previously trained older adults. *Aging Clin Exp Res*. 2023;35(11):2623-2631. doi:10.1007/s40520-023-02572-y
 18. Feter N, Schaun GZ, Smith EC, Cassuriaga J, Alt R, Redig L, *et al*. High-velocity resistance training improves executive function in mobility-limited older adults. *Arch Gerontol Geriatr*. 2023;114:105081. doi:10.1016/j.archger.2023.105081
 19. Katsoulis K, Amara CE. The Effects of Power Training Frequency on Muscle Power and Functional Performance in Older Women: A Randomized Controlled Trial. *J Strength Cond Res*. 2023;37(11):2289-2297. doi:10.1519/JSC.0000000000004527
 20. Bavaresco Gambassi B, Chaves LFC, Sousa TMDS, Ribeiro MJS, Souza TA, Schwingel PA. Short-duration dynamic power training with elastic bands combined with endurance training: a promising approach to hypertension management in older adults. *J Hypertens*. 2024;42(4):735-742. doi:10.1097/HJH.0000000000003681

21. Chen MC, Chen KM, Chang CL, Chang YH, Cheng YY, Huang HT. Elastic Band Exercises Improved Activities of Daily Living and Functional Fitness of Wheelchair-bound Older Adults with Cognitive Impairment: A Cluster Randomized Controlled Trial. *Am J Phys Med Rehabil*. 2016;95(11):789-799. doi:10.1097/PHM.0000000000000518
22. Liao CD, Tsao JY, Huang SW, Ku JW, Hsiao DJ, Liou TH. Effects of elastic band exercise on lean mass and physical capacity in older women with sarcopenic obesity: A randomized controlled trial. *Sci Rep*. 2018;8(1):2317. Published 2018 Feb 2. doi:10.1038/s41598-018-20677-7
23. Choi HM, Hurr C, Kim S. Effects of Elastic Band Exercise on Functional Fitness and Blood Pressure Response in the Healthy Elderly. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(19):7144. Published 2020 Sep 29. doi:10.3390/ijerph17197144
24. Stojanović MDM, Mikić MJ, Milošević Z, Vuković J, Jezdimirović T, Vučetić V. Effects of Chair-Based, Low-Load Elastic Band Resistance Training on Functional Fitness and Metabolic Biomarkers in Older Women. *J Sports Sci Med*. 2021;20(1):133-141. Published 2021 Mar 1. doi:10.52082/jssm.2021.133
25. Su YL, Chen HL, Han SL, Lin YK, Lin SY, Liu CH. Effectiveness of Elastic Band Exercises on the Functional Fitness of Older Adults in Long-Term Care Facilities. *J Nurs Res*. 2022;30(5):e235. Published 2022 Oct 1. doi:10.1097/jnr.0000000000000511
26. Bavaresco Gambassi B, Nobre I, Prazeres J, De Melo MH, Bianco R, Novais, TM, et al. Impact of dynamic explosive resistance exercise with elastic bands on pulse pressure in hypertensive older adults: a randomized crossover study. *Blood Press Monit*. 2023;28(4):208-214. doi:10.1097/MBP.0000000000000650
27. Beck TW. The importance of a priori sample size estimation in strength and conditioning research. *J Strength Cond Res*. 2013;27(8):2323-2337. doi:10.1519/JSC.0b013e318278eea0

28. Barroso WKS, Rodrigues CIS, Bortolotto LA, Mota-Gomes MA, Brandão AA, Feitosa ADM, Machado CA, et al. Brazilian guidelines of hypertension - 2020. Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial – 2020. *Arq Bras Cardiol* 2021; 116:516–658.
29. Woo J, Yau F, Leung J, Chan R. Peak oxygen uptake, six-minute walk distance, six-meter walk speed, and pulse pressure as predictors of seven year all-cause and cardiovascular mortality in community-living older adults. *Exp Gerontol.* 2019;124:110645. doi:10.1016/j.exger.2019.110645
30. Guralnik JM, Simonsick EM, Ferrucci L, Glynn RJ, Berkman LF, Blazer DG, Scherr PA, Wallace RB. A short physical performance battery assessing lower extremity function: association with self-reported disability and prediction of mortality and nursing home admission. *J Gerontol* 1994 Mar;49(2):M85-94. doi: 10.1093/geronj/49.2.m85.
31. Rikli RE, Jones CJ. Development and validation of criterion-referenced clinically relevant fitness standards for maintaining physical independence in later years. *Gerontologist.* 2013;53(2):255-267. doi:10.1093/geront/gns071
32. Colado JC, Furtado GE, Teixeira AM, Flandez J, Naclerio F. Concurrent and Construct Validation of a New Scale for Rating Perceived Exertion during Elastic Resistance Training in The Elderly. *J Sports Sci Med.* 2020;19(1):175-186. Published 2020 Feb 24.
33. Colado JC, Gene-Morales J, Jiménez-Martínez P, Saez-Berlanga A, Ferri-Caruana AM, Garcia-Ramos A, Flandez J, Babiloni-Lopez C. Concurrent validation of the resistance intensity scale for exercise for monitoring velocity-based training with elastic bands. *Heliyon* 2024 Mar 21;10(7):e28298. doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e28298.
34. Borg G (1998) Borg's perceived exertion and pain scales. Human Kinetics, Champaign
35. Foster C, Florhaug JA, Franklin J, Gottschall L, Hrovatin LA, Parker S, et al. A new approach to monitoring exercise training. *J Strength Cond Res* 2001; 15:109–115

36. Lakens D. Calculating and reporting effect sizes to facilitate cumulative science: a practical primer for t-tests and ANOVAs. *Front Psychol.* 2013;4:863. Published 2013 Nov 26. doi:10.3389/fpsyg.2013.00863
37. Espirito Santo H, Daniel F. Calcular e apresentar tamanhos do efeito em trabalhos científicos (3): Guia para reportar os tamanhos do efeito para análises de regressão e ANOVAs (Calculating and Reporting Effect Sizes on Scientific Papers (3): guide to Report Regression Models and ANOVA Effect Sizes). *Rev Port Invest Comport Soc.* 2018; 4:43–60
38. Swaminathan RV, Alexander KP. Pulse pressure and vascular risk in the elderly: associations and clinical implications. *Am J Geriatr Cardiol.* 2006;15(4):226-134. doi:10.1111/j.1076-7460.2006.04774.x
39. Cook NR, Cohen J, Hebert PR, Taylor JO, Hennekens CH. Implications of small reductions in diastolic blood pressure for primary prevention. *Arch Intern Med.* 1995;155(7):701-709.
40. Park W, Jung WS, Hong K, Kim YY, Kim SW, Park HY. Effects of Moderate Combined Resistance- and Aerobic-Exercise for 12 Weeks on Body Composition, Cardiometabolic Risk Factors, Blood Pressure, Arterial Stiffness, and Physical Functions, among Obese Older Men: A Pilot Study. *Int J Environ Res Public Health.* 2020;17(19):7233. Published 2020 Oct 3. doi:10.3390/ijerph17197233
41. Guirado GN, Damatto RL, Matsubara BB, Roscani MG, Fusco DR, Cicchetto LAF, et al. Combined exercise training in asymptomatic elderly with controlled hypertension: effects on functional capacity and cardiac diastolic function. *Med Sci Monit.* 2012;18(7):CR461-CR465. doi:10.12659/msm.883215
42. Coelho-Júnior HJ, Irigoyen MC, Aguiar SDS, Gonçalves IDO, Câmara NOS, Cenedeze MA, et al. Acute effects of power and resistance exercises on hemodynamic measurements

- of older women. *Clin Interv Aging*. 2017;12:1103-1114. Published 2017 Jul 11. doi:10.2147/CIA.S133838
43. Orsano VSM, de Moraes WMAM, de Sousa NMF, de Moura FC, Tibana RA, Silva ADO, 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;13:1331-1340. Published 2018 Jul 31. doi:10.2147/CIA.S164108
44. Gao J, Qiu Y, Hou Y, Zhang L, Wang K, Chen Zhaoyu, et al. Influencing factors for the decline of limb muscle strength and the association with all-cause mortality: evidence from a nationwide population-based cohort study. *Aging Clin Exp Res*. 2022;34(2):399-407. doi:10.1007/s40520-021-01940-w

Legends

Figure 1. Flow Diagram of Participants.

Figure 2. Demonstration of the Power Exercises

ANEXO 1. Parecer substanciado do CEP



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DA EMENDA

Título da Pesquisa: EFEITOS DO TREINAMENTO FÍSICO SOBRE PARÂMETROS METABÓLICOS, INFLAMATÓRIOS, FUNCIONAIS E CARDIOVASCULARES DE IDOSOS

Pesquisador: Bruno Bavaresco Gambassi

Área Temática:

Versão: 5

CAAE: 12899519.7.0000.5084

Instituição Proponente: Centro Universitário do Maranhão - UniCEUMA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.257.795

Apresentação do Projeto:

O objetivo do presente estudo é avaliar os efeitos do treinamento físico sobre parâmetros metabólicos, inflamatórios, funcionais e cardiovasculares de idosos. Para tanto, serão selecionados 75 participantes idosos com e sem doenças crônicas degenerativas de ambos os gêneros. Todos os participantes deverão ser submetidos às avaliações de parâmetros metabólicos, inflamatórios, funcionais e cardiovasculares a cada 8 semanas por 96 semanas. Será realizada uma pesquisa com delineamento de grupos randomizados com testes pré e pós tratamento. Após assinar o termo de consentimento livre e esclarecido os participantes deverão ser divididos randomicamente em Grupo Treinamento Resistido Virtual (GTRV) (n=25), Grupo Treinamento Resistido Circuito tipo Explosivo (TRCE) 2 x por semana; (n=25); Grupo Treinamento Resistido Circuito tipo Explosivo (TRCE) 3 x semana por semana; (n=25) e Grupo Método Treinamento Combinado Dinâmico (GMTCD) (n=25). Todos os grupos deverão realizar determinadas práticas por 96 semanas. Todos os participantes deverão participar das seguintes avaliações a cada 8 semanas: equilíbrio, mobilidade e agilidade, velocidade, força muscular de membros superiores e inferiores, circunferência (cintura, abdômen, braços, coxas e panturrilha), composição corporal, pressão arterial, fração de ejeção ventricular, diâmetros internos do ventrículo esquerdo no final da sístole e da diástole, espessura do septo interventricular, variabilidade da frequência cardíaca, parâmetros inflamatórios e de estresse oxidativo. Os dados coletados deverão ser submetidos à análise estatística com as variáveis quantitativas expressas em média $\pm$ desvio-padrão. O nível de



CENTRO UNIVERSITÁRIO DO
MARANHÃO - UNICEUMA



Continuação do Parecer: 5.257.795

significância a ser adotado para todas as análises será $P < 0,05$. Espera-se ainda que os resultados desse estudo esclareçam as respostas adaptativas proporcionadas pela prática do treinamento físico, minimizando os prejuízos das doenças crônico degenerativas e do processo de envelhecimento.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

O objetivo do presente estudo é avaliar os efeitos do treinamento físico sobre parâmetros metabólicos, inflamatórios, funcionais e cardiovasculares de idosos.

Metodologia Proposta:

Esse estudo é do tipo experimental com delineamento de grupos randomizados com testes pré e pós tratamento.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Os testes, bem como os protocolos deste estudo parecerem ser seguros e bem tolerados com riscos baixos. De acordo com recentes estudos conduzidos por Gambassi et al. (2017) e Sousa et al. (2017) não foram observadas nenhuma intercorrência após a aplicação de protocolos parecidos com as intervenções propostas nessa pesquisa. No entanto, podem ocorrer desconfortos mínimos e passageiros como cansaço e dores musculares. Para atenuar esses possíveis desconfortos e riscos, um pesquisador com experiência na área e 15 profissionais graduados em Educação Física deverão tomar as providências necessárias. Existe um pequeno incômodo no momento da coleta do exame pela picada da agulha. O risco de infecção é desprezível, pois a coleta de sangue será realizada por profissionais habilitados e com materiais descartáveis do próprio pesquisador. Você contará com a assistência do pesquisador se necessário em todas as etapas de sua participação no estudo.

Benefícios:

Não haverá compensação financeira pela participação do voluntário neste estudo. Os benefícios que você deverá esperar com a sua participação serão: melhora da sua força muscular e do seu equilíbrio, bem como aumento da sua capacidade de caminhar, da pressão arterial e do funcionamento do seu coração. Também pode melhorar a glicose, o colesterol e o funcionamento do seu sistema de defesa do corpo.



Continuação do Parecer: 5.257.795

Trata-se de uma pesquisa relevante e que contribuirá para a área de estudo

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os documentos e termos necessários para apreciação ética da pesquisa foram apresentados, estando adequados as resoluções e normativas do sistema CEP CONEP. As pendências enumeradas no parecer anterior foram apresentadas.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Mediante a análise do projeto de pesquisa e a documentação apresentada decide-se pela aprovação deste protocolo de pesquisa

Considerações Finais a critério do CEP:

O pesquisador deverá apresentar a este CEP relatório final da pesquisa

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_1758908_É2.pdf	17/12/2021 21:10:46		Aceito
Folha de Rosto	FR.pdf	17/12/2021 21:08:01	Bruno Bavaresco Gambassi	Aceito
Outros	R.pdf	17/12/2021 18:40:56	Bruno Bavaresco Gambassi	Aceito
Declaração de Pesquisadores	CA2.pdf	17/12/2021 18:40:23	Bruno Bavaresco Gambassi	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	CA.pdf	17/12/2021 18:40:10	Bruno Bavaresco Gambassi	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA.docx	16/12/2021 09:50:04	Bruno Bavaresco Gambassi	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.docx	16/12/2021 09:49:38	Bruno Bavaresco Gambassi	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO.docx	16/12/2021 09:48:10	Bruno Bavaresco Gambassi	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:



CENTRO UNIVERSITÁRIO DO
MARANHÃO - UNICEUMA



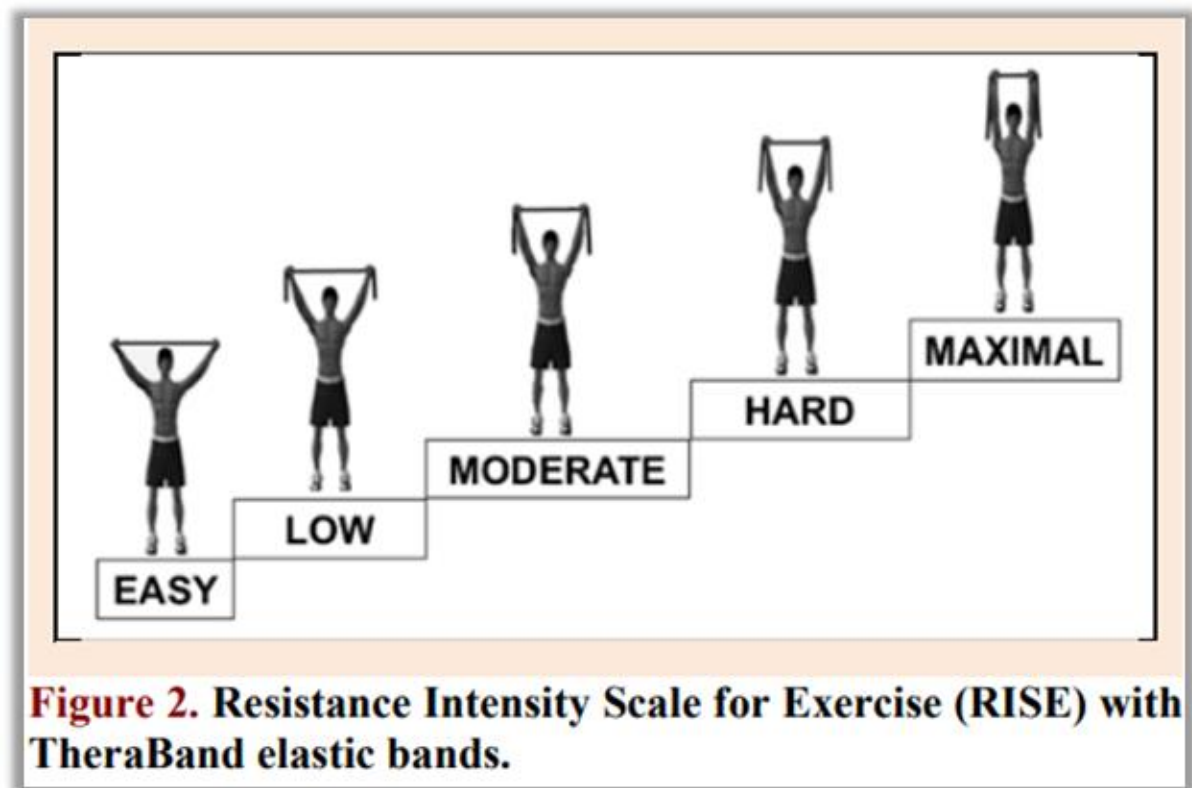
Continuação do Parecer: 5.257.795

Não

SAO LUIS, 22 de Fevereiro de 2022

Assinado por:
RUDYS RODOLFO DE JESUS TAVAREZ
(Coordenador(a))

ANEXO 2. Escala Resistance Intensity Scale for Exercise (RISE)



Fonte: Colado *et al.* (2020).

ANEXO 3. Escala de Borg

0	Nenhuma
0,5	Muito, muito leve
1	Muito leve
2	Leve
3	Moderada
4	Pouca intensa
5	Intensa
6	
7	Muito intensa
8	
9	Muito, muito intensa
10	Máxima

Fonte: Borg (1998).

ANEXO 4. Submissão do artigo científico ao periódico The Journal Blood Pressure Monitoring

Blood Pressure Monitoring

Combined power exercises using elastic bands and endurance training improves pulse pressure, systolic blood pressure and functional parameters in older adults

--Manuscript Draft--

Manuscript Number:	
Full Title:	Combined power exercises using elastic bands and endurance training improves pulse pressure, systolic blood pressure and functional parameters in older adults
Article Type:	Original Study
Keywords:	aging, hemodynamic parameters, heart rate variability, physical function, high-speed resistance training.
Corresponding Author:	Bruno Bavaresco Gambassi, PhD Ceuma University: Universidade Ceuma São Luís, MA BRAZIL
Corresponding Author Secondary Information:	
Corresponding Author's Institution:	Ceuma University: Universidade Ceuma
Corresponding Author's Secondary Institution:	
First Author:	Luiz Filipe Costa Chaves
First Author Secondary Information:	
Order of Authors:	Luiz Filipe Costa Chaves Bruno Bavaresco Gambassi, PhD Eduardo Lusa Cadore Samir Segui Sotão Thiago Matheus da Silva Sousa Danielle da Silva Dias Paulo Adriano Schwingel Cristiano Teixeira Mostarda
Order of Authors Secondary Information:	
Manuscript Region of Origin:	BRAZIL
Abstract:	Objective This study aimed to investigate the effects of power training (PT) with elastic bands combined with endurance training (ET) on older adults' hemodynamic parameters, automatic cardiac control (ACC), and functional parameters. Methods Thirty participants were randomly assigned to the control group (CG; n =15) and the intervention group (n =15). IG participants performed PT with elastic bands combined with ET twice a week for 8 weeks. Pulse pressure (PP), systolic blood pressure (SBP), diastolic blood pressure (DBP), ACC, and functional parameters were assessed before and after 8 weeks. Results PP, SBP, and functional parameters significantly improved after 8 weeks in the IG ($P<0.05$). In addition, a clinically meaningful reduction was found in the SBP ($\Delta = -16.5$ mmHg; $\eta^2p=0.36$), and DBP ($\Delta = -4.3$ mmHg; $\eta^2p=0.26$). Additionally, a clinical reduction was also demonstrated in the 5-Repetition Sit-To-Stand test ($\eta^2p=0.63$) and the elbow flexion test ($\eta^2p=0.51$). Conclusion Our findings indicate that PT with elastic bands combined with ET improves PP, SBP, and functional parameters in older adults. According to this, our combined training protocol can be an easily, accessible, and low-cost nonpharmacological strategy for strength and conditioning professionals to prescribe as exercise intervention to older adults.



*Ceuma University
Postgraduate Program in Programs Management and Health Services
Department of Physical Education*

To the Journal Blood Pressure Monitoring

Editor-in-Chief: Satoshi Hoshida

On behalf of my co-authors, I submit the enclosed manuscript for consideration by the Journal for publication as an **Original Studie**.

Previous studies have investigated the effects of different combined training (CT) programs involving traditional resistance training and aerobic exercise on systolic blood pressure, diastolic blood pressure, and automatic cardiac control (ACC) in older adults. Additionally, little is known about the effects of CT on pulse pressure in older adults.

Given the well-established link between pulse pressure, systolic blood pressure, diastolic blood pressure, automatic cardiac control, and cardiovascular morbidity and mortality, there is a pressing need for further investigations employing easily accessible, cost-effective, and non-pharmacological strategies to mitigate the cardiovascular impairment of aging. In this regard, it is noteworthy that exercise protocols involving the use of elastic bands have shown promise.

Thus, this study aimed to investigate the effects of power training (PT) with elastic bands combined with endurance training (ET) on older adults' pulse pressure, systolic blood pressure, diastolic blood pressure, automatic cardiac control (ACC), and functional parameters.

Briefly, the main findings of the present study indicate that dynamic PT with elastic bands combined with ET improves PP, SBP, and functional parameters. According to this, this type of training (PT with elastic bands combined with ET) can be another easily accessible, low-cost nonpharmacological strategy for strength and conditioning professionals to prescribe as exercise training to older adults.

We are confident that our Original Research Article offers critical new information regarding the responses of PT with elastic bands combined with ET on pulse pressure, systolic blood pressure, diastolic blood pressure, automatic cardiac control (ACC), and functional parameters in older adults.

We hope that our manuscript meets the high standards of your Referees and Editorial Board.

This manuscript describes original work and is not under consideration by any other journal in whole or in part, in any language. All authors approved the manuscript and this

*Rua Josué Montello, 1 - Renascença II
São Luís, MA, Brazil - 65075-120*



Ceuma University
Postgraduate Program in Programs Management and Health Services
Department of Physical Education

submission. All procedures were approved by Research Ethics Committee and written informed consent was obtained.

With kind regards,

Bruno Bavaresco Gambassi, PhD
Full Professor
Postgraduate Program in Programs Management and Health Services
Department of Physical Education
Ceuma University