



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA APLICADA À SAÚDE
DOUTORADO EM BIOLOGIA APLICADA À SAÚDE

HELGA CECÍLIA MUNIZ DE SOUZA

**EFICÁCIA DE UM PROGRAMA DE TREINAMENTO MUSCULAR
INSPIRATÓRIO ASSOCIADO À VIBRAÇÃO DE CORPO INTEIRO SOBRE
BIOMARCADORES INFLAMATÓRIOS E ENDÓCRINOS, MUSCULATURA
RESPIRATÓRIA, ENZIMAS ANTIOXIDANTES E FUNCIONALIDADE EM
IDOSOS PRÉ-FRÁGEIS**

Recife

2019

HELGA CECÍLIA MUNIZ DE SOUZA

**EFICÁCIA DE UM PROGRAMA DE TREINAMENTO MUSCULAR
INSPIRATÓRIO ASSOCIADO À VIBRAÇÃO DE CORPO INTEIRO SOBRE
BIOMARCADORES INFLAMATÓRIOS E ENDÓCRINOS, MUSCULATURA
RESPIRATÓRIA, ENZIMAS ANTIOXIDANTES E FUNCIONALIDADE EM
IDOSOS PRÉ-FRÁGEIS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Aplicada à Saúde do Centro de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Pernambuco como parte dos requisitos parciais para obtenção do título de doutor em Biologia Aplicada à Saúde.

Área de concentração: Biologia Aplicada à Saúde

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Armêle Dornelas de Andrade

Recife

2019

Catálogo na fonte
Elaine C Barroso (CRB4/1728)

Souza, Helga Cecília Muniz de

Eficácia de um programa de treinamento muscular inspiratório associado à vibração de corpo inteiro sobre biomarcadores inflamatórios e endócrinos, musculatura respiratória, enzimas antioxidantes e funcionalidades em idosos pré-frágeis / Helga Cecília Muniz de Souza - 2019.

126 folhas: il., fig., tab.

Orientadora: Armêlé Dornelas de Andrade

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Biociências. Programa de Pós-Graduação em Biologia Aplicada à Saúde. Recife, 2019.

Inclui referências, apêndices e anexos

1. Treinamento muscular 2. Idosos 3. Plataforma vibratória I. Andrade, Armêlé Dornelas de (orient.) II. Título

616.74

CDD (22.ed.)

UFPE/CB-2019-392

HELGA CECÍLIA MUNIZ DE SOUZA

**EFICÁCIA DE UM PROGRAMA DE TREINAMENTO MUSCULAR
INSPIRATÓRIO ASSOCIADO À VIBRAÇÃO DE CORPO INTEIRO SOBRE
BIOMARCADORES INFLAMATÓRIOS E ENDÓCRINOS, MUSCULATURA
RESPIRATÓRIA, ENZIMAS ANTIOXIDANTES E FUNCIONALIDADE EM
IDOSOS PRÉ-FRÁGEIS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Aplicada à Saúde do Centro de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Pernambuco como parte dos requisitos parciais para obtenção do título de doutor em Biologia Aplicada à Saúde.

Aprovada em: 14/03/2019.

BANCA EXAMINADORA

Profª. Dra. Armele de Fátima Dornelas de Andrade (Orientadora)
Departamento de Fisioterapia – UFPE

Profª. Dra. Daniella Cunha Brandão (Examinador externo)
Departamento de Fisioterapia – UFPE

Profª. Dra. Shirley Lima Campos (Examinador externo)
Departamento de Fisioterapia – UFPE

Profª. Dra. Patrícia Érika de Melo Marinho (Examinador externo)
Departamento de Fisioterapia – UFPE

Prof. Dr. Ricardo Oliveira Guerra (Examinador externo)
Departamento de Fisioterapia – UFRN

AGRADECIMENTOS

Agradeço não só pela finalização do ciclo, não só por mais uma etapa vencida, mas agradeço principalmente pela estrada que caminhei para chegar até aqui ... A cada dia reafirmo a certeza que alcançar metas é importante, mas o caminho desenvolvido até elas é que verdadeiramente constrói as realizações que sentimos. Me sinto genuinamente grata pelas escolhas que fiz e pelas pessoas que ganhei ao longo desses 4 anos. Obrigada a Deus e a Nossa Sra. da Conceição que sempre me iluminam nos momentos mais difíceis e me concedem a felicidade de perceber as bênçãos diárias que recebo!

Meu obrigada aos membros do LIKA que tornaram minha descoberta neste novo mundo de conhecimento mais fácil, tranquila e prazerosa. Grata a Patrícia Areias pela colaboração nas coletas biológicas. À Milena Ferraz pelo apoio técnico operacional nas análises. Ao Prof. Victor Neves pelo conhecimento compartilhado. Aos membros do LACAP que me acompanharam ao longo da minha jornada, em especial a Cyda Reinaux, Daniella Brandão, Etiene Fittipaldi e Luciana Alcoforado que tanto me auxiliaram e contribuíram para meu crescimento, o carinho de vocês é um presente muito estimado.

Não tenho palavras suficientes para expressar minha gratidão ao meu *Good Vibrations Team*, Rafaela Clemente e Alanna Vasconcelos esse resultado não seria possível sem a dedicação, responsabilidade e sensibilidade de vocês! Érika Andrade e Renata Pereira obrigada por todo apoio e colaboração, vocês são *Team* também. E em especial, à amiga Máira Pessoa, eu não poderia ter tido uma parceira tão ideal! Nossas diferenças tornaram o resultado final incrível, obrigada por me mostrar que nem sempre o planejado é melhor e que a alegria diária contagia e ressignifica nossa rotina e memórias do trivial.

À minha família e ao meu noivo Gilberto Casado por compreender minha ausência e por todo apoio dado enquanto eu estava em busca dos meus sonhos! Sem o suporte de vocês eu tenho certeza que o hoje seria diferente e menos feliz. Em especial a minha mãe Tereza Muniz, minha melhor ouvinte, minha melhor amiga, obrigada por tudo, sou privilegiada em te ter como mãe! Amo você!

À minha orientadora Armèle Dornelas, que ampliou a minha visão de mundo, expandiu minhas perspectivas, me fez perceber que é preciso mirar nas estrelas para alcançá-las, eu serei eternamente grata! Obrigada por sempre acreditar em mim e por entender a maneira como desenvolvo meu trabalho. Se fosse possível sintetizar o que quero expressar em palavras: admiração, gratidão e um carinho enorme! Aos meus idosos voluntários pela sabedoria de vida compartilhada e pela colaboração em tornar o hoje possível.

RESUMO

A síndrome da fragilidade é um desafio clínico crescente com necessidade de estratégias terapêuticas preventivas para diminuir o comprometimento funcional e orgânico nos idosos acometidos. Assim, o objetivo desta pesquisa foi verificar os efeitos agudos da vibração de corpo inteiro (VCI) sobre a modulação autonômica cardíaca em idosos e os efeitos em longo prazo da VCI associada ao treinamento muscular inspiratório (TMI) sobre biomarcadores inflamatórios, composição corpórea, desfechos musculares e funcionais em idosas pré-frágeis avaliadas por meio dos critérios estabelecidos por Fried. Inicialmente foi realizado um estudo quase-experimental piloto exploratório com 17 idosos comunitários, para investigar os efeitos de curto prazo da VCI sobre o sistema autonômico cardíaco. Os efeitos agudos da VCI sobre a modulação autonômica cardíaca foram avaliados através de holter, fornecendo: dados das variáveis da dinâmica não linear obtidos por meio de análise simbólica, entropia de Shannon e índices de complexidade; dados das variáveis lineares no domínio do tempo e da frequência; dados das variáveis cardiovasculares sistêmicas; e efeitos adversos de curto prazo relatados. Na segunda fase da pesquisa, foi realizado um ensaio clínico randomizado com idosas que apresentaram o fenótipo de pré-fragilidade. As voluntárias foram randomizadas em três possíveis grupos: grupo treinamento muscular inspiratório associado à vibração de corpo inteiro (Grupo1), grupo treinamento muscular inspiratório sham associado à vibração de corpo inteiro (Grupo2) e grupo treinamento muscular inspiratório sham associado à vibração de corpo inteiro sham (Grupo3). As voluntárias foram avaliadas em dois momentos distintos: pré-intervenção e após 12 semanas de intervenção. Foram avaliados os desfechos primários: força muscular respiratória (FMR), distância percorrida no teste de caminhada de seis minutos (TC6), equilíbrio e funcionalidade bem como, os desfechos secundários: medidas antropométricas (composição corporal) e fator neurotrófico derivado do cérebro (BDNF), endurance muscular respiratória, espessura e mobilidade diafragmática, espessura do músculo quadríceps femoral e efeitos adversos da intervenção relatados. O TMI foi realizado com o equipamento POWERBreathe®, 7 vezes por semana, com intensidade de carga ajustada em 40% da força muscular inspiratória máxima. O treino de VCI foi realizado por intermédio de uma plataforma vibratória. Foi demonstrado no Artigo 1 que uma sessão de VCI parece não ter efeitos no comportamento das variáveis da análise linear, contudo foi observado uma redução no padrão 1V% revelando menor modulação simpática em idosos. No Artigo 2 foi mostrado um aumento da FMR, equilíbrio e TC6, com redução de tempo no *Timed Up and Go Test* (TUG), sem modificações na força de preensão manual (FPM) e no metabolismo

muscular avaliado através das variações de glicose e lactato durante o TC6. Por fim, o Artigo 3 não verificou alterações no BDNF sérico, espessura e massa muscular periféricos apesar do aumento da FMR, espessura e mobilidade diafragmática. A aplicação de uma sessão de VCI reduz o padrão 1V% em idosos e, um programa de TMI associado a VCI é eficaz no aumento da FMR, funcionalidade, equilíbrio, TC6, espessura e mobilidade diafragmática, sem efeitos na FPM, BDNF sérico, espessura e massa muscular periférica em idosos pré-frágeis.

Palavras-chave: Fragilidade. Idoso. Plataforma Vibratória. Treinamento Muscular. Modulação Autonômica Cardíaca.

ABSTRACT

The frailty syndrome is a growing clinical challenge requiring preventive therapeutic strategies to reduce functional and organic impairment in the affected elderly. Thus, the objective of this research was to verify the acute effects of whole body vibration (WBV) on cardiac autonomic modulation in the elderly and the long-term effects of inspiratory muscle training (IMT) associated WBV on inflammatory biomarkers, body composition, outcomes, and functional disorders in pre-frail elderly women assessed by the criteria established by Fried. Initially an exploratory pilot quasi-experimental study was conducted with 17 community-dwelling elderly to investigate the short-term effects of WBV on the cardiac autonomic system. The acute effects of WBV on cardiac autonomic modulation were assessed by holter, providing: data on nonlinear dynamics variables obtained through symbolic analysis, Shannon entropy and complexity indices; data of time and frequency domain linear variables; data on systemic cardiovascular variables; and reported short-term adverse effects. In the second phase of the research, a randomized clinical trial was conducted with elderly women who presented the pre-frailty phenotype. The volunteers were randomized into three possible groups: inspiratory muscle training group associated with whole body vibration (Group1), sham inspiratory muscle training group associated with full body vibration (Group2) and sham inspiratory muscle training group associated with full body vibration sham (Group3). The volunteers were evaluated at two different times: pre-intervention and after 12 weeks of intervention. The primary outcomes were: respiratory muscle strength (RMS), distance covered in the six-minute walk test (6MWT), balance and functionality, as well as secondary outcomes: anthropometric measurements (body composition) and brain-derived neurotrophic factor (BDNF), respiratory muscle endurance, diaphragmatic thickness and mobility, reported femoral quadriceps muscle thickness, and adverse effects of intervention. The IMT was performed with the POWERBreathe® equipment 7 times a week, with load intensity adjusted to 40% of the maximal inspiratory muscle strength. WBV training was performed through a vibrating platform. It was demonstrated in Article 1 that one WBV session does not seem to have any effect on the behavior of the linear analysis variables, however a reduction in the 1V% pattern was observed revealing less sympathetic modulation in the elderly. In Article 2, an increase in RMS, balance and 6MWT was shown, with time reduction in the Timed Up and Go Test (TUG), without changes in handgrip strength (HS) and muscle metabolism assessed through glucose and lactate variations. during the 6MWT. Finally, Article 3 did not verify changes in serum BDNF, peripheral muscle thickness and

mass despite increased RMS, thickness and diaphragmatic mobility. Application of a WBV session reduces the 1V% standard in the elderly, and a WBV associated IMT program is effective in increasing RMS, functionality, balance, 6MWT, thickness and diaphragmatic mobility, with no effects on HS, serum BDNF, thickness. and peripheral muscle mass in pre-frail elderly women.

Keywords: Frailty. Older. Vibratory platform. Muscle training. Cardiac Autonomic Modulation.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	JUSTIFICATIVA	13
1.2	HIPÓTESES	15
1.3	OBJETIVOS	15
1.3.1	Objetivo Primário.....	15
1.3.2	Objetivos Secundários	15
1.3.2.1	Fase Aguda	15
1.3.2.2	Fase Crônica	16
2	REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1	BIOMARCADORES INFLAMATÓRIOS RELACIONADOS COM A FRAGILIDADE	17
2.2	SARCOPENIA E DETERIORAÇÃO FUNCIONAL: UMA VISÃO MULTIFACETÁRIA DA SÍNDROME DA FRAGILIDADE.....	19
2.3	VIBRAÇÃO DE CORPO INTEIRO E TREINAMENTO MUSCULAR RESPIRATÓRIO COMO ESTRATÉGIAS PREVENTIVAS DE INCAPACIDADES FUNCIONAIS: NOVAS PERSPECTIVAS TERAPÊUTICAS NA SÍNDROME DA FRAGILIDADE	21
2.4	MODULAÇÃO AUTONÔMICA CARDÍACA EM IDOSOS: QUAIS OS EFEITOS DA VIBRAÇÃO DE CORPO INTEIRO?.....	24
3	MÉTODO	27
3.1	FASE AGUDA	27
3.1.1	Desenho do Estudo	27
3.1.2	Participantes	27
3.1.3	Protocolo do Estudo	27
3.1.4	Protocolos de Medidas	28
3.1.4.1	Medidas antropométricas e Variáveis Cardiovasculares	28
3.1.4.2	Modulação Autonômica Cardíaca	29
3.1.4.3	Protocolo Experimental	32
3.1.4.4	Análise Estatística	33

3.2	FASE CRÔNICA	34
3.2.1	Desenho do Estudo	34
3.2.2	População e Tamanho da Amostra	34
3.2.3	Protocolo do Estudo	35
3.2.4	Protocolos de Medidas	35
3.2.4.1	Fenótipo de Fragilidade	35
3.2.4.2	Dados clínicos e Medidas antropométricas	36
3.2.4.3	Biomarcadores Inflamatórios	37
3.2.4.4	Espessura muscular e mobilidade diafragmática	37
3.2.4.5	Força e resistência muscular respiratória	38
3.2.4.6	Desempenho Físico e Metabolismo muscular periférico	39
3.2.4.7	Força muscular periférica, Funcionalidade e Equilíbrio	40
3.2.4.8	Efeitos Adversos	41
3.2.5	Protocolo de Intervenção	41
4	RESULTADOS	44
4.1	ARTIGO 1 EFEITOS A CURTO PRAZO DA APLICAÇÃO DE VIBRAÇÃO DE CORPO INTEIRO SOBRE A DINÂMICA NÃO LINEAR DA MODULAÇÃO AUTONÔMICA CARDÍACA EM IDOSOS.....	45
4.2	ARTIGO 2 EFICÁCIA DA ASSOCIAÇÃO DE VIBRAÇÃO DE CORPO INTEIRO COM TREINAMENTO MUSCULAR INSPIRATÓRIO SOBRE A FORÇA MUSCULAR, FUNCIONALIDADE, EQUILÍBRIO, DESEMPENHO FÍSICO E METABOLISMO MUSCULAR EM IDOSAS PRÉ-FRÁGEIS: ENSAIO CLÍNICO CONTROLADO E RANDOMIZADO.....	59
4.3	ARTIGO 3: BDNF PERIFÉRICO, MASSA E ESPESSURA MUSCULAR PERIFÉRICA NÃO SÃO AFETADOS PELO TREINAMENTO MUSCULAR INSPIRATÓRIO ASSOCIADO À VIBRAÇÃO DE CORPO INTEIRO EM IDOSAS PRÉ-FRÁGEIS: ENSAIO CLÍNICO CONTROLADO E RANDOMIZADO.....	77
5	CONCLUSÃO	98
	REFERÊNCIAS	99
	APÊNDICE A TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E	

ESCLARECIDO	110
APÊNDICE B INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO NA FASE	
AGUDA	111
APÊNDICE C INSTRUMENTO DE TRIAGEM DE	
FRAGILIDADE	112
APÊNDICE D INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO NA FASE	
CRÔNICA.....	113
APÊNDICE E INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO PARA O TESTE	
DE CAMINHADA DE 6 MINUTOS	115
APÊNDICE F DIÁRIO DE TREINO MUSCULAR	
INSPIRATÓRIO INDIVIDUAL	116
APÊNDICE G INSTRUMENTO PARA REALIZAÇÃO DE	
PROTOCOLO DE TREINAMENTO	117
ANEXO 1 APROVAÇÃO PELO COMITÊ DE ÉTICA EM	
PESQUISA EM SERES HUMANOS	120
ANEXO 2 MINI-EXAME DO ESTADO MENTAL	121
ANEXO 3 ESCALA DE TINETTI	123
ANEXO 4 ISO 2631-1 (1997)	125
ANEXO 5 PATENTE DE DISPOSITIVO PARA SIMULAÇÃO	
(SHAM) ACOPLADO À PLATAFORMA VIBRATÓRIA	126

1 INTRODUÇÃO

A fragilidade é uma síndrome geriátrica importante e comum (SHAMLIYAN et al., 2013), definida como um estado de vulnerabilidade aumentada onde há pobre resolução da homeostase após um evento estressor (CLEGG et al., 2013; FRIED et al., 2001) sendo representada por um fenótipo clínico de diminuição na reserva fisiológica e aumento da susceptibilidade para a morbidade e mortalidade subsequente (FRIED et al., 2001). Uma revisão sistemática (COLLARD et al., 2012) que incluiu indivíduos com 65 anos ou mais encontrou uma prevalência de 4% a 17% de fragilidade física, onde a predisposição feminina (9,6%) foi cerca de duas vezes maior que nos homens (5,2%).

Estudos prévios também têm observado uma grande proporção (19 a 53%) de idosos pré-frágeis dentro de diferentes populações (BUTTERY et al., 2015; MOREIRA GARCIA; LOURENÇO ALVES, 2013; COLLARD et al., 2012; FRIED et al., 2001) e, apesar de não apresentar clinicamente um declínio orgânico, o indivíduo pré-frágil apresenta um risco maior de quedas, incapacidade motora, e morte em relação a um idoso robusto (FRIED et al., 2001) o que revela a maior vulnerabilidade desta população. Sendo assim, este estágio da síndrome pode representar um momento decisivo onde a efetividade das intervenções pode melhorar o prognóstico e prevenir a progressão da pré-fragilidade sendo um ponto de grande interesse e relevância clínica (APÓSTOLO et al., 2018).

Dada a relevância da síndrome como um problema de saúde pública mundial, a União Européia destacou a importância da definição de fragilidade, pois os idosos frágeis representam uma grande parcela de usuários da comunidade que necessitam de recursos, hospitalização e institucionalização (MORLEY et al., 2013). Para a pesquisa da síndrome da fragilidade o instrumento mais utilizado é a escala de Fried (FRIED et al., 2001) que estabelece cinco critérios diagnósticos: fraqueza muscular, baixo nível de atividade física, diminuição no desempenho motor (velocidade de marcha lenta), exaustão física e perda de peso involuntária. Segundo Fried, na presença de 3 ou mais critérios o indivíduo é considerado frágil, 1 ou 2 critérios como pré-frágil e na ausência destes achados como robusto (FRIED *et al.*, 2001).

Além desses marcadores, outros elementos estão presentes na síndrome podendo ser unificados, teoricamente, em um ciclo de fragilidade associado ao declínio de energia e reserva (Figura 1), onde os componentes centrais envolvidos são identificados como sinais e sintomas clínicos de fragilidade (FRIED *et al.*, 2001). Essa síndrome tem natureza

multifatorial e está baseada em três alterações: disfunção imunológica, desregulação neuroendócrina e sarcopenia (KO, 2011).

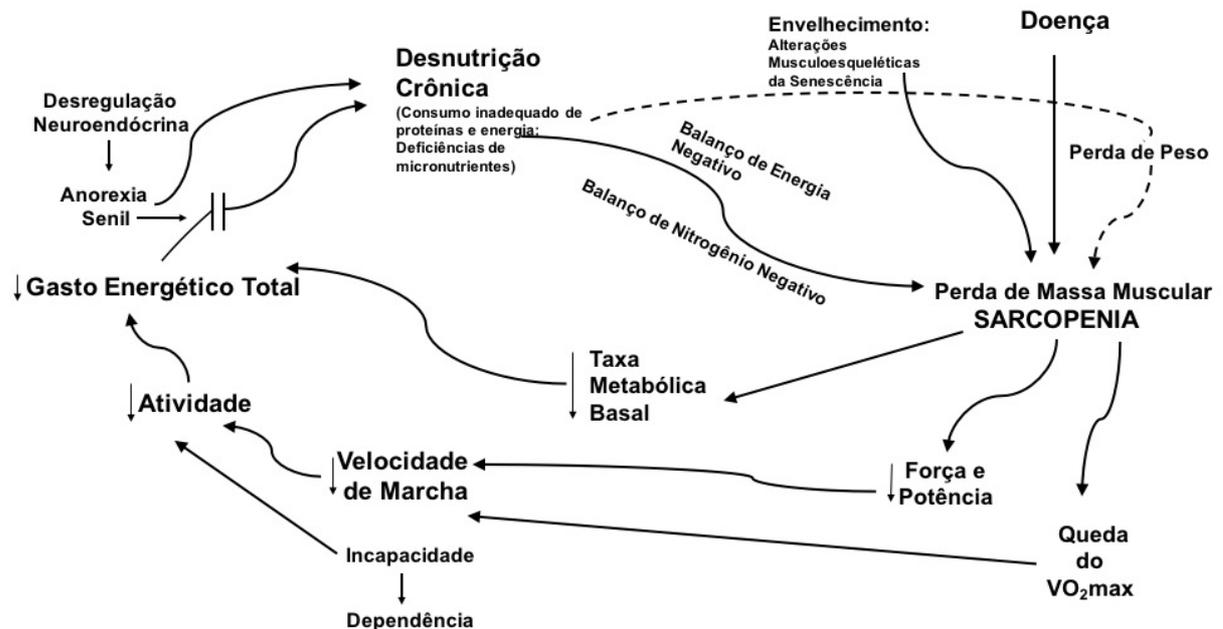


Figura 1. Ciclo da Síndrome da Fragilidade representando a associação dos sinais e sintomas clínicos (Fonte: modificado de Fried et al., 2001)

O estado atual da arte sugere seis processos biológicos envolvidos na manifestação da síndrome da fragilidade (Figura 2): alterações cerebrais, desregulação endócrina, inflamação aumentada, disfunção imunológica, desequilíbrio metabólico e estresse oxidativo (WANG; MAXWELL; YU, 2019). Esses processos parecem estar inter-relacionados bidirecionalmente co-existindo entre si, além de estarem relacionados a condições não-frágeis (senescência), sugerindo que nenhum processo isolado ou biomarcador pode detectar mudanças exclusivas da fragilidade (WANG; MAXWELL; YU, 2019).

1.1 JUSTIFICATIVA

Apesar de algumas alterações musculares e funcionais se estabelecerem com certa frequência em indivíduos idosos, é necessário diferenciar os achados do envelhecimento biológico dos sinais patológicos que por vezes se confundem com sinais da senescência, sendo um indicativo de risco para Síndrome da Fragilidade. Apesar do perfil inflamatório e funcional característico da fragilidade estar bem documentado na literatura, se faz necessário estabelecer alternativas terapêuticas eficazes que possam postergar ou até regredir um quadro

de risco (pré-fragilidade) para o estabelecimento desta síndrome clínica cada vez mais presente na população idosa.

Nesse sentido, o treinamento físico (aeróbico ou resistido) tem sido proposto como uma das melhores barreiras de antienvelhecimento validadas, diminuindo ou prevenindo o aumento das citocinas inflamatórias e com resultados benéficos sobre desfechos musculares e funcionais. No entanto, o treino físico tradicional impõem barreiras à sua prática, principalmente numa população já vulnerável e inapta a realizar exercícios dinâmicos. Com este propósito, a utilização de modalidades de treino alternativas que diminuam o risco de quedas durante o exercício pela manutenção de postura estática e que possam ser realizadas com facilidade em domicílio, pode promover os benefícios da atividade física em indivíduos pré-frágeis.

Nesse contexto a vibração de corpo inteiro (VCI) e o treinamento muscular inspiratório (TMI) são alternativas às modalidades de treino convencional que podem trazer resultados positivos para idosos pré-frágeis. As pesquisas que investigaram os efeitos de um programa de VCI ou TMI nesta população são escassas, com resultados por vezes contraditórios. Dessa forma, a necessidade de compreensão desta terapêutica sobre a expressão dos níveis de IL-6, TNF- α e BDNF – fortes biomarcadores de fragilidade senil e desfechos musculares e funcionais é necessária para o manejo eficaz destas ferramentas terapêuticas no controle da síndrome.

Não foram encontrados estudos prévios que investigaram os efeitos de um programa de VCI associado ao TMI sobre o perfil inflamatório, variáveis musculares e funcionalidade em idosos pré-frágeis, o que torna evidente a lacuna na literatura. Se a associação destas intervenções for eficaz na prevenção ou até mesmo reversão do fenótipo pré-frágil, talvez esse tipo de protocolo de treino seja uma alternativa ao treino muscular periférico global, que por vezes tem uma implementação inviável devido às suas características extenuantes e maior risco de quedas numa parcela populacional por vezes com dificuldades de locomoção e mobilidade presentes.

Contudo para aprofundar os resultados de um um programa de treinamento concordamos que seja necessário entender os efeitos agudos da VCI sobre o sistema cardiovascular visto que, apesar dos vastos protocolos aplicados não se conhece ainda sua repercussão sobre a modulação autonômica cardíaca e suas potenciais alterações dinâmicas associadas em idosos.

Diante do exposto, além da avaliação dos efeitos da VCI a curto prazo sobre o sistema cardiovascular, estudos que observem a eficácia da VCI associada ao TMI numa população de

idosos vulnerável à fragilidade sobre marcadores inflamatórios, desfechos musculares e funcionais ainda precisam ser desenhados, visto que estas modalidades de intervenção trazem grandes expectativas sobre esse fenótipo clínico, onde os indivíduos não são atraídos, ou são incapazes de realizar os programas de exercícios convencionais, o que pode repercutir na eficácia de futuras estratégias terapêuticas.

1.2 HIPÓTESES

Sendo assim, esta pesquisa tem as seguintes hipóteses:

- A análise da variabilidade da frequência cardíaca por meio de métodos não lineares é mais eficaz na avaliação dos efeitos agudos de uma sessão de vibração de corpo inteiro em idosos do que os métodos lineares.
- A associação de um programa de vibração de corpo inteiro com treinamento muscular inspiratório durante 12 semanas é eficaz para aumentar a força muscular, funcionalidade, equilíbrio e desempenho físico em idosas pré-frágeis.
- A associação de um programa de vibração de corpo inteiro com treinamento muscular inspiratório durante 12 semanas aumenta as concentrações de BDNF periférico, diminui o perfil inflamatório (IL-6 e TNF- α), aumenta a proporção de massa magra e a espessura muscular periférica e respiratória em idosas pré-frágeis.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Primário

Analisar os efeitos da vibração de corpo inteiro associado ao treinamento muscular inspiratório sobre perfil inflamatório, musculatura esquelética e desfechos funcionais em idosas pré-frágeis.

1.3.2 Objetivo Secundário

1.3.2.1 Fase Aguda

Investigar os efeitos agudos de uma sessão de vibração de corpo inteiro sobre a modulação autonômica cardíaca em idosos de ambos os sexos através de:

- Variáveis da dinâmica não linear obtidas por meio de análise simbólica, entropia de Shannon e índices de complexidade;
- Variáveis lineares no domínio do tempo e da frequência;
- Variáveis cardiovasculares sistêmicas;

- Efeitos adversos de curto prazo.

1.3.2.1 Fase Crônica

Avaliar os efeitos crônicos de um protocolo de treinamento de vibração de corpo inteiro associado a um programa de treino muscular inspiratório em idosas pré-frágeis sobre os desfechos:

- Biomarcadores inflamatórios por meio de dosagem dos níveis plasmáticos periféricos de interleucina 6 (IL-6), fator de necrose tumoral alfa (TNF- α) e fator neurotrófico derivado do cérebro (BDNF);
- Massa Muscular, composição corpórea e taxa metabólica global quantificadas através de balança de bioimpedância;
- Propriedades morfométricas dos músculos diafragma e quadríceps através de ultrassonografia muscular.
- Força e resistência muscular respiratória através da mensuração da pressão inspiratória máxima (PIM), pressão expiratória máxima (PEM), índice tensão-tempo, fluxo inspiratório de pico e índice de força muscular inspiratória.
- Desempenho físico avaliado através da distância percorrida num teste de caminhada de 6 minutos e metabolismo muscular mensurado pela alteração dos níveis sanguíneos de glicose e lactato periféricos durante o teste.
- Força muscular periférica, funcionalidade e equilíbrio avaliados pela Força de preensão manual através de dinamometria manual, pelo teste Timed Up and Go (TUG) e pelos escores do teste de Tinetti para equilíbrio estático e marcha, respectivamente;
- Efeitos adversos referidos durante o período de treinamento.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. BIOMARCADORES INFLAMATÓRIOS RELACIONADAS COM A FRAGILIDADE

A natureza multifatorial da fragilidade provoca uma crescente necessidade de reconhecer os biomarcadores multissistêmicos envolvidos na síndrome, o que provavelmente seria valoroso para sua detecção precoce. Visto que, as alterações nos biomarcadores antecedem a manifestação clínica (SANCHIS et al., 2015), esses indicadores podem ser úteis para detecção de alterações subclínicas que levam aos desfechos encontrados na fragilidade, bem como seriam proveitosos para adequar e introduzir estratégias de intervenção preventivas, pois refletem mudanças nos processos biológicos relacionados à síndrome (CORWIN; FERRANTI, 2016).

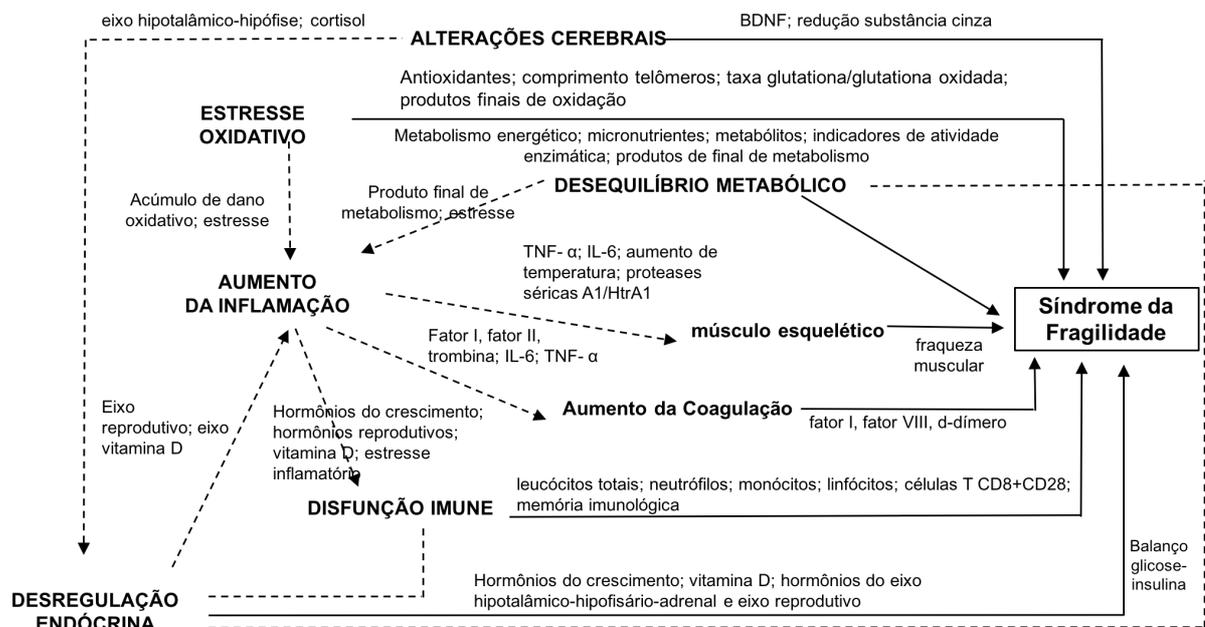


Figura 2. Processos Biológicos envolvidos na Síndrome da Fragilidade

(Fonte: modificado de Wang et al., 2019)

Níveis mais elevados de citocinas pró-inflamatórias, tais como interleucina 6 (IL-6) e fator de necrose tumoral alfa (TNF- α), estão associados com maiores taxas de fragilidade, enquanto níveis mais altos de antioxidantes possuem uma relação inversa (WANG; MAXWELL; YU, 2019). Nesse cenário, o acúmulo de células senescentes é um fator adicional de fenótipos relacionados à idade em muitos tecidos e órgãos (BAKER et al., 2011), essa tipologia celular persiste com metabolismo preservado mas, desenvolve um fenótipo secretor de senescência. Este fenótipo prejudica a homeostase da matriz extracelular e a regeneração do tecido, resultando em degenerações sistêmicas progressivas (CARDOSO et

al., 2018). Dessa maneira, as evidências mostram que o fenótipo secretor da senescência está envolvido no desenvolvimento da *inflammaging* e imunosenescência tornando-o um biomarcador altamente valioso para o estado inflamatório crônico observado na fragilidade (CARDOSO *et al.*, 2018). Assim, a necessidade de compreensão do papel desses biomarcadores vem aumentando, tornando-os uma medida rápida e quantitativa nessa área da pesquisa biomédica.

O *inflammaging* é um estado inflamatório crônico e sistêmico encontrado em indivíduos idosos (XIA *et al.*, 2016), e atualmente constitui a principal teoria para a perda da homeostasia senil devido ao acúmulo de agressões celulares ao longo da vida (CABRERA; HERNÁNDEZ, 2016). Esta teoria estabelece que a lesão do DNA mitocondrial desencadeia um aumento na produção de espécies reativas de oxigênio, com prejuízo no processo de reparação do DNA e sinalização imune (CABRERA; HERNÁNDEZ, 2016). Entretanto, apesar do estado inflamatório crônico senil ser assintomático, o prejuízo da sinalização imune permite a liberação de citocinas inflamatórias, particularmente a IL-6.

Atualmente, a IL-6 é apontada como o elemento mais relevante do fenótipo secretor de senescência, onde concentrações mais elevadas estão relacionadas com o estresse genotóxico de células epiteliais, fibroblastos, queratinócitos e monócitos (SOYSAL *et al.*, 2016). O envolvimento da IL-6 está comprovado na inflamação (SINDHU *et al.*, 2015), resistência à insulina (CHEN *et al.*, 2018), apoptose e senescência celular (ZHUANG *et al.*, 2017) e, no fenótipo de fragilidade e pré-fragilidade (SOYSAL *et al.*, 2016). Tendo em vista os efeitos negativos dos níveis cronicamente elevados de IL6 e a relação dessa citocina com a fragilidade em idosos (LAI *et al.*, 2014), uma recente metanálise (MONTEIRO-JUNIOR *et al.*, 2017) demonstrou um declínio entre 12-37% nos níveis de IL-6 após a realização de exercícios em idosos, confirmado a eficácia desta intervenção sobre as concentrações séricas de IL-6 nesta população.

Além do papel da IL-6, o fator neurotrófico derivado do cérebro (BDNF) está associado com o envelhecimento (LAU *et al.*, 2017), sendo identificado como um biomarcador cerebral (COELHO *et al.*, 2012). Alguns estudos observaram que alterações estruturais do cérebro com perda neuronal secundária ao envelhecimento diminuem a reserva cerebral em resposta a fatores estressantes, contribuindo para o desenvolvimento da fragilidade (BUCHMAN *et al.*, 2014; EL ASSAR *et al.*, 2017). Assim, parece que o sistema nervoso central desempenha um papel na manutenção da adaptabilidade ao estresse sendo um elo entre o desempenho cognitivo e físico na progressão da síndrome da fragilidade (WANG; MAXWELL; YU, 2019).

Apesar da ausência de medidas diretas do BDNF cerebral, as pesquisas utilizam o BDNF periférico como amostra (INGLÉS et al., 2017; NOBLE et al., 2011) sendo observado que menores concentrações plasmáticas estão relacionadas a maiores taxas de fragilidade (COELHO et al., 2012). O BDNF também está envolvido na modulação inflamatória (GEZEN-AK et al., 2013; LIANG et al., 2015), autofagia e em mecanismos anti-oxidantes (NIKOLETOPOULOU et al., 2017; WU et al., 2017), contribuindo para aumentar a atividade mitocondrial e atenuar os defeitos metabólicos após a lesão neuronal (XU et al., 2018). Neste contexto, Coelho et al. (2012) observaram que as concentrações plasmáticas de BDNF são maiores em mulheres idosas não-frágeis em comparação às pré-frágeis. Assim, os baixos níveis de BDNF em idosos pré-frágeis apontam essa neurotrofina como um mediador fisiopatológico chave na síndrome da fragilidade (COELHO et al., 2012).

Forti et al. (2015) descreveram que a expressão do BDNF em resposta ao exercício físico em idosos é mais pronunciada nos homens. Outro estudo (FORTI *et al.*, 2017) relatou que exercícios de baixa resistência durante 12 semanas aumentam os níveis periféricos de BDNF em idosos do sexo masculino, enquanto que Raval et al. (2018) demonstraram uma redução no BDNF cerebral em ratos fêmeas de meia-idade treinados com vibração de corpo inteiro. Apesar de promissores, esses achados preliminares sugerem que estudos adicionais são necessários para desvendar os mecanismos subjacentes, bem como para confirmar os efeitos do exercício em idosos frágeis e pré-frágeis onde a população feminina é mais acometida (COLLARD et al., 2012).

2.2 SARCOPENIA E DETERIORAÇÃO FUNCIONAL: UMA VISÃO MULTIFACETÁRIA DA SÍNDROME DA FRAGILIDADE

A disfunção imunológica leva ao aumento do estado inflamatório desempenhando um papel chave na patogênese da síndrome da fragilidade (LI; MANWANI; LENG, 2011) sendo observado altos níveis de TNF- α e IL-6 em idosos frágeis (MICHAUD et al., 2013). Dentre outros processos fisiopatológicos, a IL-6 está envolvida no desenvolvimento da sarcopenia, com ação direta sobre o músculo esquelético inibindo a síntese de proteína muscular e promovendo sua degradação (VINCENT; RAISER; VINCENT, 2012), enquanto que o TNF- α gera proteólise de miosina de cadeia pesada (PIERINE; NICOLA; OLIVEIRA, 2009).

Além da ativação inflamatória, a desregulação neuroendócrina presente na síndrome da fragilidade gera repercussões nos biomarcadores endócrinos. O idoso frágil tem redução nos níveis de testosterona (SRINIVAS-SHANKAR; WU, 2009) e aumento de cortisol circulante (BAYLIS et al., 2013) o que contribui para o declínio da massa e força muscular

(SRINIVAS-SHANKAR; WU, 2009). Sendo assim, as alterações endócrinas e inflamatórias encontradas nessa síndrome fazem com que o sistema muscular esquelético se torne um dos mais afetados pela fragilidade senil (LUSTOSA et al., 2017; NG et al., 2018).

Desta forma, a sarcopenia é um achado central da síndrome da fragilidade física, sendo caracterizada por perda progressiva de massa muscular e força devido a fatores interativos complexos, tais como: degeneração da junção neuromuscular, desequilíbrio hormonal, desequilíbrio de citocinas, síntese de proteínas e proteólise (NG et al., 2018; WANG et al., 2017; WILKINSON; PIASECKI; ATHERTON, 2018).

Nesse contexto, a atrofia da musculatura esquelética se apresenta com redução de área transversal das fibras musculares individuais e diminuição do número de miofibrilas (MILLER; CALLAHAN; TOTH, 2014; WANG et al., 2017; YAMADA, 2018), além de ser predominante nas fibras musculares do tipo II de contração rápida e ocorrer simultaneamente com a infiltração lipídica das miofibrilas, ocasionando perda de potência muscular subsequente (LUSTOSA et al., 2017; WANG et al., 2017).

Nesse sentido, as pesquisas mostram que os achados sarcopênicos estão relacionados com piores desfechos em testes de função física, força muscular global e força de preensão palmar (CAWTHON, 2018; HARRIS-LOVE et al., 2018; KOBAYASHI et al., 2018), além de revelarem uma correlação positiva com a osteoporose clínica, comprimento máximo de passada e redução da velocidade de marcha (KOBAYASHI et al., 2018; LOCQUET et al., 2018). Diante do exposto, a sarcopenia atualmente é um ponto de atenção em pessoas idosas, por afetar o equilíbrio físico e a condição geral de saúde, visto que o desequilíbrio dos fatores de manutenção da função motora juntamente com a perda de massa muscular esquelética apendicular são conhecidos como preditores de mortalidade nesses indivíduos (SZULC et al., 2010), sendo um alvo importante para estudos de intervenção.

Além da deterioração da quantidade e qualidade muscular periférica, o desempenho dos músculos respiratórios também encontra-se reduzido nos idosos frágeis (PEGORARI; RUAS; PATRIZZI, 2013), visto que além do acúmulo de espécies pró-inflamatórias e desequilíbrio endócrino, o idoso frágil apresenta também, alterações no sistema musculoesquelético inerentes ao envelhecimento (FIELDING et al., 2011; MILLER; CALLAHAN; TOTH, 2014).

A redução da força muscular respiratória no idoso está associada com declínio da mobilidade (BUCHMAN et al., 2008) e adicionado a este achado, o idoso frágil apresenta diminuição nos níveis de atividade física e velocidade de marcha lenta (menor que 0,9m/s) (CASTELL et al., 2013). Assim, essa população possui alto risco para incapacidades

funcionais e comorbidades, com aumento de sua vulnerabilidade à hospitalização e morte (GIELEN et al., 2012). Portanto, é esperado que o declínio da força muscular respiratória no idoso frágil acrescente um impacto negativo sobre a capacidade funcional com deterioração da marcha e piora da qualidade de vida nessa população (CASTELL et al., 2013; PARENTONI et al., 2015).

2.3 VIBRAÇÃO DE CORPO INTEIRO E TREINAMENTO MUSCULAR RESPIRATÓRIO COMO ESTRATÉGIAS PREVENTIVAS DE INCAPACIDADES FUNCIONAIS: NOVAS PERSPECTIVAS TERAPÊUTICAS NA SÍNDROME DA FRAGILIDADE

A fragilidade é considerada uma síndrome clínica que promove maior vulnerabilidade em idosos, onde o estresse mínimo pode causar comprometimento funcional, podendo ser reversível ou atenuada por intervenções não farmacológicas (MORLEY et al., 2013). Assim, em 2015 a Organização Mundial de Saúde (OMS) reconheceu a síndrome da fragilidade como uma prioridade emergente de saúde pública e solicitou seu reconhecimento e intervenção precoce (WANG; MAXWELL; YU, 2019), sendo recomendada sua investigação pelos profissionais de saúde nos cuidados primários e comunitários (MORLEY et al., 2013).

Nesse sentido, a identificação de idosos suscetíveis à fragilidade (pré-frágeis) é fundamental, pois permitem que condutas realizadas no âmbito comunitário previnam o aparecimento da sarcopenia e/ou minimizem suas potenciais consequências como incapacidades funcionais. Os exercícios físicos tradicionais (aeróbico e resistido) são reconhecidos como terapêutica eficaz para controle da fragilidade (MORLEY et al., 2013), sugerindo possíveis efeitos positivos sobre o desempenho funcional, a velocidade da marcha e o equilíbrio (MARZETTI et al., 2017; THEOU et al., 2011). Todavia, o avançar da idade gera dificuldades para manutenção de um estilo de vida fisicamente ativo, e para combater com sucesso a fragilidade, o plano terapêutico deve ser instituído de forma direcionada, forte e sustentada (MORLEY et al., 2013).

Assim, novas propostas terapêuticas e programas de exercícios individualizados podem tornar acessível a estes indivíduos os benefícios da atividade física (SATTELMAIR; PERTMAN; FORMAN, 2009). E nesse cenário, diferentes modalidades de treinamento como a vibração de corpo inteiro e o treinamento específico dos músculos respiratórios são alternativas que podem prevenir e/ou minimizar os danos infamatórios, musculares e funcionais em indivíduos sob risco de fragilidade.

A vibração de corpo inteiro (VCI) é um tipo de treinamento que parece ser eficaz para melhoria global da saúde e aumento da força muscular periférica e, por não aplicar intensidade de carga articular tem se mostrado uma alternativa promissora para diversas populações (PARK; SON; KWON, 2015). Essa modalidade de intervenção utiliza uma plataforma vibratória que emite vibrações sinusoidais com atuação direta sobre os fusos musculares, o que resulta numa ativação dos motoneurônios alfa que evocam contrações musculares reflexas (COCHRANE et al., 2008; FURNESS; MASCHETTE, 2009).

Com o intuito de investigar as repercussões do treino de VCI em idosos com artrose de joelho, alguns autores observaram (SIMÃO et al., 2012) redução nos níveis de TNF- α , melhora de equilíbrio e incremento de velocidade de marcha pós-conduta. Outro estudo (RODRIGUEZ-MIGUELEZ et al., 2015) demonstrou que oito semanas de treino com VCI foram eficazes em reduzir o perfil inflamatório de idosos através de uma atenuação das vias de sinalização de receptores dependentes de indução de interferon a nível de RNAm, com redução nos níveis de TNF- α . Porém outros autores (CRISTI et al., 2014) concluíram que apesar do treinamento com VCI em idosos neutralizar a perda de força muscular associada à sarcopenia, não houve modificação nos marcadores inflamatórios após nove semanas de treino, sendo observado que os níveis de IL-6 e TNF- α permaneceram inalterados em relação aos valores basais.

Um recente estudo (RAVAL et al., 2018) verificou que camundongos fêmeas senescentes ao serem expostas a um protocolo de VCI durante 30 dias apresentaram aumento nos níveis de BDNF e melhora na atividade funcional quando comparados com um grupo controle. Apesar de especulatórios, esses foram os únicos resultados encontrados na literatura sobre os efeitos de um protocolo de intervenção com VCI nos níveis de BDNF não sendo encontrados outros estudos com humanos.

Duas revisões sistemáticas recentes que investigaram a eficácia da VCI em idosos mostraram que a intervenção aumenta a força muscular, a independência funcional, o equilíbrio (BEMBEN D, STARK C, TAIAR R, 2018) e o desempenho físico sem revelar efeitos sobre a massa muscular (LAI et al., 2018). Enquanto outra metanálise (ORR, 2015) revelou que embora haja alguma evidência de um efeito geral da VCI em medidas selecionadas de equilíbrio e mobilidade, sua efetividade permanece inconclusiva, sugerindo que ensaios clínicos mais rigosos e robustos sejam realizados nesta população.

Alguns ensaios clínicos com indivíduos idosos residentes na comunidade demonstraram os efeitos benéficos da VCI sobre a estabilidade postural (KO et al., 2017) e na melhoria da atividade elétrica dos músculos dos membros inferiores (LIENHARD et al.,

2017), enquanto outro estudo demonstrou que a VCI produz um aumento na força muscular induzida pela hipertrofia do músculo da coxa, sem alteração na potência muscular (MACHADO et al., 2010) nessa população. Quando a VCI foi implementada em idosos residentes em instituições de longa permanência foi observado uma melhora no equilíbrio quando associada com outros programas de exercício (LAM et al., 2018) e benefícios na marcha, mobilidade funcional e força muscular (SITJÀ-RABERT et al., 2015).

Palop et al. (2015) relataram que a intervenção com VCI foi considerada um método de treinamento de força seguro, adequado e eficaz para prevenção e tratamento de idosos com sarcopenia, sendo constatada uma facilitação da ativação voluntária do quadríceps (WEI; NG, 2018) e incremento de força muscular do músculo quadríceps sem alteração no diâmetro muscular (WEI et al., 2017) em outros estudos com idosos com sarcopenia instalada. Contudo, apenas dois estudos sobre os efeitos da VCI em idosos frágeis foram encontrados, os autores demonstraram que o protocolo instituído foi eficaz em aumentar a força bilateral dos extensores dos joelhos e a estabilidade postural quando a VCI foi realizada isoladamente (ZHANG et al., 2014) e, houve melhora no desempenho físico e mobilidade funcional quando adicionada a exercícios de força e equilíbrio (POLLOCK; MARTIN; NEWHAM, 2012).

Assim, parece que a divergência dos efeitos da VCI sobre alguns desfechos observados pode estar relacionada às discrepâncias nos protocolos instituídos (dose terapêutica e associação de outras modalidades de treino), bem como às diferenças das populações estudadas (idosos residentes na comunidade, em instituições de longa permanência, com sarcopenia ou síndrome da fragilidade). As pesquisas sugerem que a VCI pode ser utilizada como um exercício de reabilitação em participantes incapazes de realizar exercícios tradicionais, no entanto parece ter uma carência de estudos com VCI nas várias sub-populações de pessoas idosas sendo necessário mais resultados para determinar a eficácia dos protocolos instituídos (ROGAN et al., 2015).

No sentido de complementar os benefícios de um programa de treinamento dos músculos periféricos, o treinamento muscular inspiratório (TMI) pode ser uma ferramenta adicional dentro do contexto de modalidades de treinamentos alternativos, podendo ser realizado mesmo naqueles com limitações ao treinamento tradicional. Um dos primeiros estudos com treinamento muscular respiratório em idosos foi realizado com 25 indivíduos (com idades entre 65-75 anos) para testar a hipótese de que o declínio da função ventilatória prejudica a capacidade de exercício (BELMAN; GAESSER, 1988). Desde então, outros estudos surgiram mostrando a eficácia do treinamento muscular respiratório sobre a força

muscular respiratória (WATSFORD; MURPHY, 2008), o desempenho físico (WATSFORD; MURPHY, 2008) e a autonomia funcional (FONSECA et al., 2010) em idosos.

Souza et al. (2014) observaram que um programa de oito semanas de TMI aumenta a força muscular respiratória, a espessura e mobilidade diafragmática em idosas (SOUZA et al., 2014). Em seguida outros autores (MILLS et al., 2015) corroboraram esses achados de força e espessura muscular respiratória, sem alteração sobre o desempenho físico, níveis de IL-6 e TNF- α em idosos saudáveis. No entanto, outro estudo (ALVARENGA et al., 2018) mostrou que o TMI combinado ao método Pilates em idosas fisicamente ativas aumenta a força muscular respiratória e o desempenho no teste de caminhada de seis minutos.

Um recente estudo (CEBRIÀ I IRANZO et al., 2018) com idosos com sarcopenia, residentes em instituição de longa permanência, comparou os efeitos de dois programas de treinamento de resistência na musculatura periférica e respiratória durante 12 semanas e observou incremento da força muscular esquelética. O mesmo grupo de pesquisa (CEBRIÀ I IRANZO et al., 2014) mostrou que seis semanas de treinamento respiratório com Yoga pareceu ser mais eficaz e bem tolerado que o TMI para ganho de força e resistência muscular respiratória em idosos frágeis, residentes em instituição de longa permanência, inaptos a realizar treinamento com exercícios de corpo inteiro.

Assim, parece que os poucos estudos que investigaram os efeitos do TMI em idosos observaram dois perfis populacionais extremos: idosos ativos e residentes na comunidade ou idosos com sarcopenia, frágeis e residentes em instituição de longa permanência (onde as alterações inflamatórias, musculares e funcionais estão fortemente instaladas e a intervenção por vezes não consegue ser tolerada). Não foram encontrados estudos sobre os efeitos do TMI em idosos pré-frágeis, que caracteriza uma categoria intermediária onde os efeitos do TMI poderiam ser mais efetivos.

A escassa evidência científica atual de ambas as modalidades de intervenção (vibração de corpo inteiro e treinamento muscular inspiratório) combinadas ou não, sobre biomarcadores inflamatórios, desfechos musculares e funcionais em idosos pré-frágeis reforça a importância da investigação de tais estratégias terapêuticas sobre esta população.

2.4 MODULAÇÃO AUTONÔMICA CARDÍACA EM IDOSOS: QUAIS OS EFEITOS DA VIBRAÇÃO DE CORPO INTEIRO?

O estudo da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) é uma ferramenta clínica, não invasiva e de baixo custo utilizada para avaliar a interação dos ramos simpático e parassimpático do sistema nervoso autônomo sobre o coração em diversas condições

fisiológicas e patológicas (TASK FORCE, 1996). Dentre vários fatores, o avanço da idade está relacionado com a redução da modulação vagal e/ou aumento da atividade simpática sobre o miocárdio sendo associado a desfechos adversos (TAKAHASHI et al., 2012).

Almeida-Santos et al. ao analisarem 1743 indivíduos entre 40 e 70 anos observaram que a regulação autonômica global diminuiu linearmente com a idade em ambos os sexos, sendo comparativamente menor em mulheres, diabéticos e indivíduos com excesso de peso (ALMEIDA-SANTOS et al., 2016). Concordando com estes achados Baker et al. sugeriram que a perda do tônus parassimpático e o aumento do tônus simpático com o envelhecimento contribuem para o aumento da pressão arterial em mulheres (BAKER et al., 2018). Enquanto que um estudo retrospectivo (BOTSVA et al., 2017) através da análise de mais de 20 mil exames cardiológicos, conseguiu prever a idade das pessoas envolvidas baseado nos resultados da VFC por métodos lineares (domínio do tempo e da frequência), com 87% de precisão para mulheres e 85% de precisão para homens com idade entre 66 a 85 anos e pelo menos 85% para todos os grupos etários. Assim, essas alterações fisiológicas, consequentes do processo do envelhecimento, parecem ser um importante biomarcador para identificar a redução da interação simpátovagal sobre o coração (JANDACKOVA et al., 2016; TAKAHASHI et al., 2012)

No entanto, a prática regular de exercício físico tem sido proposta como uma estratégia preventiva em indivíduos idosos na manutenção ou melhora do controle autonômico, bem como terapêutica naqueles que apresentam importante desequilíbrio autonômico (SOARES-MIRANDA et al., 2014). Uma revisão (WONG; FIGUEROA, 2018) ao investigar os efeitos de treinamento com VCI sugeriu que 6 a 8 semanas de treino exercem uma influência positiva na VFC em repouso por meio do aumento da modulação vagal e da diminuição do tônus simpático (COUPÉ et al., 2011; FIGUEROA et al., 2012; SEVERINO et al., 2017; WONG et al., 2016). No entanto, os mecanismos envolvidos no aumento da VFC são atualmente desconhecidos.

O uso da VFC para ajuste de prescrição do treino aeróbico pode melhorar o desempenho cardiorespiratório em resposta ao exercício (NUUTTILA et al., 2017). Durante o exercício físico usual, as análises lineares de VFC demonstram uma deterioração em função da intensidade do exercício (WHITE; RAVEN, 2014), o que sugere que o estudo da VFC em resposta ao exercício agudo é um preditor importante da disautonomia cardíaca e possível risco subjacente à doença. Nesse sentido, algumas evidências (WONG; FIGUEROA, 2018) sugerem que uma sessão aguda de exercícios com a VCI leva ao aumento da FC por maior atividade simpática no final da sessão que progressivamente desativa no período pós-VCI em

mulheres normotensas submetidas a 6 minutos de vibração (DIPLA et al., 2016) e durante a recuperação de exercício intenso em homens (SAÑUDO et al., 2013). Contudo, um estudo piloto realizado por Licurci et al. (2018) demonstrou um aumento na VFC com maior modulação vagal pós-VCI em idosos. No entanto, os autores sugerem que essa noção é um tanto especulatória, e que estudos futuros devem visar a avaliação dessas respostas (WONG; FIGUEROA, 2018; LICURCI et al., 2018).

3 MÉTODO

Este capítulo foi dividido em duas fases de acordo com os objetivos secundários propostos na seção anterior. Na fase aguda foi realizado um estudo quase-experimental piloto exploratório com o objetivo de investigar os efeitos de curto prazo de uma sessão de VCI sobre a modulação autonômica cardíaca em idosos. Na fase crônica foi realizado um ensaio clínico randomizado com o objetivo de avaliar os efeitos de um protocolo de 12 semanas de treinamento muscular inspiratório associado a vibração de corpo inteiro sobre desfechos inflamatórios, musculares e funcionais em idosos pré-frágeis.

3.1 FASE AGUDA

3.1.1 Desenho do Estudo

Foi realizado um estudo quase-experimental piloto exploratório aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CAAE: 56370816.2.0000.5208 N° Parecer: 1.898.812) (ANEXO1) do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). A coleta de dados e o protocolo experimental foram realizados no período de Junho a Setembro de 2017, no Laboratório de Fisioterapia Cardiopulmonar do Departamento de Fisioterapia da UFPE. Todos os voluntários assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (APÊNDICE A) conforme resolução 466/12 do CNS.

3.1.2 Participantes

Foi obtida uma amostra por conveniência, sendo a população do estudo composta por idosos de ambos os sexos com idade entre 60 e 80 anos capazes de deambular sem auxílio e com boa compreensão para realizar os testes propostos, avaliada através do Mini Exame do Estado Mental (MEEM) (ANEXO 2) (LOURENÇO; VERAS, 2006). Foram excluídos os indivíduos que possuíam contraindicação ou dificuldade para a realização dos procedimentos de avaliação, usuários de medicações que interferissem no sistema cardiovascular, tabagistas, portadores de doenças neuromusculares ou degenerativas, comorbidades pulmonares, doenças cardíacas e labirintite.

3.1.3 Protocolo do Estudo

Todos os voluntários foram avaliados no período entre 08 e 11 horas da manhã numa sala silenciosa e climatizada (em torno de 24 graus), utilizando roupas confortáveis. Os

voluntários foram orientados a evitarem o consumo de bebidas alcoólicas ou cafeínadas, bem como exercícios físicos 24 horas antes da realização das avaliações. Além disso, foi recomendada a realização de uma refeição leve, cerca de 2 horas antes dos procedimentos experimentais.

Os voluntários foram inicialmente submetidos a uma avaliação demográfica e antropométrica (APÊNDICE B). Em seguida foram realizadas as avaliações das variáveis cardiovasculares: após 15 minutos de repouso pré-intervenção, durante o 5°, 10°, 15° e 20° minuto de vibração de corpo inteiro e imediatamente após 15 minutos de repouso pós-vibração de corpo inteiro. A modulação autonômica cardíaca foi analisada em três momentos distintos: antes da vibração de corpo inteiro (T1), imediatamente após a vibração de corpo inteiro (T2) e após 5 minutos da vibração de corpo inteiro (T3) (Figura 3).

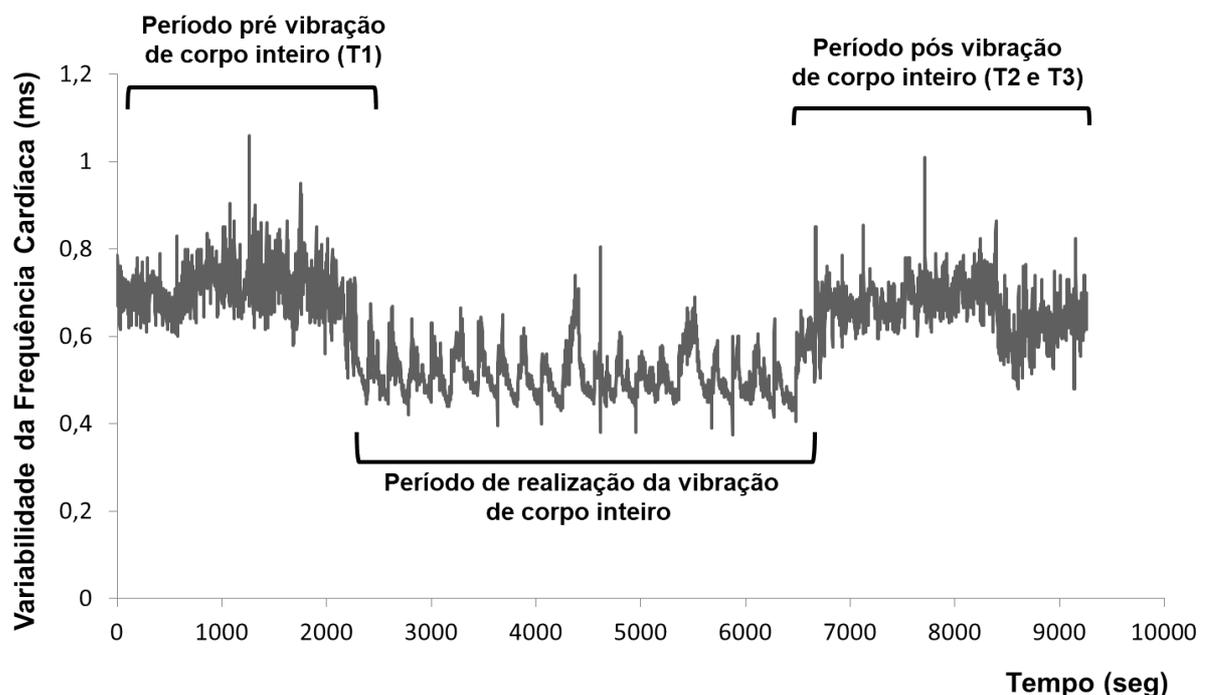


Figura 3. Momentos da realização de coleta do comportamento da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) nos momentos antes, durante e após a vibração de corpo inteiro.

3.1.4 Protocolos de Medidas

3.1.4.1 Medidas antropométricas e Variáveis Cardiovasculares

A mensuração do peso corpóreo e estatura foram realizadas através de uma balança com estadiômetro de haste móvel e precisão de 100g (Balança W300 A, Welmy, Brasil). A partir dessas medidas foi calculado o índice de massa corpórea (IMC) através do quociente massa corporal/estatura², sendo a massa expressa em quilogramas (Kg) e a estatura em metros

(m). A pressão arterial sistólica e diastólica foi avaliada através do esfigmomanômetro aneróide (Premium, Brasil) e a frequência cardíaca foi observada através de holter de 3 canais (Cardioligh, CARDIOS, Brasil).

3.1.4.2 Modulação Autonômica Cardíaca

Para aquisição da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) foi utilizado um holter de 3 canais (Cardioligh, CARDIOS, Brasil) que foi colocado no paciente por meio de 4 eletrodos descartáveis posicionados no tórax. Os dados foram extraídos para um computador através do software CardioManager (São Paulo, Brasil) para posterior análise. Foi selecionada a mesma sequência de intervalos R-R (iR-R) com 256 pontos e maior estabilidade para análise linear e não-linear dos dados. Todas as análises foram realizadas por um único pesquisador.

Análise Não-linear da VFC

Para avaliar a dinâmica não linear da VFC foi utilizada a abordagem da análise simbólica que detecta modificações não recíprocas nas atividades simpáticas e parassimpáticas. Essa análise não linear classifica os iR-R em 6 níveis (0-5) e os agrupam em sequências de 3 símbolos. Os símbolos são divididos em 4 famílias (Figura 4): 0V% - padrão inalterado (três símbolos semelhantes), o que representa a modulação simpática; 2) 1V% - padrão com uma variação (dois símbolos iguais e um diferente), o que indica associação da modulação simpática e parassimpática; 3) 2LV% - padrão com duas variações iguais (três símbolos diferentes que formam linhas ascendentes ou descendentes); e 4) 2UV% - padrão com duas variações diferentes (três símbolos formando picos ou vales). Os padrões 2LV% e 2UV% estão associados à modulação parassimpática (PORTA et al., 2001).

A análise da complexidade de distribuição dos padrões da VFC foi avaliada através da Entropia de Shannon (SE) (Figura 5). A SE é um índice que descreve a forma de distribuição dos padrões sendo alta quando todos os padrões são igualmente distribuídos, isto é mais homogêneo, e baixa quando um subconjunto de padrões é mais comum em detrimento de outros que são pouco frequentes ou ausentes (PORTA et al., 2001). A entropia condicional foi analisada através da obtenção do Índice de Complexidade (CI) e Índice de Complexidade Normalizada (CNI) que foram utilizados para avaliar a previsibilidade e repetições dos padrões (Figura 3). Quanto maior o CI e o CNI maior a complexidade e menor a previsibilidade do intervalo RR (iRR) (PORTA et al., 2001). A redução da complexidade ocorre devido a ativação simpática que diminui o número de diferentes padrões que

constituem a VFC (PORTA et al., 2001). Assim, quanto maior os valores da SE, CI e NCI maior a complexidade dos iRR o que representa uma melhor capacidade de adaptações fisiológicas compensatórias em resposta a agentes estressores pelos múltiplos sistemas de regulação cardíaca (TAKAHASHI et al., 2012).

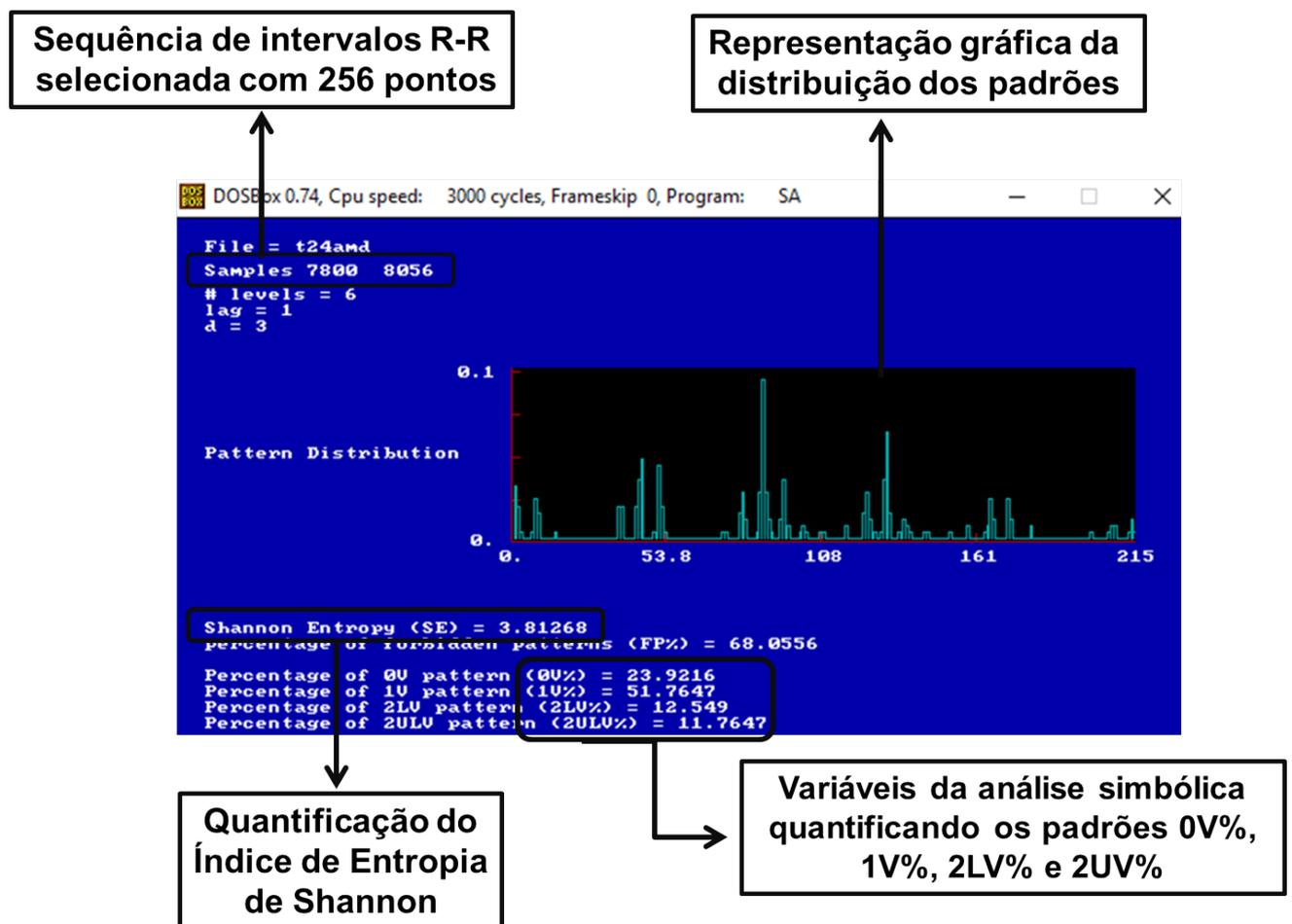


Figura 4. Perfil da dinâmica não-linear da variabilidade da frequência cardíaca avaliada através da análise simbólica e valores da entropia de Shannon

Análise Linear

A análise da VFC no domínio da frequência foi realizada de acordo com protocolos anteriores (PORTA et al., 2001; TASK FORCE, 1996), sendo utilizado um modelo autorregressivo em sequências de iRR previamente selecionadas (Figura 6). Foram considerados dois componentes espectrais: baixa frequência (LF - de 0.04 a 0.15 Hz) e alta frequência (HF - de 0.15 a 0.40 Hz), que representam a modulação simpática e parassimpática cardíaca, respectivamente. Além destes foi obtida a razão LF/HF que pode ser utilizada para

quantificar a relação entre as atividades simpática e parassimpática (balanço simpátovagal), o aumento da razão LF/HF reflete uma predominância simpática (TASK FORCE, 1996). Sendo observado um aumento do tônus simpático com o envelhecimento (BAKER *et al.*, 2018).

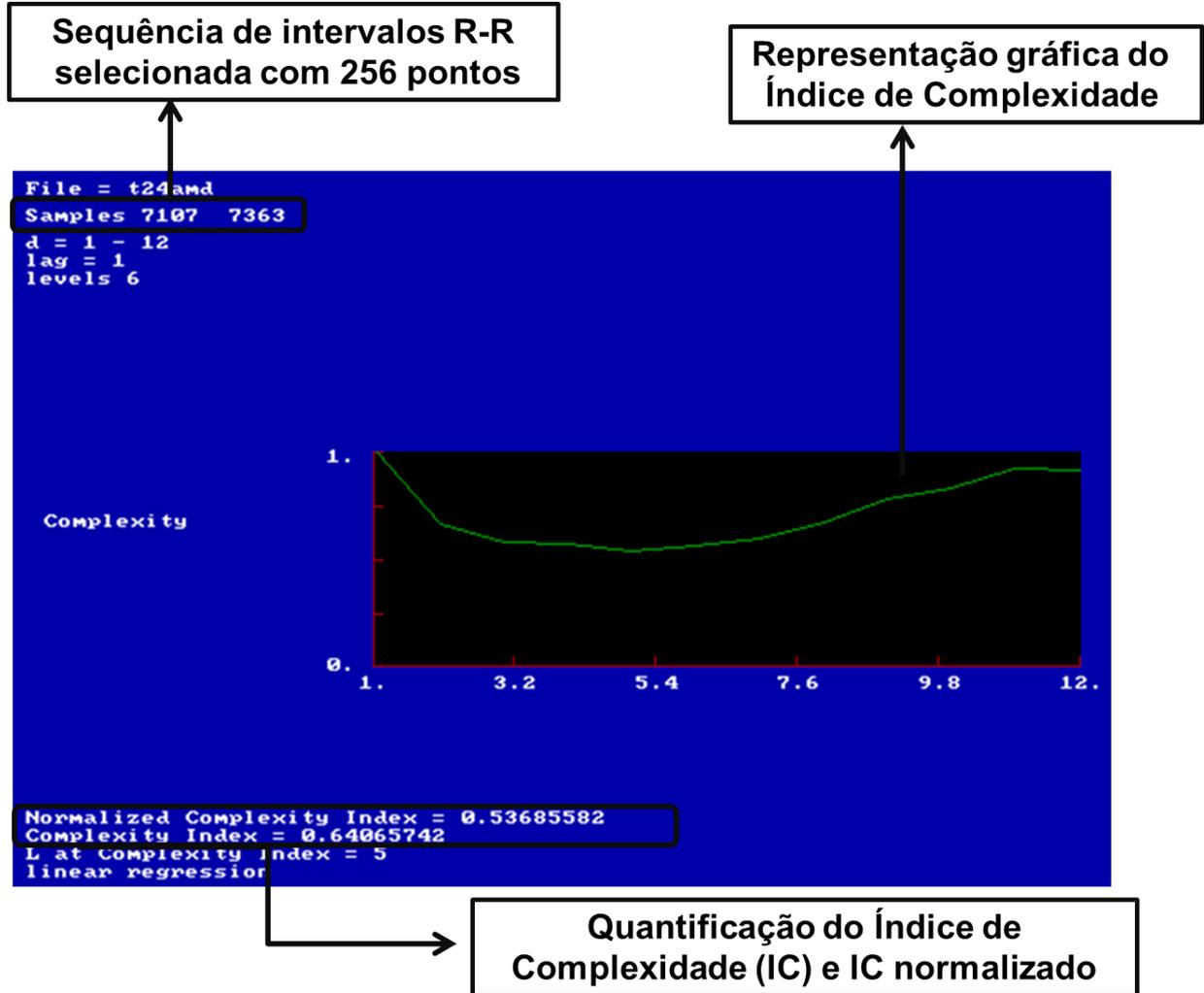


Figura 5. Perfil da complexidade variabilidade da frequência cardíaca avaliada através da análise da entropia condicional

A análise da VFC no domínio do tempo (Figura 7) foi realizada utilizando o software Kubios HRV (Versão 3.1, Kuopio, Finlândia) que forneceu os seguintes índices: raiz quadrada da média dos quadrados da diferença entre iR-R (RMSSD) e porcentagem dos iR-R adjacentes com duração maior que 50ms (pNN50), os quais refletem a modulação parassimpática (TASK FORCE, 1996).

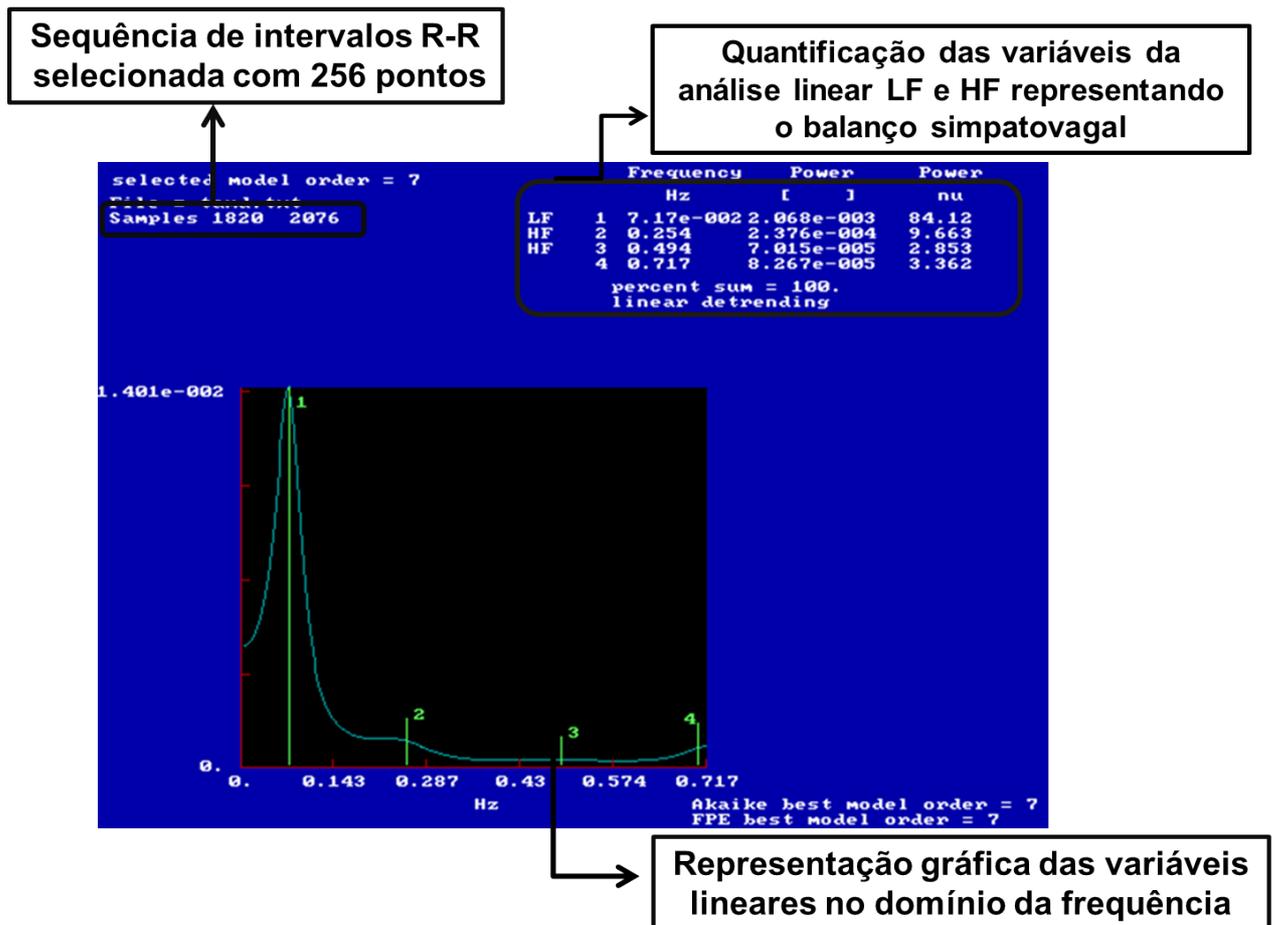


Figura 6. Perfil da Análise linear da variabilidade da frequência cardíaca avaliada através do domínio da frequência

3.1.4.3 Protocolo Experimental

Os voluntários permaneceram em repouso durante 15 minutos na posição supina para captação dos dados de VFC, sendo a frequência respiratória monitorada durante este tempo. Após o repouso inicial as variáveis cardiovasculares foram avaliadas e foi realizada uma sessão de vibração de corpo inteiro na plataforma vibratória MY3 (Power Plate[®], MY3, Reino Unido), com três eixos. A frequência de vibração foi estabelecida em 35 Hz e a amplitude utilizada foi de 04 mm. A vibração foi aplicada com o paciente descalço, com os joelhos semi-flexionados a 15 graus, com tempo de exposição de 20 minutos segundo as recomendações da International Standards Organization 2631-1 (ANEXO 4). A cada 5 minutos de exercício de vibração de corpo inteiro as variáveis cardiovasculares foram reavaliadas.

Após o exercício os voluntários foram imediatamente colocados em posição supina para repouso pós-treino com duração de 15 minutos, neste momento os dados de VFC foram

novamente captados. Terminado o repouso pós-treino as variáveis cardiovasculares foram reavaliadas e o holter foi desligado finalizando o protocolo experimental. Durante todo o procedimento experimental os voluntários foram interrogados quanto à presença de efeitos adversos da intervenção tais como: cefaleia, tontura, náuseas, prurido, entre outros.

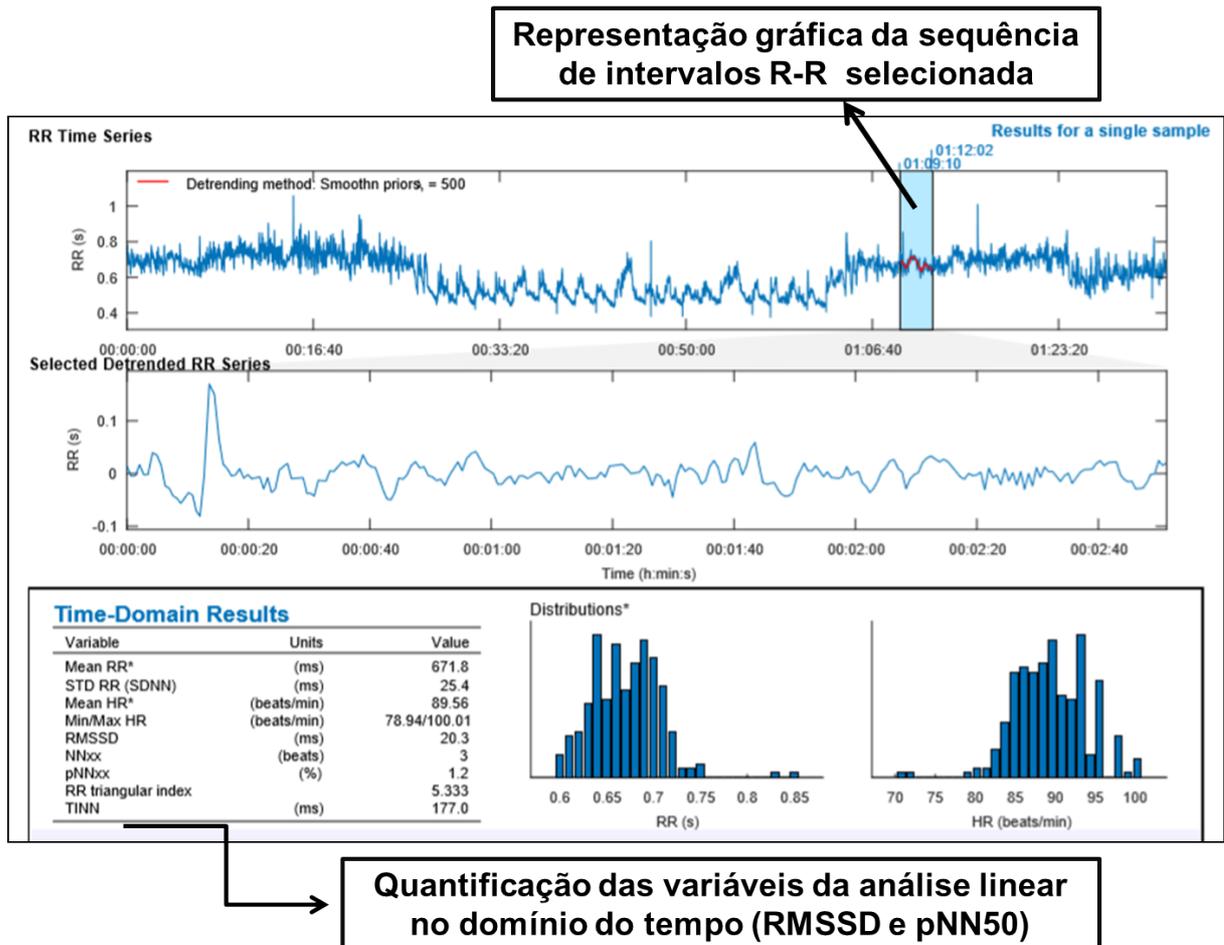


Figura 7. Perfil da Análise linear da variabilidade da frequência cardíaca avaliada através do domínio do tempo

3.1.4.4 Análise Estatística

Para análise e da normalidade e homogeneidade da amostra foram utilizados os testes de Shapiro-Wilk e Levene. As características iniciais da amostra foram expressas em média e desvio padrão (DP). Foi utilizado o teste de Friedman e posteriormente o teste de Wilcoxon para comparação intra-grupo em relação ao momento T1, sendo as variáveis expressas em mediana e intervalo interquartil. A análise foi conduzida pelo programa Statistical Package for

the Social Sciences (SPSS) para Windows (versão 20.0, Chicago, IL) e um nível de significância de $p < 0.05$ foi estabelecido.

3.2 FASE CRÔNICA

3.2.1 Desenho do Estudo

Foi realizado um ensaio clínico controlado, randomizado, duplo cego e com sigilo de alocação, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CAAE: 56370816.2.0000.5208 N° Parecer: 1.898.812) (ANEXO1) do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) com registro no banco de ensaios clínicos dos EUA (<https://clinicaltrials.gov/>). A coleta de dados e as intervenções foram realizadas no período de Janeiro de 2017 a Janeiro de 2019, no Laboratório de Fisioterapia Cardiopulmonar do Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Todos os voluntários assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (APÊNDICE A) conforme resolução 466/12 do CNS após o convite para participação no estudo e receberam esclarecimentos adicionais sobre a pesquisa a ser desenvolvida.

3.2.2 População e Tamanho da Amostra

A população do estudo foi composta por mulheres idosas com idade entre 60 e 80 anos que apresentaram 1 ou 2 critérios definidos por Fried (FRIED *et al.*, 2001) (APÊNDICE C) caracterizando o fenótipo pré-frágil, capazes de deambular sem auxílio e com boa compreensão para realizar os testes propostos, avaliada através do Mini Exame do Estado Mental (MEEM) (LOURENÇO; VERAS, 2006) (ANEXO 2). Foram excluídas as voluntárias que realizassem outro protocolo de treinamento ou reabilitação prévio com menos de 6 meses de finalização, com contra indicação ou dificuldade para a realização dos procedimentos de avaliação, dificuldade de adaptação ou adesão ao protocolo de treinamento, tabagistas, com presença de instabilidade hemodinâmica (frequência cardíaca maior que 150 bpm, ou pressão arterial sistólica maior que 140 mmHg ou pressão arterial diastólica maior que 90 mmHg), portadoras de doenças neuromusculares ou degenerativas, comorbidades pulmonares e/ou $VEF_1/CVF\% < 70\%$, doenças cardíacas, labirintite e usuárias de medicamentos que interferissem no metabolismo ósseo ou na força muscular.

Para a determinação do tamanho amostral foi realizado um cálculo a partir de resultados obtidos em estudos anteriores presentes na literatura (SOUZA, *et al.*, 2014; ALVARENGA *et al.*, 2018). O cálculo foi feito a partir do programa estatístico G*Power 3.1 (Universität Kiel, Alemanha) sendo estabelecido dois graus de liberdade, com um poder $(1-\beta)$

de 80% e um α de 5% baseado na média e desvio-padrão dos desfechos avaliados, considerando um erro amostral de 10%, a fim de estimar o número ideal de participantes por grupo levando em consideração as possíveis perdas amostrais. Foi delimitado um n de 13 voluntários em cada grupo baseado nos desfechos força muscular inspiratória e distância percorrida no teste de caminhada de seis minutos, considerando as possíveis perdas amostrais, foram coletados 14 indivíduos por grupo.

3.2.3 Protocolo do Estudo

Após a seleção da amostra as voluntárias elegíveis foram distribuídas aleatoriamente em três possíveis grupos por meio de randomização em blocos, através de uma sequência de intervenção gerada pelo programa *randomization.com*. Esse processo foi realizado por uma terceira pessoa que não participou de outras etapas da pesquisa, e que posteriormente alocou a distribuição das voluntárias em envelopes opacos e numerados, garantindo assim o sigilo de alocação.

Após esta etapa, as voluntárias foram avaliadas em dois momentos distintos: pré-intervenção e pós-intervenção. Todos os procedimentos de avaliação foram realizados por uma examinadora experiente e capacitada que desconhecia o grupo de alocação das voluntárias, garantindo o mascaramento do avaliador. As avaliações foram realizadas em dois dias distintos sempre num único turno.

3.2.4 Protocolos de Medidas

3.2.4.1 Fenótipo de Fragilidade

A condição de pré-frágilidade foi definida de acordo com os critérios propostos por Fried et al (2001). As voluntárias foram submetidas a uma triagem inicial (APÊNDICE C) para rastreamento de 5 critérios (FRIED et al., 2001; CESARI et al., 2015; SILVA et al., 2011): (1) Perda de peso não intencional maior ou igual a 4,5kg ou 5% do peso corpóreo no último ano avaliada por autorrelato; (2) Diminuição da velocidade de marcha avaliada através do tempo dispendido para caminhar 4,6m dentro de uma distância livre de 8,6m, considerando 2m para aceleração e 2m para desaceleração da marcha. Os pontos de corte foram aplicados com base no sexo e altura (altura \leq 1,53m, tempo $>$ 5,72seg; altura $>$ 1,53m, tempo $>$ 5,63seg); (3) Fraqueza muscular diagnosticada por redução de força de preensão palmar avaliada através de dinamômetro hidráulico manual (Smedley, Saehan, Coréia do Sul). Sendo os escores de corte baseados no sexo e índice de massa corporal (IMC $<$ 24, força de preensão \leq

14,79kg; IMC = 24,1 – 27,3, força de preensão \leq 16,13kg; IMC = 27,4 – 31,24, força de preensão \leq 14,72kg; IMC $>$ 31,24, força de preensão \leq 18,86kg); (4) Exaustão física verificada pela aplicação de duas questões da Escala de Depressão do *Center for Epidemiological Studies* (CES-D) (BATISTONI; NERI; CUPERTINO, 2007): “Sentiu que teve que fazer esforço para dar conta das suas tarefas habituais?” e “Não conseguiu levar adiante suas coisas?”, caso a resposta em escala Likert fosse frequentemente=3 ou Sempre=4 o item era considerado positivo; (5) Diminuição de atividade física avaliado pelo questionário *Minnesota Leisure Time Activity* traduzido e adaptado para o português (LUSTOSA et al., 2011) com ponto de corte para mulheres com gasto calórico \leq 561,43kcal nos últimos 15 dias. As voluntárias com a presença de 1 ou 2 critérios acima descritos foram consideradas pré-frágeis e incluídas no estudo (FRIED et al., 2001).

3.2.4.2 Dados clínicos e Medidas antropométricas

A coleta de dados sociodemográficos e clínicos foi realizada mediante a utilização de um instrumento próprio (APÊNDICE D). Para caracterização da amostra e exclusão das portadoras de doenças pulmonares ($VEF_1/CVF\% < 70\%$) foi realizada uma prova de função pulmonar. Foram realizadas 3 manobras espirométricas com a participante sentada confortavelmente usando uma boquilha descartável e com clipe nasal, sendo coletados os valores absolutos e preditos de capacidade vital forçada (CVF), volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF_1), fluxo expiratório forçado 25-75% ($FEF_{25-75\%}$) e a relação VEF_1/CVF . Para realização dos testes foi utilizado um espirômetro portátil (Micro Medical, Microloop, MK8, Inglaterra) sendo considerados os valores de referência para população brasileira adulta (PEREIRA; SATO; RODRIGUES, 2007).

Para mensuração da estatura foi utilizada uma balança com estadiômetro de haste móvel (Balança W300 A, Welmy, Brasil). A partir dessa medida foi realizada a mensuração da composição corpórea através de balança de bioimpedância elétrica (InBody R20®, Seoul, Coreia do Sul) onde foram adquiridas as variáveis: peso corporal, quociente de massa corporal/estatura² (IMC), taxa metabólica basal, relação cintura/quadril, massa gorda (total, percentual, membros superiores, membros inferiores e tronco) e massa muscular (total, percentual, membros superiores, membros inferiores e tronco). Sendo as massas expressas em quilogramas (Kg) e a estatura em metros (m). Para coleta dos dados as voluntárias foram posicionadas em ortostatismo, com os pés descalços e apoiados nos eletrodos de superfície da balança, posicionando as mãos a frente do tronco com os eletrodos restantes, sendo orientadas

no momento da avaliação permanecerem em postura estática, sem movimentação ou fala (FONSECA et al., 2018). Todas as voluntárias foram previamente orientadas a retirar objetos metálicos, não ingerirem alimentos nas 2 horas anteriores e esvaziarem a bexiga antes do procedimento (SOUZA et al., 2017).

3.2.4.3 Biomarcadores Inflamatórios

Foram realizadas as dosagens plasmáticas periféricas das citocinas: interleucina 6 (IL-6), fator de necrose tumoral alfa (TNF- α) e fator neurotrófico derivado do cérebro (BDNF) por meio de coletas sanguíneas realizadas no período da tarde por um técnico laboratorial capacitado não envolvido em outras etapas do estudo.

Para avaliação dos biomarcadores foi utilizado 01 tubo de coleta à vácuo com anticoagulante EDTA (BD VacutainerTM, Minas Gerais, Brasil) com 10 ml de sangue venoso periférico. Após a coleta, o sangue foi centrifugado por 10 minutos em centrífuga refrigerada (Kubota®, KR 20000T, Japão) com frequência de 4000 rpm numa temperatura de 4°C. Após este procedimento o plasma foi removido em um ambiente estéril para 2 microtubos de 2mL (Eppendorf 22-36-320, Eppendorf®, Brasil), sendo cada microtubo identificado individualmente e posteriormente armazenado em um freezer a -80 °C.

A detecção sérica das citocinas foi realizada em duplicata de acordo com as instruções recomendadas pelo fabricante através de kits ELISA de IL-6, TNF- α e BDNF (InvitrogenTM, CA, EUA). Os resultados foram expressos em pg/mL. A leitura foi realizada por um leitor de microplacas ajustado para comprimento de onda de 450nm com correção para 570nm.

3.2.4.4 Espessura muscular e mobilidade diafragmática

As informações morfométricas dos músculos diafragma e quadríceps femoral foram avaliadas através de ultrassonografia (Sonoace R3, Sansung Medison, Coreia do Sul). Para mensurar a espessura e capacidade contrátil diafragmática, a voluntária foi posicionada em decúbito lateral esquerdo e um transdutor linear de 7.5 MHz foi colocado perpendicularmente à caixa torácica entre o oitavo e nono espaço intercostal direito, entre as linhas axilar anterior e média, sendo o músculo diafragma visualizado em tempo real entre duas linhas hiperecóticas paralelas que identificam a membrana pleural e peritoneal (SOUZA et al., 2014).

As imagens foram obtidas em 3 momentos distintos: durante a capacidade residual funcional (E_{CRF} – espessura do diafragma relaxado), ao final da capacidade pulmonar total (E_{CPT} – espessura do diafragma contraído) e ao final do volume residual (E_{VR} – espessura do

diafragma alongado) após uma manobra de expiração lenta máxima. A última manobra foi realizada para determinar a variação de espessamento do diafragma (ΔE_{di}) e a fração de espessamento do diafragma ($F_{E_{di}}$) (COHN et al., 1997; OKURA et al., 2017) segundo as seguintes fórmulas:

$$(1) \Delta E_{di} = \text{Espessura do diafragma na CPT } (E_{CPT}) - \text{Espessura do diafragma no VR } (E_{VR})$$

$$(2) F_{E_{di}} = \frac{\text{Espessura do diafragma na CPT } (E_{CPT}) - \text{Espessura do diafragma no VR } (E_{VR})}{\text{Espessura do diafragma no VR } (E_{VR})}$$

Para medição da mobilidade diafragmática as voluntárias foram posicionadas em supino com o tórax apoiado numa inclinação de 45°. As imagens ultrassonográficas foram obtidas no modo M por meio de um transdutor convexo de 3.5MHz, posicionado na linha hemiclavicular direita abaixo da margem costal da caixa torácica, com a mão firme direcionada cranialmente ao nível da capacidade pulmonar total (SOUZA et al., 2014).

A captação das imagens do músculo quadríceps foi realizada com as voluntárias em decúbito dorsal com os membros inferiores relaxados a 10° de flexão do joelho (MENON et al., 2012; SCANLON et al., 2014) utilizando um transdutor linear de 7.5 MHz posicionado transversalmente ao músculo, a 50% de distância entre a espinha íliaca ântero-superior e a borda superior da patela, do membro dominante (FUKUMOTO et al., 2015). Foram avaliadas a espessura do reto femoral, do vasto intermédio e do quadríceps anterior.

Para obtenção dos dados foi utilizada a média de 3 medidas: da espessura da zona de aposição diafragmática em cada momento, da mobilidade diafragmática e da espessura do quadríceps com diferença menor de 10% entre elas.

3.2.4.5 Força e resistência muscular respiratória

A avaliação da força muscular respiratória foi realizada mediante aferição da pressão inspiratória máxima (PIM) e pressão expiratória máxima (PEM), sendo estas obtidas contra uma via aérea ocluída, com as voluntárias sentadas eretas através de um manovacômetro digital (MVD300, Globalmed, Brasil) (EVANS; WHITELOW, 2009). Para obtenção da PIM, as voluntárias expiraram por meio de um bocal até o volume residual e, posteriormente, geraram um esforço inspiratório máximo. Para mensurar a PEM, as participantes inspiraram através do bocal até a capacidade pulmonar total e, em seguida, foi requerido um esforço expiratório máximo (EVANS; WHITELOW, 2009). Durante as aferições foi utilizado um

bocal de 5cm com um pequeno orifício de 2 mm de diâmetro para escape de ar, para prevenir o fechamento glótico e reduzir a ação dos músculos bucinadores durante a avaliação (ATS/ERS 2002). Foram realizadas duas manobras para familiarização e aprendizado com avaliação de no mínimo cinco medidas, até serem obtidos três valores aceitáveis e reprodutíveis, com diferença inferior a 10% entre elas, sendo registrado o maior valor obtido. Sendo os valores de predição da PIM (PIM_{pred}) e PEM (PEM_{pred}) obtidos pelas equações de referência abaixo:

$$(3) PIM_{pred} (\text{cmH}_2\text{O}) = 63,27 - (0,55 \times \text{idade}) + (0,58 \times \text{peso}) \quad (\text{PESSOA et al, 2014})$$

$$(4) PEM_{pred} (\text{cmH}_2\text{O}) = - 0,61 \times \text{idade} + 115,6 \quad (\text{NEDER et al, 1999})$$

Para obtenção dos dados de resistência muscular respiratória, as voluntárias foram instruídas a respirar contra uma resistência inspiratória submáxima adquirida através de um aparelho com resistência a fluxo (POWERbreathe® KH2) até não conseguirem realizar mais ciclos respiratórios contra resistência aplicada (CHARUSUSIN et al., 2013). As participantes receberam orientações para respirar por meio de um bocal com as narinas ocluídas no seu ritmo respiratório basal. Durante este teste foram registrados as seguintes variáveis: índice tensão-tempo, fluxo inspiratório de pico e índice de força muscular inspiratória (LANGER et al., 2013).

3.2.4.6 Desempenho Físico e Metabolismo muscular periférico

Foi realizado o teste de caminhada de seis minutos (TC6) em local plano, com um percurso de 30 metros em linha reta, com marcações de tinta na pista de caminhada metro a metro, sendo as delimitações das extremidades demarcadas através de cones reflexivos, sendo o teste aplicado sempre pela mesma dupla de examinadores de acordo com as recomendações da ATS (“ATS statement: guidelines for the six-minute walk test.”, 2002). As voluntárias foram previamente orientadas a utilizar vestimentas e calçados confortáveis, sendo mensurados (APÊNDICE E) antes e imediatamente após o TC6: a frequência cardíaca, pressão arterial sistólica e diastólica, saturação periférica de oxigênio, índice de percepção de esforço muscular e respiratório. A distância percorrida durante o teste foi mensurada e seus valores de predição (Dist TC6_{pred}) foram obtidos segundo a equação de referência (BRITTO, et al., 2013):

$$(5) \text{Dist TC6}_{pred} = 890,46 - (6,11 \times \text{idade}) + (0,0345 \times \text{idade}^2) - (4,87 \times \text{IMC})$$

Para obtenção dos níveis de lactato periférico antes e imediatamente após o término do TC6, uma amostra de sangue periférico foi coletada e introduzida na zona de leitura de fitas específicas para um lactímetro portátil Accutrend Plus® (Roche Accutrend Plus, Nova York, EUA) e glicosímetro portátil Accu-Chek Performa® (Roche, Nova York, EUA).

3.2.4.7 Força muscular periférica, Funcionalidade e Equilíbrio

A força de preensão palmar (Figura 8) foi avaliada através de dinamômetro hidráulico manual (Smedley, Saehan, Coréia do Sul) com as voluntárias sentadas com o braço aduzido paralelo ao tronco, ombro em rotação neutra, cotovelo flexionado a 90° e antebraço em posição neutra (NOVAES et al, 2009). Os testes foram realizados na mão dominante sendo esta definida como a preferida para a realização das atividades diárias. Foram realizadas três manobras com intervalo de descanso de pelo menos 1 minuto entre elas, sendo considerado o maior valor obtido (MARTIN *et al.*, 2015).

Para avaliação da funcionalidade foi utilizado o Timed Up and Go Test (TUG) que mensura em segundos o tempo que o indivíduo leva para sair da posição sentada, transferência para posição ortostática, sua estabilidade na deambulação e mudanças de curso da marcha, quanto menor o tempo dispendido para completar melhor o nível de mobilidade funcional. Para realização do teste (Figura 6) a voluntária foi colocada em posição sentada em uma cadeira com 45 cm de altura, com apoio dorsal e para os membros superiores. A participante foi instruída a ficar em pé e andar o mais rápido possível por 3 metros em uma linha reta no chão, em seguida retornar para a cadeira pelo mesmo trajeto, sentando-se na posição inicial, sendo cronometrado o tempo dispendido durante a tarefa. O teste foi realizado uma vez para familiarização e foi repetido duas vezes para contabilização do tempo total, sendo considerado o menor valor obtido (CABRAL, 2011; CHERIAN et al., 2016).

Para avaliação o equilíbrio foi utilizado o teste de Tinetti, (ANEXO 3) um instrumento desenvolvido para avaliar o equilíbrio estático e dinâmico através da realização de tarefas estáticas (equilíbrio sentado, levantando, tentativas de levantar, assim que levanta, equilíbrio em pé, teste dos três tempos, olhos fechados, girando 360° e sentando e marchando) e dinâmicas (início da marcha, comprimento e altura dos passos, simetria dos passos, continuidade dos passos, direção, tronco e distância dos tornozelos), totalizando 28 pontos no escore máximo indicativo de melhor desempenho no teste (SCENA et al., 2016). O teste foi realizado em uma sala ampla, plana e iluminada, e as voluntárias foram avaliadas sempre pelo mesmo examinador.



Figura 8. Avaliação da Força de Preensão Manual e Funcionalidade. A e B - realização de dinamometria manual; C - realização do Test Timed Up and Go

3.2.4.8 Efeitos Adversos

Durante todo o protocolo de treino as voluntárias foram interrogadas quanto à presença de efeitos adversos da intervenção tais como: prurido, fadiga, cefaléia, tontura, náuseas, entre outros. As voluntárias foram orientadas a descrever possíveis eventos colaterais ocorridos a nível domiciliar durante o TMI no diário de treino individual (APÊNDICE F) entregue a cada uma das participantes.

3.2.5 Protocolo de Intervenção

Após a avaliação inicial as voluntárias realizaram um programa de treinamento durante 12 semanas, sendo aleatoriamente alocadas nos seguintes grupos (Figura 9):

1. **Grupo treinamento muscular inspiratório associado à vibração de corpo inteiro (Grupo 1 - TMI + VCI):** voluntárias que realizaram um protocolo de treino de vibração de corpo inteiro associado a treinamento muscular inspiratório.
2. **Grupo treinamento muscular inspiratório sham associado à vibração de corpo inteiro (Grupo 2 - TMIsham + VCI):** voluntárias que realizaram um protocolo de treino de vibração de corpo inteiro associado a treinamento muscular inspiratório sham.
3. **Grupo treinamento muscular inspiratório sham associado à vibração de corpo inteiro sham (Grupo 3 - TMIsham + VCIsham):** voluntárias que realizaram um protocolo de treino de vibração de corpo inteiro sham associado a treinamento muscular inspiratório sham.

O programa de treinamento foi realizado e monitorado por dois terapeutas não envolvidos com os procedimentos de avaliação garantindo o cegamento do avaliador. Foi instituído como critério de interrupção da intervenção três dias de faltas consecutivos ao longo do período de treinamento ou cinco dias de faltas intercaladas no período de 1 mês.

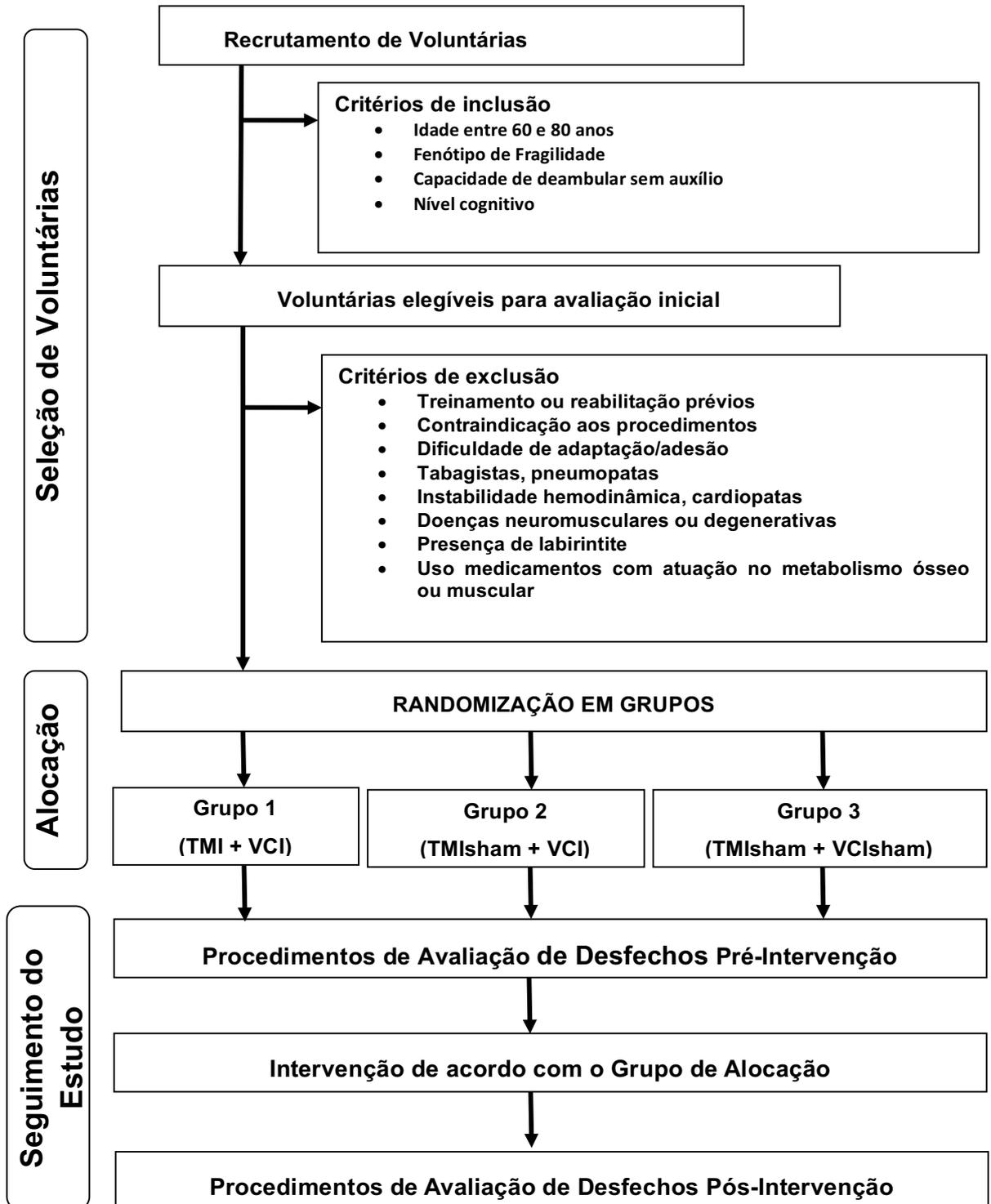


Figura 9. Fluxograma de Desenho do Estudo

O treinamento muscular inspiratório (TMI) foi realizado por meio de um dispositivo que fornece uma resistência linear na fase inspiratória (POWERBreathe® Classic series 1st generation; Gaiam Ltd, Southam, UK). O programa de TMI foi realizado com uma frequência semanal de 7 dias com realização diária de 60 repetições. Semanalmente, a voluntária realizava 1 sessão diária na presença do terapeuta responsável pelo treino e as demais sessões foram realizadas a nível domiciliar. A intensidade de carga do TMI foi ajustada em 40% da PIM aferida durante a avaliação inicial. O ajuste da intensidade de carga foi realizado semanalmente através da avaliação da PIM durante todo o período do protocolo de intervenção. O TMI sham foi realizado através do mesmo protocolo de treino do TMI exceto pela intensidade de carga do treinamento que foi fixada em 10 cmH₂O e o ajuste de carga foi simulado semanalmente, para reproduzir a mesma frequência de retorno semanal do grupo TMI e garantir o mascaramento da participante.

O treino de vibração de corpo inteiro (VCI) foi realizado através de uma plataforma vibratória MY3 (Power Plate®, MY3, Reino Unido), com três eixos e frequência de vibração estabelecida em 35 Hz. A amplitude utilizada inicialmente foi de 02 mm com incremento progressivo até 04 mm (Tabela 1), sendo considerada segura e utilizada em vários estudos (SITJÀ-RABERT et al., 2011; VON STENGEL et al., 2012; ZHANG et al., 2014). A vibração foi aplicada com a participante descalça, com joelhos semi-flexionados a 15 graus (VON STENGEL et al., 2012), com tempo de exposição máximo de 30 minutos (APÊNDICE G) segundo as recomendações da *International Standards Organization* 2631-1 (ANEXO 4).

Tabela 01: Progressão do exercício para a intervenção durante as 12 semanas de treinamento

Semanas	1 ^a e 2 ^a	3 ^a e 4 ^a	5 ^a a 8 ^a	9 ^a a 12 ^a
Amplitude	A= 2mm	A= 4mm	A= 4mm	A= 4mm
Tempo	10 minutos	15 minutos	20 minutos	30 minutos
Tempo vibração x tempo descanso	60seg/30seg	60seg/30seg	60seg/30seg	60seg/30seg

A VCI sham foi realizada mediante um dispositivo para simulação (sham) acoplado à plataforma vibratória patenteado (BR102016006148-2 A2) (ANEXO 5) que emite um efeito vibratório com uma frequência mínima, isto é, sem real efeito terapêutico. O posicionamento do indivíduo e o protocolo de VCI sham foram semelhantes no grupo VCI assegurando o cegamento da voluntária.

4 RESULTADOS

O projeto desenvolvido resultou três artigos científicos, sendo um estudo quase-experimental piloto exploratório (Artigo 01) e dois ensaios clínicos controlados e randomizados (Artigos 02 e 03).

ARTIGO 1: Efeitos a curto prazo da aplicação de vibração de corpo inteiro sobre a dinâmica não linear da modulação autonômica cardíaca em idosos.

Material enviado para tradução

Será submetido ao Periódico: *Experimental Gerontology* – Qualis B1 na área CB 1

ARTIGO 2: Eficácia da associação de vibração de corpo inteiro com treinamento muscular inspiratório sobre a força muscular, funcionalidade, equilíbrio, desempenho físico e metabolismo muscular em idosas pré-frágeis: ensaio clínico controlado e randomizado.

Material em correção para ser enviado à tradução

Será submetido ao Periódico: *Journal of Physiotherapy* – Qualis A2 na área CB 1

ARTIGO 3: BDNF periférico, massa e espessura muscular periférica não são afetados pelo treinamento muscular inspiratório associado à vibração de corpo inteiro em idosas pré-frágeis: ensaio clínico controlado e randomizado.

Material em correção para ser enviado à tradução

Será submetido ao Periódico: *The Journals Of Gerontology. Series A, Biological Sciences And Medical Sciences* – Qualis A1 na área CB 1

ARTIGO 1 Efeitos a curto prazo da aplicação de vibração de corpo inteiro sobre a dinâmica não linear da modulação autonômica cardíaca em idosos.

1 INTRODUÇÃO

O estudo da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) tem fornecido informações sobre a complexa interação dos mecanismos regulatórios do sistema nervoso autonômico simpático e parassimpático sobre o coração (1). O desequilíbrio simpátovagal pode ser observado em diversas condições fisiológicas, como no avançar da idade (2,3), e em condições patológicas, como hipertensão e doenças coronarianas (1,4,5). Além disso, o seu estudo tem sido integrado na avaliação do comportamento da modulação autonômica cardíaca durante o exercício físico dinâmico e estático em diferentes populações (6).

A vibração de corpo inteiro (VCI) é uma modalidade de exercício alternativa usada para melhorar a força muscular, o equilíbrio (7) e a performance física de idosos que tenham dificuldade de realizar algum tipo de exercício físico dinâmico ou de resistência (8). Entretanto, ainda não estão claros os efeitos agudos da WBV sobre o controle autonômico cardíaco. De acordo com estudos prévios, logo após uma sessão de VCI, pode ocorrer uma redução da modulação vagal (9) e aumento da VFC (10) em jovens saudáveis avaliados pelos índices no domínio da frequência. Por outro lado, em um estudo realizado em idosos, somente foi observado aumento da VFC pelos índices no domínio do tempo (11) após 15 minutos de intervenção. Sendo assim, o efeito agudo da plataforma vibratória sobre VFC, mesmo avaliados pelos métodos lineares, ainda permanece controverso devido aos poucos trabalhos disponíveis na literatura que avaliam o seu comportamento, principalmente em idosos.

Embora os métodos lineares da VFC, análise no domínio do tempo e da frequência, sejam amplamente utilizados, os métodos não lineares tem sido empregados a fim de suprir as limitações desses métodos tradicionais que não considera a complexidade e a interação de outros subsistemas envolvidos na dinâmica cardíaca (4,12). Adicionalmente, o estudo da dinâmica não linear por meio da aplicação de modelos matemáticos específicos pode fornecer informações adicionais sobre a interação simpátovagal cardíaca e do comportamento não linear da VFC (4,12).

Alguns modelos matemáticos usados para a análise não linear como a Análise Simbólica, Entropia de Shannon e Entropia Condicional, desenvolvido por Porta et al (13) têm sido usados para avaliar a dinâmica não linear da FC de uma série temporal de intervalos RR. A análise simbólica consiste na detecção de modificações não recíprocas nas modulações simpática e vagal, ou mudanças recíprocas com diferentes magnitudes através da

transformação de séries temporais (intervalos RR) em curtos padrões (13). Já a entropia de Shannon avalia distribuição dos padrões ao longo de uma série temporal dos iRR, isto é, quanto mais plana a distribuição desses padrões, maior é o número de informações, maior a complexidade. A Entropia Condicional avalia a quantidade de informação transportada por uma série temporal, isto é, quanto menor a informação, menor a complexidade, mais regular e previsível o próximo batimento cardíaco. As alterações da complexidade têm sido descritas como análises mais sensíveis para avaliar questões relacionadas ao envelhecimento (2). Assim, o uso destas novas ferramentas de análises pode revelar novos conhecimentos sobre o efeito agudo da VCI na modulação autonômica cardíaca nesta população.

Nesse contexto, devido à carência de estudos, até o momento, que avaliem o efeito agudo uma sessão VCI em idosos sobre a VFC por meio da análise simbólica, Entropia de Shannon e Condicional, o objetivo do presente trabalho foi avaliar se uso desses métodos é capaz de fornecer informações adicionais sobre a dinâmica não linear da FC nessa população quando comparado com métodos lineares.

2 MÉTODOS

2.1 Desenho do Estudo

Trata-se de um estudo quase-experimental piloto exploratório aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CAAE: 56370816.2.0000.5208) do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). A coleta de dados e os protocolos experimentais foram realizados no período de Junho a Setembro de 2017, no Laboratório de Fisioterapia Cardiopulmonar do Departamento de Fisioterapia da UFPE. Todos os voluntários assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido conforme resolução 466/12 do CNS.

2.2 Participantes

Foi obtida uma amostra por conveniência, composta por idosos de ambos os sexos com idade entre 60 e 80 anos capazes de deambular sem auxílio e com boa compreensão para realizar os testes propostos, avaliada através do Mini Exame do Estado Mental (MEEM). Foram excluídos os indivíduos que possuíam contraindicação ou dificuldade para a realização dos procedimentos de avaliação, usuários de medicações que interferissem no sistema cardiovascular, tabagistas, portadores de doenças neuromusculares ou degenerativas, comorbidades pulmonares, doenças cardíacas e labirintite.

2.3 Protocolo do Estudo

Todos os voluntários foram avaliados no período entre 08 e 11 horas da manhã numa sala silenciosa e climatizada (em torno de 24 graus), utilizando roupas confortáveis. Os

voluntários foram orientados a evitarem o consumo de bebidas alcoólicas ou cafeínadas, bem como a prática de exercícios físicos e/ou atividade física intensa 24 horas antes da realização das avaliações. Além disso, foi recomendada a realização de uma refeição leve, cerca de 2 horas antes dos procedimentos experimentais.

Os voluntários foram inicialmente submetidos a uma avaliação demográfica e antropométrica. Em seguida, foram realizados os registros das variáveis cardiovasculares: após 15 minutos de repouso pré-exercício, durante o 5º, 10º, 15º e 20º minuto de exercício de vibração de corpo inteiro e imediatamente após 15 minutos de repouso pós-exercício. A modulação autonômica cardíaca foi analisada antes do exercício (T1), imediatamente após o exercício (T2) e após 5 minutos de término do exercício (T3).

2.4 Protocolos de Medidas

2.4.1 Medidas antropométricas e Variáveis Cardiovasculares

A mensuração do peso corpóreo e estatura foi realizada por meio de uma balança com estadiômetro de haste móvel e precisão de 100g (Balança W300 A, Welmy, Brasil). A partir dessas medidas foi calculado o índice de massa corporal (IMC) através do quociente massa corporal/estatura², sendo a massa expressa em quilogramas (Kg) e a estatura em metros (m). A pressão arterial sistólica e diastólica foi avaliada através do esfigmomanômetro aneróide (Premium, Brasil) e a frequência cardíaca foi observada mediante holter de 3 canais (Cardioligh, CARDIOS, Brasil).

2.4.2 Registro e seleção dos intervalos RR

Para aquisição da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) foi utilizado um holter de 3 canais (Cardioligh, CARDIOS, Brasil) que foi colocado no paciente por intermédio de 4 eletrodos descartáveis posicionados no tórax. O eletrodo branco foi posicionado sobre o centro do manúbrio, o eletrodo vermelho sobre o processo xifoide, o eletrodo preto na linha axilar anterior sobre a sexta costela do lado esquerdo do tórax e o eletrodo verde na linha axilar anterior sobre a sexta costela do lado direito.

Os dados foram extraídos para um computador através do software CardioManager (São Paulo, Brasil) para posterior análise que forneceu o traçado eletrocardiográfico e os intervalos R-R (iR-R). Nenhum filtro foi aplicado para limpar ou corrigir artefatos na sequência de iR-R selecionados extraídos do software Cardiomanager. Foi selecionada a mesma sequência de iR-R com 256 pontos e maior estabilidade, sem artefatos ou arritmias para análise linear e não-linear dos dados (Figura 1).

2.5 Análise dos Dados

2.5.1 Análise Linear

A análise da VFC no domínio da frequência foi realizada de acordo com protocolos anteriores (1,13), sendo utilizado um modelo autorregressivo em sequências de iRR previamente selecionadas. Foram considerados dois componentes espectrais: baixa frequência (BF - de 0.04 a 0.15 Hz) e alta frequência (AF - de 0.15 a 0.40 Hz) em unidades absolutas, que representam a modulação simpática e parassimpática cardíaca, respectivamente. Além destes foi obtida a razão BF/AF que pode ser utilizada para quantificar a relação entre as atividades simpática e parassimpática (balanço simpatovagal), maiores valores representam uma predominância simpática (1).

A análise da VFC no domínio do tempo foi realizada utilizando o software Kubios HRV (Versão 3.1, Kuopio, Finlândia) que forneceu os seguintes índices: raiz quadrada da média dos quadrados da diferença entre iR-R (RMSSD) e porcentagem dos iR-R adjacentes com duração maior que 50ms (pNN50), onde maiores valores refletem a predominância de modulação parassimpática e menor risco cardíaco (1).

2.5.2 Análise Não-linear

Foi realizada uma avaliação da VFC baseada na análise simbólica que detecta modificações não recíprocas nas atividades simpáticas e parassimpáticas. Essa análise não linear classifica os iR-R em 6 níveis (0-5) e os agrupam em sequências de 3 símbolos. Os símbolos são divididos em 4 famílias: 0V% - padrão inalterado (três símbolos semelhantes), o que representa a modulação simpática; 1V% - padrão com uma variação (dois símbolos iguais e um diferente), o que indica associação da modulação simpática e parassimpática; 2LV% - padrão com duas variações iguais (três símbolos diferentes que formam linhas ascendentes ou descendentes); e 4) 2UV% - padrão com duas variações diferentes (três símbolos formando picos ou vales). Os padrões 2LV% e 2UV% estão associados à modulação parassimpática (13).

A análise da complexidade de distribuição dos padrões da VFC foi avaliada por meio da Entropia de Shannon (SE). A SE é um índice que descreve a forma de distribuição dos padrões sendo alta quando todos os padrões são igualmente distribuídos, isto é mais homogêneo, e baixa quando um subconjunto de padrões é mais comum em detrimento de outros que são pouco frequentes ou ausentes (13). A entropia condicional foi analisada através da obtenção do Índice de Complexidade (CI) e Índice de Complexidade Normalizada (CNI) que foram utilizados para avaliar a previsibilidade e repetições dos padrões. Quanto maior o CI e o CNI maior a complexidade e menor a previsibilidade do intervalo RR (iRR) (13).

Quanto maior os valores da SE, CI e NCI maior a complexidade dos iRR o que representa uma melhor capacidade de adaptações fisiológicas compensatórias em resposta a agentes estressores pelos múltiplos sistemas de regulação cardíaca (Takahashi et al., 2012).

2.6 Protocolo Experimental

Os voluntários permaneceram em repouso durante 15 minutos na posição supina para captação dos dados de VFC, sendo a frequência respiratória monitorada durante este tempo. Após o repouso inicial as variáveis cardiovasculares foram avaliadas e foi realizada uma sessão de VCI na plataforma vibratória MY3 (Power Plate[®], MY3, Reino Unido), com três eixos. A frequência de vibração foi estabelecida em 35 Hz e a amplitude utilizada foi de 04 mm. A vibração foi aplicada com o paciente descalço, com os joelhos semi-flexionados a 15 graus, com tempo de exposição de 20 minutos segundo as recomendações da *International Standards Organization 2631-1*. A cada 5 minutos de exercício de vibração de corpo inteiro as variáveis cardiovasculares foram reavaliadas.

Após o exercício os voluntários foram imediatamente colocados em posição supina para repouso pós-treino com duração de 15 minutos, neste momento os dados de VFC foram novamente captados. Terminado o repouso pós-treino as variáveis cardiovasculares foram reavaliadas e o holter foi desligado finalizando o protocolo experimental. Durante todo o procedimento experimental os voluntários foram interrogados quanto à presença de efeitos adversos da intervenção tais como: cefaleia, tontura, náuseas, prurido, entre outros.

2.7 Análise Estatística

Para análise da normalidade e homogeneidade da amostra foram utilizados os testes de Shapiro-Wilk e Levene. As características iniciais da amostra foram expressas em média e desvio padrão (DP). Foi utilizado o teste de Friedman e posteriormente Wilcoxon para comparação intra grupo em relação ao momento T1, sendo as variáveis expressas em mediana e intervalo interquartil. A análise foi conduzida pelo programa Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) para Windows (versão 20.0, Chicago, IL) e um nível de significância de $p < 0.05$ foi estabelecido.

3 RESULTADOS

O estudo incluiu 17 voluntários conforme exposto na figura 2. As características basais dos voluntários estão expostas na Tabela 1.

A Tabela 2 apresenta que o comportamento da PAD e FC ao longo do exercício é semelhante com valores maiores durante a intervenção e retornando aos valores basais após

15 minutos de repouso. Apesar de aumentar ao longo do tempo a PAS não retorna aos valores prévios.

Os índices do domínio do tempo e da frequência da análise linear da VFC foram apresentados na Tabela 3. Não foi encontrado diferença estatística nos momentos T2 e T3 quando comparados com T1. Em relação aos índices da análise não linear (Tabela 4), foi observado que no T2 houve uma redução significativa ($p=0,020$) do padrão 1V% em relação ao T1 ($p=0,020$).

Por fim, foram relatados efeitos adversos (prurido e/ou hiperemia cutânea em membros inferiores, dorso e nariz e, fadiga leve em membros inferiores) durante a VCI em 71% dos voluntários, no entanto estes efeitos cessaram alguns minutos após o término do protocolo de intervenção.

4 DISCUSSÃO

Para nosso conhecimento, este foi o primeiro estudo que avaliou o efeito da VCI sobre os índices não lineares da VFC (análise simbólica, entropia de Shannon e entropia condicional) e comparou com os índices lineares. Os principais achados encontrados sobre a influência da VCI neste estudo foram: (1) não foram observadas alterações no comportamento das variáveis da análise linear com a VCI; (2) através da avaliação da dinâmica não linear da VFC foi observado que imediatamente após o término da VCI (T2) ocorre uma redução somente no padrão 1V% revelando menor modulação simpática; (3) em relação a resposta hemodinâmica (FC, PAS e PAD) pós intervenção, somente a PAS não retornou ao valor pré esforço.

Efeito da Vibração de Corpo Inteiro sobre os Índices Lineares

O estudo da VFC, tradicionalmente, é feito pela aplicação da análise linear no domínio do tempo e da frequência. Em nosso estudo, não foram observadas modificações nas variáveis lineares da VFC em resposta à VCI. Corroborando com os nosso achados, Dipla et al, (9), avaliaram 12 mulheres eutróficas, entre 32 e 42 anos, submetidas a uma sessão de plataforma com frequência vibratória de 25Hz, amplitude de 5 mm durante 6 minutos e não observaram qualquer diferença entre pré e o período de recuperação. Esses autores explicam que a contração muscular involuntária causada pela plataforma, nessa intensidade, não foi capaz de influenciar a VFC.

Por outro lado, Licurci, Fagundes & Arisawa (11) investigaram o efeito agudo de uma sessão VCI sobre a VFC em 11 idosos saudáveis. Eles observaram que uma sessão de 10 minutos de VCI, com frequência de vibração de 20Hz e amplitude de 6 mm, foi capaz de

aumentar a VFC total e a modulação vagal avaliados somente pelos índices no domínio do tempo. De acordo com os autores, a plataforma vibratória pode aumentar a modulação vagal, o que pode ter um efeito protetor, entretanto o mecanismo fisiológico não está claro.

Acreditamos que o tempo da vibração, frequência e amplitude, são fatores que podem influenciar na resposta do controle autonômico. Sendo assim, a dose de treino usada em nosso estudo não foi capaz de modificar a VFC pelos índices lineares.

Efeitos da Vibração de Corpo Inteiro na Dinâmica Não-linear

Dos métodos não lineares usados, somente a análise simbólica foi capaz de identificar influência da VCI. A análise simbólica é utilizada com a finalidade de identificar as oscilações não recíprocas simpátovagal ou alterações recíprocas com diferentes magnitudes o que não é observado pelos índices espectrais (14). Em nosso estudo, somente o índice 1V% (Tabela 4) teve uma redução imediatamente após a sessão de VCI em relação ao basal. Porta et al, (14) descreveram que o índice 1V% pode apresentar oscilações simultâneas de baixa (simpático) e alta frequência (vagal). Sendo assim, esse fato pode ter ocorrido devido a redução do componente de alta frequência relacionado com a modulação vagal. Por outro lado, Silva et al., 2017, afirmaram que o índice 1V% pode ser um indicador da modulação simpática a partir de um registro de curta duração dos iRR. Embora este estudo tenha sido realizado em ratos, os autores relatam que as alterações dos componentes lentos da FC podem estar relacionados ao índice 1LV%, assim como o padrão 0V% (15). Sendo assim, esses achados nos levam a supor que imediatamente após a VCI ocorre uma menor atuação simpática nos idosos sem necessariamente alterar a modulação vagal.

Nesse sentido, Porta et al., 2014 já tinham relatado que durante a posição ortostática o aumento da resistência periférica diminui a importância da pré-carga cardíaca sugerindo uma redução progressiva da eficiência do barorreflexo cardíaco com o envelhecimento (16). Portanto, acreditamos que essa resposta da modulação simpática à VCI seja um mecanismo precursor da vasodilatação periférica gerada pela vibração (17) e, que esta atenuação simpática seja mais pronunciada em idosos devido à hiperatuação simpática basal encontrada nessa população (18). Talvez este entendimento também possa contribuir para aprofundar o conhecimento sobre as respostas da perfusão muscular obtidas em longo prazo por essa intervenção.

Além disso, nossa hipótese é que essa inércia encontrada nas variáveis lineares em idosos está vinculada a diminuição de sensibilidade aos estímulos simpáticos nesses indivíduos (16). Contudo, é importante ressaltar que este efeito foi detectado somente por um

índice da análise simbólica, no T2, o que nos leva a acreditar que esta abordagem pode gerar modificações antecipatórias da resposta autonômica cardíaca e que a dinâmica não linear da VFC parece ser mais sensível às influências do exercício com VCI em idosos. Esses resultados preliminares são interessantes visto que, reafirmam a nossa teoria que os índices simbólicos parecem anteceder e trazer achados adicionais aos observados pelos métodos lineares em idosos expostos a VCI.

Efeitos da Vibração de Corpo Inteiro sobre as Variáveis Cardiovasculares

Como esperado, a FC aumentou ao longo da aplicação de VCI retornando aos valores basais após 15 minutos de repouso. A FC de pico durante esforços físicos é reduzida com a idade (19) e o envelhecimento cardíaco está associado com uma redução da sensibilidade ao estímulo simpático comprometendo a habilidade contrátil (20) assim, essa estreita variação na FC pode levar um rápido retorno aos valores basais em indivíduos idosos submetidos a exercícios submáximos.

Os valores da PAS e PAD aumentaram durante a VCI, porém a PAS não retornou aos seus valores iniciais após o repouso. Já é bem descrito na literatura que a progressão da idade está associada com maiores níveis pressóricos devido ao retardo no relaxamento e/ou diminuição da complacência do ventrículo esquerdo ou, pela diminuição da complacência arterial, deposição de gordura intravascular e disfunção da função vasodilatadora endotelial (20). Assim, o comportamento da PAD e PAS durante e pós- VCI encontrado nesse estudo era esperado devido às alterações vasculares encontradas na senescência.

Tais achados reforçam que a VCI pode levar a um aumento na FC, PAS e PAD como observado em outras modalidades de exercícios enfatizando o efeito cardiovascular sistêmico desta intervenção.

Efeitos Adversos da Vibração de Corpo Inteiro

A prevalência de efeitos adversos como prurido nos membros inferiores e nariz, foi alta (71%) nos indivíduos analisados, todavia já esperávamos este resultado visto que já é sabido que a VCI gera um aumento significativo no fluxo sanguíneo e na temperatura da pele (21), o que pode se manifestar clinicamente através da presença de prurido e hiperemia cutânea como relatado em nosso estudo. Como os voluntários permaneciam com os joelhos semi-flexionados, também era esperado o relato de fadiga leve em membros inferiores durante o protocolo. No entanto, todos os efeitos relatados cessaram após o término da intervenção.

Limitações do Estudo

Da mesma forma que o exercício físico dinâmico, a intensidade do esforço requerido pode ser determinado pela carga de trabalho o que influenciaria os principais efeitos do exercício sobre o controle autonômico cardíaco. Assim, seria necessário que aplicássemos um protocolo de VCI com diferentes intensidades a fim de verificar qual de fato sua influência na modulação autonômica cardíaca, o que não foi possível devido ao modelo de plataforma vibratória que dispomos.

5 CONCLUSÃO

A análise simbólica foi capaz de identificar o efeito agudo de uma sessão da VCI sobre a dinâmica não linear da VFC. Mais estudos precisam ser realizados em diferentes grupos populacionais, bem como, em diferentes intensidades de esforço que considerem, o tempo, a frequência e a amplitude da vibração antes e após uma sessão de VCI.

6 REFERÊNCIAS

1. Task Force. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. *Circulation*. 1996 Mar 1;93(5):1043–65.
2. Takahashi ACM, Porta A, Melo RC, Quitério RJ, da Silva E, Borghi-Silva A, et al. Aging reduces complexity of heart rate variability assessed by conditional entropy and symbolic analysis. *Intern Emerg Med*. 2012 Jun;7(3):229–35.
3. Jandackova VK, Scholes S, Britton A, Steptoe A. Are Changes in Heart Rate Variability in Middle-Aged and Older People Normative or Caused by Pathological Conditions? Findings From a Large Population-Based Longitudinal Cohort Study. *J Am Heart Assoc*. 2016 Feb 12;5(2).
4. Neves VR, Takahashi ACM, do Santos-Hiss MDB, Kiviniemi AM, Tulppo MP, de Moura SCG, et al. Linear and nonlinear analysis of heart rate variability in coronary disease. *Clin Auton Res*. 2012 Aug;22(4):175–83.
5. Koichubekov BK, Sorokina MA, Laryushina YM, Turgunova LG, Korshukov I V. Nonlinear analyses of heart rate variability in hypertension. *Ann Cardiol Angeiol (Paris)* [Internet]. 2018 Jun;67(3):174–9.
6. Bhati P, Moiz JA, Menon GR, Hussain ME. Does resistance training modulate cardiac

- autonomic control? A systematic review and meta-analysis. *Clinical Autonomic Research*. 2018;
7. Sitja-Rabert M, Rigau D, Fort Vanmeerghaeghe A, Romero-Rodriguez D, Bonastre Subirana M, Bonfill X. Efficacy of whole body vibration exercise in older people: a systematic review. *Disabil Rehabil*. 2012;34(11):883–93.
 8. Lai CC, Tu YK, Wang TG, Huang YT, Chien KL. Effects of resistance training, endurance training and whole-body vibration on lean body mass, muscle strength and physical performance in older people: A systematic review and network meta-analysis. *Age Ageing*. 2018;47(3):367–73.
 9. Dipla K, Kousoula D, Zafeiridis A, Karatrantou K, Nikolaidis MG, Kyparos A, et al. Exaggerated haemodynamic and neural responses to involuntary contractions induced by whole-body vibration in normotensive obese versus lean women. *Exp Physiol*. 2016;101(6):717–30.
 10. Sañudo B, César-Castillo M, Tejero S, Nunes N, de Hoyo M, Figueroa A. Cardiac autonomic response during recovery from a maximal exercise using whole body vibration. *Complement Ther Med*. 2013 Aug;21(4):294–9.
 11. Licurci M das GB, de Almeida Fagundes A, Arisawa EALS. Acute effects of whole body vibration on heart rate variability in elderly people. *J Bodyw Mov Ther*. 2018 Jul;22(3):618–21.
 12. Magagnin V, Bassani T, Bari V, Turiel M, Maestri R, Pinna GD, et al. Non-stationarities significantly distort short-term spectral, symbolic and entropy heart rate variability indices. *Physiol Meas*. 2011 Nov 1;32(11):1775–86.
 13. Porta A, Guzzetti S, Montano N, Furlan R, Pagani M, Malliani A, et al. Entropy, entropy rate, and pattern classification as tools to typify complexity in short heart period variability series. *IEEE Trans Biomed Eng* . 2001 Nov;48(11):1282–91.
 14. Porta A, Tobaldini E, Guzzetti S, Furlan R, Montano N, Gneccchi-Ruscione T. Assessment of cardiac autonomic modulation during graded head-up tilt by symbolic analysis of heart rate variability. *AJP Hear Circ Physiol*. 2007;293(1):H702–8.
 15. Silva LEV, Geraldini VR, de Oliveira BP, Silva CAA, Porta A, Fazan R. Comparison between spectral analysis and symbolic dynamics for heart rate variability analysis in the rat. *Sci Rep*. 2017 16;7(1):8428.
 16. Porta A, Faes L, Bari V, Marchi A, Bassani T, Nollo G, et al. Effect of age on complexity and causality of the cardiovascular control: comparison between model-based and model-free approaches. *PLoS One*. 2014;9(2):e89463.

17. Beijer Å, Degens H, Weber T, Rosenberger A, Gehlert S, Herrera F, et al. Microcirculation of skeletal muscle adapts differently to a resistive exercise intervention with and without superimposed whole-body vibrations. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2015 Nov;35(6):425–35.
18. Baker, E. et al. Aging Alters the Relative Contributions of the Sympathetic and Parasympathetic Nervous System to Blood Pressure Control in Women. *Hypertension*. 2018 Nov;72(5):1236–1242.
19. Goldspink DF, George KP, Chantler PD, Clements RE, Sharp L, Hodges G, et al. A study of presbycardia, with gender differences favoring ageing women. *Int J Cardiol*. 2009 Nov 12;137(3):236–45.
20. Jakovljevic DG. Physical activity and cardiovascular aging: Physiological and molecular insights. *Exp Gerontol*. 2017 May 22;
21. Elfering A, Zahno J, Taeymans J, Blasimann A, Radlinger L. Acute effects of stochastic resonance whole body vibration. *World J Orthop*. 2013;4(4):291–8.

Tabela 1. Características dos participantes

Variáveis	Idosos (n=17)
Genero (M/H)	9/8
Idade (anos)	68,12 ± 4,0
Peso (Kg)	68,59 ± 7,4
Altura (cm)	160,82 ± 8,64
IMC (Kg/m ²)	26,7 ± 3,9

IMC: índice de massa corpórea; Dados expressos em números absolutos e Média ± DP.

Tabela 2. Variáveis Cardiovasculares

	Antes VCI	Após 5 minutos	Após 10 minutos	Após 15 minutos	Após 20 minutos	Após Repouso
<i>FC</i> (bpm/min)	64 (57;74,5)	72 (65,5;79)*	72 (68,5;84,5)*	77 (68,5;86)*	74 (71;85)*	64 (55;77)
<i>PAS</i> (mmHg)	120 (120;135)	140 (130;155)*	150 (130;160)*	150 (130;160)*	140 (135;160)*	130 (120;145)*
<i>PAD</i> (mmHg)	80 (75;80)	90 (80;100)*	90 (80;92,5)*	90 (80;97,5)*	90 (80;100)*	80 (70;82,5)

FC: frequência cardíaca; PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica; VCI: vibração de corpo inteiro. Dados expressos em mediana (intervalo interquartil) *p<0,05 Diferença intra-grupo em relação ao momento antes da VCI (Teste de Wilcoxon).

Tabela 3. Variabilidade da Frequência Cardíaca e Resposta Autonômica Cardíaca pelos Índices no Domínio do Tempo e da Frequência

	Basal (T1)	Imediatamente Pós-VCI (T2)	5 minutos Pós-VCI (T3)
Domínio do Tempo			
Média iRR (ms)	936 (878;969)	904 (835;1020)	916 (802;1010)
rMSSD (ms)	23,40 (12,45;41,40)	20,40 (15,05;34,65)	18,00 (14,65;31,60)
pNN50 (%)	1,60 (0,00;12,30)	2,40 (0,40;11,95)	0,80 (0,00;4,90)
Domínio da Frequência			
Variância (ms ²)	0,93 (0,39;1,89)	1,06 (0,48;2,13)	0,86 (0,32;1,52)
AF (ms ²)	0,09 (0,03;0,21)	0,13 (0,02;0,36)	0,07 (0,03;0,27)
BF (ms ²)	0,19 (0,05;0,65)	0,25 (0,08;0,48)	0,14 (0,08;0,41)
BF/AF	1,14 (0,05;1,42)	0,67 (0,14;1,36)	0,67 (0,05;2,04)

Dados expressos em mediana (intervalo interquartil). VCI: vibração de corpo inteiro; Medidas do domínio da frequência – BF: baixa frequência; AF: alta frequência; BF/AF: relação de baixa frequência e alta frequência; Medidas no domínio do tempo - rMSSD: raiz quadrada da média dos quadrados da diferença entre intervalos R-R; pNN50: porcentagem dos iR-R adjacentes com duração maior que 50ms) *p<0,05 Diferença intra-grupo em relação ao momento antes da VCI (Teste de Wilcoxon).

Tabela 4. Respostas da Análise Simbólica, Entropia de Shannon e Índice Condicional

	Basal (T1)	Imediatamente Pós-VCI (T2)	5 minutos Pós-VCI (T3)
0V%	26,66 (19,41;32,94)	31,37 (18,23;46,86)	34,51 (15,68;55,31)
1V%	48,62 (43,92;51,96)	40,39 (37,25;45,88)*	43,53 (36,11;50,19)
2LV%	5,88 (3,52; 11,57)	4,71 (1,57;8,04)	4,71 (1,54;9,23)
2ULV%	16,86 (10,98;20,98)	16,47 (10,58;25,49)	16,47 (6,27;22,35)
SE	3,33 (2,95;3,59)	3,25 (2,90;3,59)	3,19 (2,54;3,65)
NCI	0,72 (0,64;0,80)	0,69 (0,62;0,79)	0,67 (0,62;0,78)
CI	0,91 (0,78;1,09)	0,90 (0,69;1,15)	0,87 (0,75;1,11)

Dados expressos em mediana (intervalo interquartil). VCI: vibração de corpo inteiro; Análise não linear – 0V%: modulação simpática; 1V%: modulação simpática; 2LV%: modulação vagal; 2ULV%: modulação vagal; SE: Entropia de Shannon; NCI: índice de complexidade normalizado; CI: índice de complexidade*p<0,05 Diferença intra-grupo em relação ao momento antes da VCI (Teste de Wilcoxon).

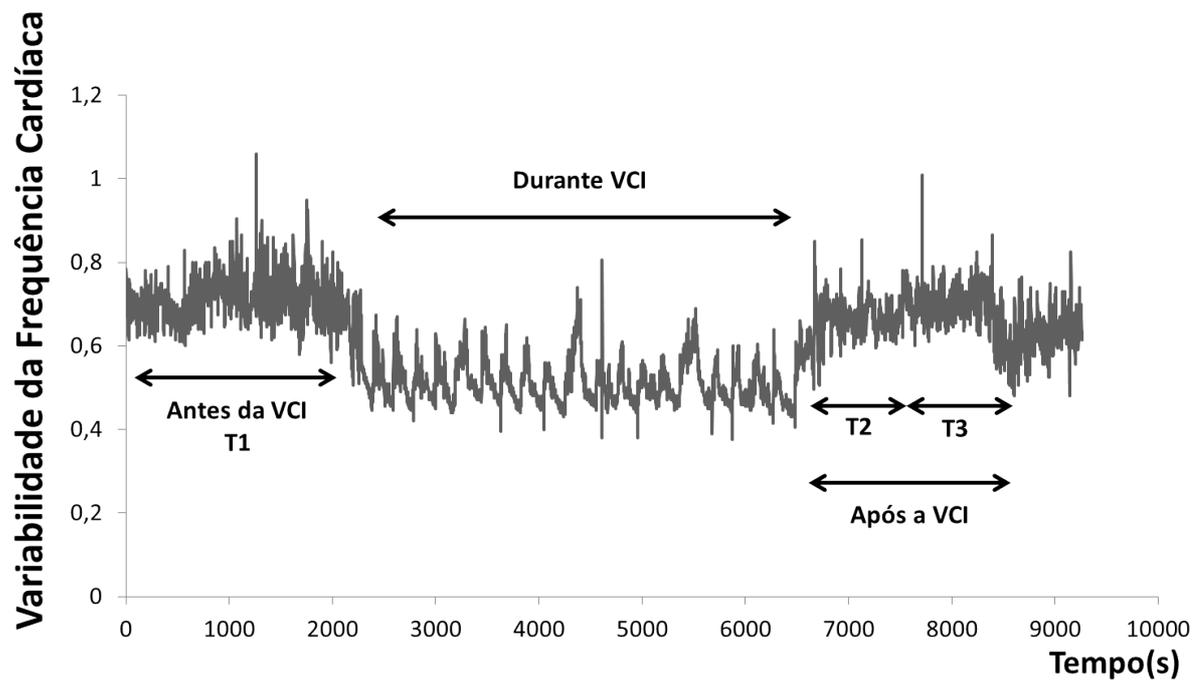


Figura 1. Comportamento da Variabilidade da Frequência Cardíaca baseado na análise de um voluntário (sexo masculino, 64 anos, 73Kg)

Legendas – VCI: vibração de corpo inteiro; T1:antes da VCI; T2:imediatamente após VCI; T3: 5 minutos após VCI

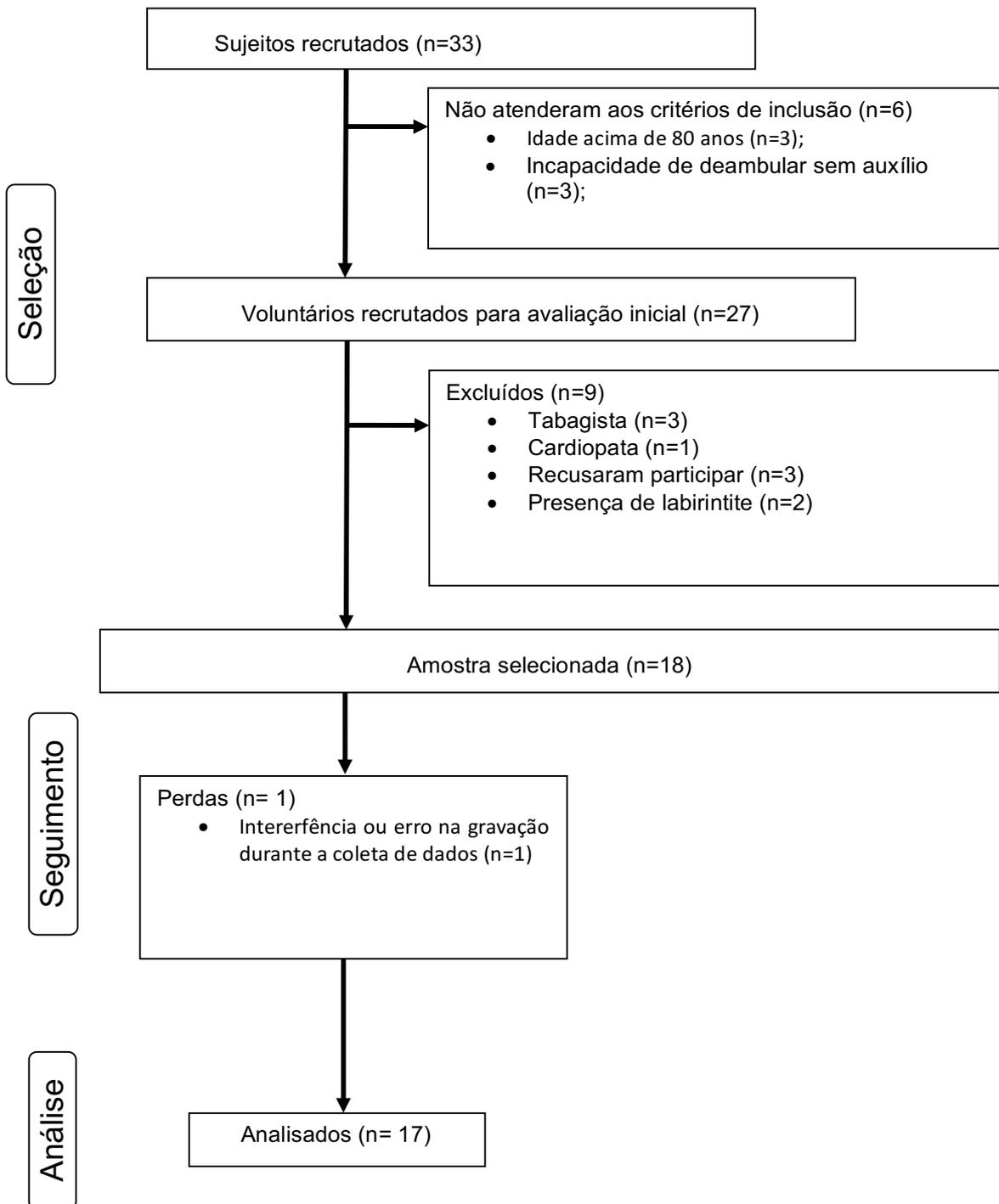


Figura 2. Fluxograma de Participantes

ARTIGO 2 Eficácia da associação de vibração de corpo inteiro com treinamento muscular inspiratório sobre a força muscular, funcionalidade, equilíbrio, desempenho físico e metabolismo muscular em idosas pré-frágeis: ensaio clínico controlado e randomizado

INTRODUÇÃO

A fragilidade é uma síndrome geriátrica definida como um estado de vulnerabilidade aumentada onde há pobre resolução da homeostase após um evento estressor (1,2). Atualmente o instrumento mais utilizado para seu diagnóstico é a escala de Fried que classifica os indivíduos em 3 estágios: frágeis, pré-frágeis e robustos (2). A prevalência de idosos pré-frágeis é alta em diversas populações, apresentando grande risco de progredir para fragilidade, com maior frequência entre as mulheres (3–5). Além disto, os estudos mostram que este subgrupo está fortemente associado com mortalidade em todas as faixas etárias (5). No entanto, a dinâmica de progressão ou regressão entre os estágios da síndrome pode ocorrer dentro de um curto intervalo de tempo (4,6), tornando seus fatores de risco ou de prevenção reconhecidos em estudos longitudinais, o que revela a necessidade de intervenções precoces (4–6).

Esta síndrome é potencialmente reversível através de condutas não-farmacológicas, sendo as intervenções físicas recomendadas como estratégias preventivas ou modificadoras do nível de fragilidade e suas repercussões nos desfechos de saúde (7). Assim, vem sendo demonstrado que a aplicação de vibração de corpo inteiro (VCI) em idosos frágeis produz um aumento de força bilateral dos extensores dos joelhos e na estabilidade postural (8) e, quando associada a exercícios de força e equilíbrio gera melhorias no desempenho físico e mobilidade funcional (9), não sendo encontrados outros estudos com VCI nesta população.

Além do declínio muscular periférico inerente a síndrome (2), foi observado que o desempenho dos músculos respiratórios também está reduzido nos idosos frágeis (10). No sentido de intervir especificamente nesta musculatura, apenas um estudo foi encontrado, sendo demonstrado que o treinamento muscular inspiratório (TMI) é menos eficaz e tolerado que o treino de Yoga para ganho de força e resistência muscular respiratória em idosos frágeis (11). No entanto, a VCI produz um aumento na força muscular respiratória em idosos robustos (12).

O estado da arte atual indica uma divergência dos efeitos da VCI e TMI sobre alguns desfechos observados, bem como um discrepante perfil dos sub-grupos de idosos

estudados (residentes na comunidade, em instituições de longa permanência, com sarcopenia ou fragilidade) (11,13-18), não sendo encontrados estudos anteriores que investigaram os efeitos dessas intervenções em uma população pré-frágil. Nesse contexto, a associação da VCI e TMI pode ser uma alternativa aos exercícios tradicionais (aeróbico e resistido) para idosos pré-frágeis com dificuldades de adaptação aos protocolos de treino físico convencionais.

A escassez de evidências dos efeitos da VCI e TMI em indivíduos pré-frágeis, reforça a importância da investigação de tais estratégias terapêuticas numa população onde a intervenção poderia ser mais efetiva. Sendo assim, este estudo tem como objetivo investigar a eficácia da associação da VCI e TMI sobre a força muscular, funcionalidade, equilíbrio, desempenho físico e metabolismo muscular em idosos pré-frágeis.

MÉTODOS

Desenho do Estudo

Foi realizado um ensaio clínico randomizado, duplo cego e com sigilo de alocação, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (Nº Parecer: 1.898.812) do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) com registro no banco de ensaios clínicos dos EUA (NCT03688932). A coleta de dados e as intervenções foram realizadas no período de Setembro de 2017 a Janeiro de 2019, no Laboratório de Fisioterapia Cardiopulmonar do Departamento de Fisioterapia da UFPE. Todos os voluntários assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido conforme resolução 466/12 do CNS.

População e Tamanho da Amostra

As voluntárias foram submetidas a uma triagem inicial para rastreamento da condição de pré-fragilidade através dos critérios definidos por Fried (2): (1) Perda de peso não intencional maior ou igual a 4,5kg ou 5% do peso corpóreo no último ano, avaliada por autorrelato; (2) Diminuição da velocidade de marcha avaliada através do tempo dispendido para caminhar 4,6m; (3) Fraqueza muscular diagnosticada por redução de força de preensão palmar avaliada por dinamometria manual; (4) Exaustão física autorrelatada através da aplicação de duas questões da Escala de Depressão do *Center for Epidemiological Studies* (CES-D): “Senti que teve que fazer esforço para dar conta das suas tarefas habituais?” e “Não consegui levar adiante suas coisas?”, onde as respostas frequentemente=3 ou Sempre=4 o item era considerado positivo (19); (5) Diminuição de atividade física avaliado pelo questionário *Minnesota Leisure Time Activity* (20). As voluntárias com a presença de 1 ou 2 critérios acima descritos foram consideradas pré-frágeis e incluídas no estudo. Assim, a

população do estudo composta por mulheres idosas pré-frágeis com idade entre 60 e 80 anos, capazes de deambular sem auxílio e com boa compreensão para realizar os testes propostos, avaliada através do Mini Exame do Estado Mental (MEEM) (21).

Foram excluídas as participantes que realizassem outro protocolo de treinamento ou reabilitação prévio com tempo de término inferior a seis meses, com contra indicação ou dificuldade para a realização dos procedimentos de avaliação, dificuldade de adaptação ou adesão ao protocolo de treinamento, tabagistas, portadoras de doenças neuromusculares ou degenerativas, comorbidades pulmonares, doenças cardíacas, labirintite e usuárias de medicamentos que interferissem no metabolismo ósseo ou na força muscular.

Para a determinação do tamanho amostral foi realizado um cálculo a partir de resultados obtidos em estudos anteriores presentes na literatura (16,18). O cálculo foi feito a partir do programa estatístico G*Power 3.1 (Universität Kiel, Alemanha) sendo estabelecido dois graus de liberdade, com um poder $(1-\beta)$ de 80% e um α de 5% baseado na média e desvio-padrão dos desfechos avaliados, considerando um erro amostral de 10%, a fim de estimar o número ideal de participantes por grupo levando em consideração as possíveis perdas amostrais. Foi delimitado um n de 13 voluntários em cada grupo baseado nos desfechos força muscular inspiratória e distância percorrida no teste de caminhada de seis minutos. Considerando as possíveis perdas amostrais, foram coletados 14 indivíduos por grupo.

Protocolo do Estudo

Após a seleção da amostra as voluntárias elegíveis foram distribuídas aleatoriamente por meio de randomização em blocos, através de uma sequência de intervenção gerada pelo programa *randomization.com*. em três possíveis grupos: Grupo 1 - treinamento muscular inspiratório associado à vibração de corpo inteiro (G1); Grupo 2 - treinamento muscular inspiratório sham associado à vibração de corpo inteiro (G2) ou Grupo 3 - treinamento muscular inspiratório sham associado à vibração de corpo inteiro sham (G3). Esse processo foi realizado por uma terceira pessoa que não participou de outras etapas da pesquisa, e que posteriormente alocou a distribuição das voluntárias em envelopes opacos e numerados, garantindo assim o sigilo de alocação.

Após esta etapa, as voluntárias foram avaliadas em dois momentos distintos: pré-intervenção e pós-intervenção. Todos os procedimentos de avaliação foram realizados por uma única avaliadora que desconhecia o grupo de alocação das voluntárias, sendo os procedimentos de avaliação realizados em dois dias distintos sempre num único turno.

Protocolos de Medidas

Dados clínicos e Medidas antropométricas

A coleta de dados clínicos e antropométricos foi realizada através de instrumento próprio, para caracterização da amostra foi realizado uma prova de função pulmonar por meio de espirômetro portátil (Micro Medical, Microloop, MK8, Inglaterra) sendo considerados os valores de referência para população brasileira adulta (22), sendo coletados os valores de capacidade vital forçada (CVF), volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF₁), fluxo expiratório forçado 25-75% (FEF_{25-75%}) e a relação VEF₁/CVF de acordo com os critérios da ATS/ERS (23). Também foram registrados a presença de comorbidades (hipertensão arterial sistêmica, diabetes e osteoartrose de joelho leve ou moderada) e o uso de medicamentos de controle (anti-hipertensivos e antidiabéticos orais e/ou injetáveis).

As mensurações do peso corpóreo e estatura foram realizadas por meio de uma balança com estadiômetro de haste móvel e precisão de 100g (Balança W300 A, Welmy, Brasil). A partir dessas medidas foi calculado o IMC através do quociente massa corporal/estatura², sendo a massa expressa em quilogramas (Kg) e a estatura em metros (m).

Força muscular respiratória e periférica

A avaliação da força muscular respiratória foi realizada por meio de aferição da pressão inspiratória máxima (PIM) e pressão expiratória máxima (PEM), obtidas contra uma via aérea ocluída, com as voluntárias sentadas eretas através de um manovacuômetro digital (MVD300, Globalmed, Brasil) (24). Foram realizadas duas manobras para familiarização e aprendizado com avaliação de no mínimo cinco medidas, até serem obtidos três valores aceitáveis e reprodutíveis, com diferença inferior a 10% entre elas, sendo registrado o maior valor obtido. Para obtenção do percentual de valor predito de PIM_{pred} e PEM_{pred} foram utilizadas as seguintes equações de referência propostas para população brasileira (25,26):

$$PIM_{pred} (\text{cmH}_2\text{O}) = 63,27 - (0,55 \times \text{idade}) + (0,58 \times \text{peso})$$

$$PEM_{pred} (\text{cmH}_2\text{O}) = - 0,61 \times \text{idade} + 115,6$$

A força de prensão manual (FPM) foi avaliada com dinamômetro hidráulico manual (Smedley, Saehan, Coréia do Sul) no membro dominante, foram realizadas 3 manobras, com intervalo de pelo menos 1 minuto entre elas, sendo utilizado o maior valor obtido (27).

Desfechos Funcionais, Equilíbrio e Metabolismo muscular

Para avaliação da funcionalidade foi utilizado o Timed Up and Go Test (TUG), onde as voluntárias foram instruídas a ficar em pé a partir da posição sentada, andar o mais rápido possível por 3 metros em uma linha reta no chão e retornar o trajeto terminando na posição inicial, sendo cronometrado o tempo dispendido durante a tarefa. O teste foi realizado uma vez para familiarização e repetido duas vezes para contabilização do tempo total, sendo considerado o menor valor obtido (28,29). Menores valores de tempo dispendido para completar o teste indicam maior nível de mobilidade funcional.

O desempenho físico foi avaliado por meio de teste de caminhada de seis minutos (TC6) de acordo com as recomendações da ATS (30). As voluntárias foram previamente orientadas a utilizar vestimentas e calçados confortáveis, sendo mensurados antes e imediatamente após o TC6 os seguintes parâmetros clínicos: frequência cardíaca (FC), pressão arterial sistólica (PAS) e diastólica (PAD), saturação periférica de oxigênio, índice de percepção de esforço muscular e respiratório. A distância percorrida durante o teste foi avaliada e os valores preditos ($\text{Dist TC6}_{\text{pred}}$) foram obtidos de acordo com a equação de referência abaixo (31):

$$\text{Dist TC6}_{\text{pred}} = 890,46 - (6,11 \times \text{idade}) + (0,0345 \times \text{idade}^2) - (4,87 \times \text{IMC})$$

Para inferir o metabolismo muscular foi coletada uma amostra de sangue para obtenção dos níveis de lactato e glicose periférica antes e imediatamente após o término do TC6, através de lactímetro portátil Accutrend Plus® (Roche Accutrend Plus, Nova York, EUA) e glicosímetro portátil Accu-Chek Performa® (Roche, Nova York, EUA). Para avaliação do equilíbrio foi utilizado o teste de Tinetti subdivido em escores de equilíbrio estático ($\text{Tinetti}_{\text{est}}$), dinâmico ($\text{Tinetti}_{\text{din}}$) e total ($\text{Tinetti}_{\text{tot}}$). Este teste possui um escore máximo de 28 pontos, onde maiores valores indicam melhor desempenho (32). Todos os testes foram realizados sempre pelo mesmo examinador.

Efeitos Adversos

Durante todo o protocolo de treino as voluntárias foram interrogadas quanto à presença de efeitos adversos da intervenção tais como: prurido, fadiga, cefaléia, tontura, náuseas, entre outros. As voluntárias foram orientadas a descrever possíveis eventos colaterais ocorridos a nível domiciliar durante a TMI no diário de treino individual entregue a cada uma das participantes.

Protocolo de Intervenção

Após a avaliação inicial as voluntárias realizaram um programa de treinamento durante 12 semanas, sendo realizado e monitorado por dois terapeutas não envolvidos com os procedimentos de avaliação. O treinamento muscular inspiratório (TMI) foi realizado através de um dispositivo com resistência linear (POWERBreathe® Classic series 1st generation; Gaiam Ltd, Southam, UK), com uma frequência semanal de 7 dias e uma série de 60 repetições diárias. A intensidade de carga foi ajustada em 40% da PIM aferida durante a avaliação inicial, sendo reajustada semanalmente, nesse momento a voluntária realizava 1 série de treino completa na presença do terapeuta responsável pela intervenção e as outras séries foram realizadas a nível domiciliar. O TMI sham foi realizado através do mesmo protocolo de treino do TMI exceto pela intensidade de carga do treinamento que foi fixada em 10 cmH₂O, sendo o ajuste de carga semanal simulado, para reproduzir a mesma frequência de retorno do grupo TMI real.

O treino de vibração de corpo inteiro (VCI) foi instituído através de uma plataforma vibratória MY3 (Power Plate®, MY3, Reino Unido), com três eixos e frequência de vibração estabelecida em 35 Hz, sendo realizado com a participante descalça e joelhos semi-flexionados a 15 graus segundo protocolo realizado em estudo prévio com idosas (12). O protocolo de treinamento aplicado está exposto na Tabela 1. A VCI sham foi realizada através de um dispositivo patenteado (BR102016006148-2 A2) (33) acoplado à plataforma vibratória que emite um efeito vibratório com uma frequência mínima, isto é, sem real efeito terapêutico. O posicionamento do indivíduo e o tempo de treino VCIsham foi semelhante ao realizado nos grupos com VCI real.

Análise Estatística

Para análise da normalidade e homogeneidade da amostra foram utilizados os testes de Shapiro-Wilk e Levene. A análise descritiva foi realizada através de média, desvio padrão (DP) e intervalo de confiança (IC95%). Para comparação das variáveis entre os grupos foram utilizados o teste ANOVA one-way com *post hoc* de Bonferroni para as variáveis paramétricas e o teste de *Kruskal-Wallis* com *post hoc* de Mann-Whitney para comparação entre os grupos das variáveis não-paramétricas. A análise de sensibilidade foi realizada usando o princípio da intenção de tratar, de modo que os dados perdidos das variáveis contínuas foram avaliados utilizando a última observação relatada nos métodos. Para correlacionar as variáveis contínuas foi utilizado o teste de correlação de Pearson. A análise foi conduzida pelo programa Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) para Windows (versão 20.0, Chicago, IL) e um nível de significância de $p < 0.05$ foi estabelecido.

RESULTADOS

A amostra final do estudo incluiu 42 voluntárias inseridas em três grupos, conforme exposto na figura 1. As características iniciais das participantes constam na Tabela 2, sendo observado que os grupos eram previamente homogêneos entre si. Cerca de 79% das voluntárias eram hipertensas em uso de medicação de controle ($p=0,672$), 43% eram diabéticas em uso de medicação oral ($p=1,00$) e 21% apresentavam osteoartrose de joelho leve a moderada ($p=0,295$) sem diferenças entre os grupos.

A Tabela 3 mostra os resultados entre grupos das variáveis de força muscular, escores de TUG e equilíbrio após a intervenção. Foi observado uma diminuição no tempo do TUG nos grupos 1 e 2 em relação ao G3 ($p<0,001$ e $p=0,014$ respectivamente), aumento dos escores de equilíbrio no G1 em relação ao G3 e incremento de força muscular respiratória no G1 em relação aos G2 e G3. Não foram observadas diferenças entre os grupos nos valores de FPM. Foi observada uma correlação negativa entre o TUG e a $PIM\%_{pred}$ ($r= - 0,383$ e $p=0,012$) e a $PEM\%_{pred}$ ($r= - 0,402$ e $p=0,008$) pós-treino.

A tabela 4 mostra os resultados entre grupos das variáveis de desempenho físico e metabolismo muscular. Os grupos 1 e 2 apresentaram aumento nos escores de distância percorrida do TC6 em relação ao G3, não foram observadas diferenças entre os grupos nas variáveis correspondentes ao lactato e glicose periféricos. Além disto, a distância percorrida no TC6 após a intervenção teve uma correlação positiva com os valores de PIM ($r= 0,408$ e $p=0,007$) e PEM ($r= 0,349$ e $p=0,023$).

Durante o período de intervenção com VCI, 57% das participantes do G1 (8 indivíduos) e 64% do G2 (9 voluntárias) relataram como efeitos adversos: prurido em nariz, membros superiores e/ou inferiores (88,2%) ou câimbras (2 voluntárias). No entanto, estes efeitos cessaram alguns minutos após o início da sessão de treinamento. No G3 não houveram relatos de reações adversas durante o protocolo de intervenção com VCI. Durante a realização do TMI, 14,29% das participantes do G1 relataram dispneia leve ao final da série de treino durante as duas semanas iniciais, uma voluntária (7,14%) do G2 e duas (14,29%) do G3 referiram náuseas durante as primeiras sessões domiciliares.

DISCUSSÃO

Os resultados desta pesquisa revelam que um protocolo de treinamento com vibração de corpo inteiro associado ao treino de resistência muscular inspiratório é eficaz na melhoria da força muscular, escores de TUG, equilíbrio e distância percorrida do teste de

caminhada de seis minutos em idosas pré-frágeis. O treino de VCI isolado também gera repercussões sobre os escores do TUG e aumenta a distância percorrida no TC6. No entanto, as intervenções não modificaram a força de preensão manual e as variações de glicose e lactato após esforço físico moderado. No nosso conhecimento, até o presente momento não foram encontrados outros estudos que tivessem associado essas duas modalidades de treinamento em idosos.

Força muscular respiratória e periférica

Nossos resultados mostram que a associação da VCI com TMI aumentam a força muscular respiratória, semelhante aos resultados encontrados em outros estudos realizados em idosos realizando o TMI como intervenção isolada (34) ou associado a outras modalidades de treinamento físico (16) quando comparados a grupos placebos. Um recente estudo (17), ao comparar os efeitos do treino de resistência periférico com TMI em idosos com sarcopenia, observou que cada grupo obtinha aumento na força muscular específica que estava sendo tratada concordando com nossos achados de especificidade do treino. No entanto, não houveram diferenças nos valores de PIM e PEM nos grupos VCI (G2) e Sham (G3), apesar de ambos terem aumentado seus valores em relação ao estado basal. Acreditamos que este resultado ocorreu devido ao condicionamento neural resultante de exposições repetidas à mesma tarefa (efeito de aprendizagem). Assim, o aumento de força muscular respiratória em relação aos valores prévios ocorreu pela melhora do padrão de recrutamento neuromuscular (18), produzindo os mesmos resultados nos grupos que realizaram TMI sham, visto que o ganho de força adicional do grupo VCI e TMI associados possivelmente foi produzido pela hipertrofia muscular desenvolvida durante o TMI, já demonstrada em estudos prévios com idosas (18).

Com relação à força muscular periférica, não foram observadas diferenças entre os grupos nos valores de FPM após o protocolo de intervenção instituído. Similar aos nossos resultados Santin-Medeiros et al verificaram que um programa de treino de VCI durante 8 meses não alterou os valores de FPM em mulheres idosas, apesar de prevenir a perda de diâmetro muscular nos membros inferiores (14). No entanto, Dutra et al ao realizarem VCI por 12 meses em idosas com osteopenia relataram um ganho de aproximadamente 4% nos valores de FPM em relação ao grupo controle (15).

Morel et al observaram que a VCI não interfere na ativação muscular com desenvolvimento de força dos músculos extensores do punho e de preensão manual em homens saudáveis (35). Assim, o mecanismo envolvido no possível ganho de força muscular

em membros superiores durante a VCI permanece inconclusivo, uma possível explicação seria a posição adotada durante os protocolos de treino instituídos nos estudos, que requer extensão dos braços com preensão manual para apoio nas alças de suporte da plataforma. A manutenção dessa postura durante as sessões de treinos consecutivas poderia ser estímulo suficiente em idosos mais debilitados que nossa população, satisfazendo o princípio de sobrecarga de treino com ganho de força por demanda isométrica.

Apesar da FPM ser considerada como um preditor de força muscular global e prognóstico de mortalidade (36), poucas participantes deste estudo possuíam como critério de pré-fragilidade a baixa FPM, sugerindo que efeitos terapêuticos mais expressivos sobre a FPM são desenvolvidos em populações mais deficientes (idosos residentes em instituições de longa permanência, frágeis ou com sarcopenia clínica constatada) e/ou com período de intervenções mais prolongados. Além disto, alguns estudos apontam a baixa especificidade da FPM que revela uma fraca relação com a força de extensores de quadril (37), como o protocolo de VCI utilizado neste estudo foi mais específico para membros inferiores talvez tenha contribuído para ausência de achados sobre a força dos membros superiores.

Desfechos Funcionais, Equilíbrio e Metabolismo Muscular

Os escores finais do TUG foram menores nos grupos VCI associada ao TMI e VCI (G2), concordando com resultados de estudos prévios que aplicaram VCI em idosos frágeis (8,9). Sugerimos que a atuação direta da vibração sobre os fusos musculares com contrações musculares reflexas desenvolvem um melhor desempenho muscular ao longo do treinamento com aumento de força dos membros inferiores, além de benefícios proprioceptivos o que se reflete em aumento da velocidade de marcha. Medidas baseadas no desempenho funcional como TUG comprovaram ter maior eficácia em prever quedas do que históricos clínicos ou instrumentos de autorrelato (38). Assim, os resultados encontrados nos escores do TUG além de rastreamento mais efetivamente idosos com maior necessidade de condutas terapêuticas, podem prever possíveis elementos modificáveis durante a realização do teste (função muscular de membros inferiores, amplitude de movimento e equilíbrio em diferentes contextos sensoriais) (38) que podem ser aprimorados ao longo do tratamento.

Um menor tempo no TUG demonstra melhor desempenho funcional deste modo, valores $\geq 13,5$ segundos têm sido descritos como ponto de corte para idosos propensos a quedas (38), e alguns estudos sugerem que tempo maior que 12 segundos justificaria início de uma intervenção preventiva (39). Nossos valores prévios indicam que nossas voluntárias já apresentavam escores de risco latente, o que foi modificado após a intervenção nos grupos

VCI associada ao TMI e VCI. Uma revisão sistemática mostrou que a diferença dos escores do TUG dependia do estado funcional inicial dos pacientes, sendo observado que uma diferença de média de 0,63 segundos no desempenho do TUG já possuía impacto sobre o prognóstico funcional em idosos comunitários (40). Sendo assim, nossos achados sugerem que em idosas pré-frágeis a associação de TMI e VCI é uma estratégia modificadora de desfechos funcionais adversos.

Os escores do teste de equilíbrio de Tinetti foram maiores no grupo VCI associada ao TMI, esses resultados foram inusitados visto que, esperávamos o mesmo comportamento no grupo VCI como ocorrido no TUG em relação ao grupo Sham. No entanto, é importante observar que os escores iniciais observados em nossas voluntárias indicavam que a amostra não apresentava deficiência de equilíbrio e que todos os grupos tiveram aumento na pontuação final do teste. Um estudo ao aplicar VCI em mulheres idosas durante oito meses não observou alterações no equilíbrio semelhante aos nossos achados, apesar do treinamento parecer prevenir a perda de área de secção transversa do quadríceps (14), contudo Dutra et al. (15) mostraram que idosas osteopênicas após 12 meses de VCI apresentaram melhorias no equilíbrio estático (+ 6,8%), em ambos os estudos o grupo controle não foi exposto a outra intervenção sendo orientado a manter suas atividades habituais.

O envelhecimento aumenta a “sincronização respiratória postural” uma nova métrica que tem sido utilizada como marcador clínico de controle postural alterado (41). Esta medida reflete o grau em que a respiração afeta as flutuações posturais ao longo do tempo e influencia o centro de massa do corpo quando em pé (41). Sob esta perspectiva, Holmes et al. mostraram que o treinamento de Tai Chi, que enfatiza a coordenação da respiração e dos movimentos corporais, otimiza a interação funcional entre esses dois sistemas com redução da sincronização respiratória postural em posição ortostática, com os olhos abertos ou fechados (42). Entretanto, Lee et al. (43) ao realizarem exercícios diafragmáticos e abdominais em indivíduos hemiplégicos não observaram diferença nos escores de teste de equilíbrio do grupo treinado em relação ao controle, mas foi observado um ganho em relação aos valores basais ao final da intervenção. Assim, acreditamos que uma hipótese explicativa para os resultados encontrados seja que a associação de VCI e TMI deve atuar sobre diferentes musculaturas envolvidas na manutenção da posição vertical como abdominais, músculos acessórios da respiração e membros inferiores bem como, diminuir a sincronização respiratória postural gerando um efeito mais pronunciado sobre os escores de equilíbrio avaliados.

Os grupos VCI associada ao TMI e VCI (G2) exibiram um aumento de aproximadamente 20% e 13% respectivamente, na distância percorrida no TC6 em relação ao

grupo sham que não apresentou ganhos. Esse resultado reforça nossa hipótese que os dois protocolos de treino instituídos são eficazes na melhoria do desempenho físico em uma população pré-frágil, podendo atuar como fator de prevenção na progressão para o fenótipo de fragilidade. O VCI vem trazendo resultados benéficos sobre a capacidade funcional de populações mais debilitadas como portadores de doença pulmonar obstrutiva crônica (44) e osteoartrose de joelho (45). Assim, nossos achados recomendam que a associação das duas intervenções justapõe os ganhos terapêuticos trazendo incremento funcional a uma população vulnerável, porém não debilitada (pré-frágil). Além disso, nosso estudo mostrou que a força muscular respiratória está associada com os escores do TUG e distância percorrida no TC6, algumas pesquisas sugerem que além de preditor de desfechos de saúde, a função muscular respiratória está associada à velocidade da marcha em idosos (46), portanto sugerimos que intervenções que contribuam para aumento da força muscular respiratória podem diminuir o risco de disfunções físicas futuras nesses indivíduos.

O protocolo de treino realizado no presente estudo não exerceu influência sobre a variação de glicemia e lactato em idosos pré-frágeis durante um exercício submáximo. Pessoa et al. mostrou que durante a VCI aguda ocorre uma diminuição no nível de glicose e aumento na concentração de lactato sanguíneo, devido ao gasto energético dispendido durante o exercício que diminui os níveis de glicose basais, além das sucessivas contrações musculares induzidas pelo reflexo tônico vibratório que incrementa a liberação de lactato muscular (47). No entanto, a ausência de alteração glicêmica e de lactato a longo prazo reforça a ideia que 12 semanas de VCI e/ou a intensidade de treino utilizada podem não ser suficientes para gerar adaptações crônicas induzidas pelo exercício sobre o metabolismo muscular e hepático.

Efeitos Adversos

Os efeitos adversos relatados pelas voluntárias cessaram alguns minutos após o início da sessão de treinamento, indicando que o protocolo instituído parece ser um procedimento seguro que pode induzir apenas efeitos colaterais transitórios sobre essa população. Acreditamos que a alta prevalência desses efeitos colaterais nos grupos que realizaram VCI seja devido ao aumento significativo do fluxo sanguíneo local já constatado em outros estudos (48), onde foi observado que a VCI aumentava a temperatura e hiperemia cutânea, com manifestação clínica de prurido semelhante ao relatado pelas nossas voluntárias.

Limitações

Algumas limitações encontradas neste estudo podem ter comprometido a abrangência dos resultados encontrados. Dentre estas, podemos destacar que a plataforma

vibratória utilizada na pesquisa possuía uma frequência fixa de 35Hz e uma amplitude máxima de 4mm, impossibilitando a aplicação de uma dose terapêutica maior. A ausência de dados de força muscular dos membros inferiores avaliados por dinamômetro isocinético também limitaram a inferência dos achados de desfechos funcionais. No entanto, a análise de sensibilidade realizada através da intenção de tratar e o perfil da amostra estudada (portadoras de comorbidades geriátricas habituais), faz com que nossos achados sejam extrapolados para os cenários clínicos onde existem eventuais perdas de pacientes durante o tratamento e outras condições de saúde associadas à condição da pré-fragilidade.

CONCLUSÃO

A associação de vibração de corpo inteiro com treinamento muscular inspiratório é eficaz no aumento da força muscular respiratória, escores de TUG, equilíbrio e distância percorrida do TC6 em idosas pré-frágeis. Não foram observadas modificações na força de preensão manual e no metabolismo muscular.

REFERÊNCIAS

1. Clegg A, Young J, Iliffe S, Rikkert MO, Rockwood K. Frailty in elderly people. *Lancet*. 2013;381(9868): 752-762.
2. Fried LP, Tangen CM, Walston J, Newman AB, Hirsch C, Gottdiener J, et al. Frailty in older adults: evidence for a phenotype. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2001 Mar;56(3):M146-56.
3. Sousa-Santos AR, Afonso C, Moreira P, Padrão P, Santos A, Borges N, et al. Weakness: The most frequent criterion among pre-frail and frail older Portuguese. *Arch Gerontol Geriatr*. 2018 Jan;74:162-8.
4. Lorenzo-López L, López-López R, Maseda A, Buján A, Rodríguez-Villamil JL, Millán-Calenti JC. Changes in frailty status in a community-dwelling cohort of older adults: The VERISAÚDE study. *Maturitas*. 2019 Jan;119:54-60.
5. Hanlon P, Nicholl BI, Jani BD, Lee D, McQueenie R, Mair FS. Frailty and pre-frailty in middle-aged and older adults and its association with multimorbidity and mortality: a prospective analysis of 493 737 UK Biobank participants. *Lancet Public Heal*. 2018 Jul;3(7):e323-32.
6. Thompson MQ, Theou O, Adams RJ, Tucker GR, Visvanathan R. Frailty state transitions and associated factors in South Australian older adults. *Geriatr Gerontol Int*. 2018 Nov;18(11):1549-55.
7. Morley JE, Vellas B, van Kan GA, Anker SD, Bauer JM, Bernabei R, et al. Frailty consensus: a call to action. *J Am Med Dir Assoc*. 2013 Jun;14(6):392-7.
8. Zhang, L. et al. Effect of whole-body vibration exercise on mobility, balance ability and general health status in frail elderly patients: a pilot randomized controlled trial. *Clinical rehabilitation*. 2014;28:59-68.
9. Pollock RD, Martin FC, Newham, DJ. Whole-body vibration in addition to strength and balance exercise for falls-related functional mobility of frail older adults: a single-blind randomized controlled trial. *Clinical rehabilitation*. 2012;26(10):915-23.

10. Pegorari MS, Ruas G, Patrizzi LJ. Relationship between frailty and respiratory function in the community-dwelling elderly. *Brazilian Journal of Physical Therapy*. 2013;17(1): 9-16.
11. Cebrià i Iranzo M dels À, Arnall DA, Camacho CI, Tomás JM. Effects of Inspiratory Muscle Training and Yoga Breathing Exercises on Respiratory Muscle Function in Institutionalized Frail Older Adults. *J Geriatr Phys Ther*. 2014;37(2):65–75.
12. Pessoa MF, Brandão DC, Sá RB, Barcelar JM, Rocha TDS, Souza HCM, Dornelas de Andrade A. Vibrating Platform Training Improves Respiratory Muscle Strength, Quality of Life, and Inspiratory Capacity in the Elderly Adults: A Randomized Controlled Trial. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2016;72(5):683-688.
13. Orr R. The effect of whole body vibration exposure on balance and functional mobility in older adults: a systematic review and meta-analysis. *Maturitas*. 2015 Apr;80(4):342–58.
14. Santin-Medeiros F, Rey-López JP, Santos-Lozano A, Cristi-Montero CS, Garatachea Vallejo N. Effects of Eight Months of Whole-Body Vibration Training on the Muscle Mass and Functional Capacity of Elderly Women. *J strength Cond Res*. 2015 Jul;29(7):1863–9.
15. Dutra MC, de Oliveira ML, Marin R V, Kleine HCR, Silva OL, Lazaretti-Castro M. Whole-body vibration improves neuromuscular parameters and functional capacity in osteopenic postmenopausal women. *Menopause*. 2016;23(8):870–5.
16. Alvarenga G, Charkovski S, Santos L, Silva M, Tomaz G, Gamba H. The influence of inspiratory muscle training combined with the Pilates method on lung function in elderly women: A randomized controlled trial. *Clinics*. 2018 Jul 26;73.
17. Cebrià i Iranzo MÀ, Balasch-Bernat M, Tortosa-Chuliá MÁ, Balasch-Parisi S. Effects of Resistance Training of Peripheral Muscles Versus Respiratory Muscles in Older Adults With Sarcopenia Who are Institutionalized: A Randomized Controlled Trial. *J Aging Phys Act*. 2018 Oct;26(4):637–46.
18. Souza H, Rocha T, Pessoa M, Rattes C, Brandão D, Fregonezi G, et al. Effects of inspiratory muscle training in elderly women on respiratory muscle strength, diaphragm thickness and mobility. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2014 Dec;69(12):1545–53.
19. Batistoni SST, Neri AL, Cupertino, AFPB. Validade da escala de depressão do Center for Epidemiological Studies entre idosos brasileiros. *Journal of Public Health*. 2007; 41(4):598-605.
20. Lustosa, LP; Pereira, DS; Dias, RC; Britto, RR; Parentoni, AN; Pereira L. Translation and cultural adaptation of the Minnesota Leisure Time Activities Questionnaire in community-dwelling older people. *Brazilian Geriatr Gerontol*. 2011;5(2):57–65.
21. Lourenço RA, Veras RP. Mini-Mental State Examination: psychometric characteristics in elderly outpatients. *Rev Saude Publica*. 2006 Aug;40(4):712–9. .
22. Pereira CA de C, Sato T, Rodrigues SC. New reference values for forced spirometry in white adults in Brazil. *J Bras Pneumol*. 2007 Aug;33(4):397–406.
23. ATS/ERS Statement on respiratory muscle testing. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002 Aug 15;166(4):518–624.
24. Evans JA, Whitelaw WA. The assessment of maximal respiratory mouth pressures in adults. *Respir Care*. 2009 Oct;54(10):1348–59.
25. Neder JA, Andreoni S, Lerario MC, Nery LE. Reference values for lung function tests. II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. *Rev Bras Pesqui Med Biol*. 1999 Jun;32(6):719–27.
26. Pessoa IMBS, Hourí Neto M, Montemezzo D, Silva LAM, Andrade AD, Parreira, VF. Predictive equations for respiratory muscle strength according to international and

- Brazilian guidelines. *Brazilian Journal of Physical Therapy*. 2014;18(5):410-418.
27. Silva, Silvia Lanziotti Azevedo; Silva, Vanessa Gomes; Máximo, Leani Sousa; Dias, João Marcos Domingues; Dias RC. Comparison between different cut-off points in the classification of frailty profile in community-living elderly. *Brazilian Geriatr Gerontol*. 2011;5(3):130–5.
 28. Cherian, AJ; Kanagaraj, R; Jidesh, V. V; Swaminathan N. A Study to Evaluate the Correlation between Tinetti performance Oriented Mobility (Tinetti POMA) with Functional Reach Test (FRT) and Timed UP and Go Test (TUG) in Assessing Balance among Elderly. *Indian J Physiother Occup Ther*. 2016;10(3):203–7.
 29. Blackwood J, Shubert T, Forgarty K, Chase C. Relationships Between Performance on Assessments of Executive Function and Fall Risk Screening Measures in Community-Dwelling Older Adults. *J Geriatr Phys Ther*. 2016;39(2):89–96.
 30. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002 Jul 1;166(1):111–7.
 31. Britto RR, Probst VS, Dornelas de Andrade AF, Samor, GAR, Hernandez NA, Marinho PEM et al. Reference equations for the six-minute walk distance based on a Brazilian multicenter study. *Brazilian Journal of Physical Therapy*. 2013;17(6):556-563.
 32. Scena S, Steindlera R, Moira, Ceci;Zuccaro S, Carmeli E. Computerized Functional Reach Test to Measure Balance Stability in Elderly Patients With Neurological Disorders. *J Clin Med Res*. 2016;8(10):715–20.
 33. Pessoa, Maíra Florentino; Souza, Helga Cecília Muniz; Fuzari, Helen Kerlen Bastos; Rodrigues, Marco Aurélio Benedetti; Marinho, Patrícia Érika de Melo; Dornelas de Andrade A de F. Dispositivo Para Simulação (sham) de vibração acoplado à plataforma vibratória. *Brasil*; BR 102016006148-2 A2, 2017. p. 1–8.
 34. Mills DE, Johnson MA, Barnett YA, Smith WHT, Sharpe GR. The Effects of Inspiratory Muscle Training in Older Adults. *Med Sci Sport Exerc*. 2015 Apr;47(4):691–7.
 35. Morel DS, Marín PJ, Moreira-Marconi E, Dionello CF, Bernardo-Filho M. Can Whole-Body Vibration Exercises in Different Positions Change Muscular Activity of Upper Limbs? A Randomized Trial. *Dose Response*. 2018;16(4):1559325818804361.
 36. Leong DP, Teo KK, Rangarajan S, Lopez-Jaramillo P, Avezum A, Orlandini A, et al. Prognostic value of grip strength: findings from the Prospective Urban Rural Epidemiology (PURE) study. *Lancet*. 2015 Jul;386(9990):266–73.
 37. Felicio DC, Pereira DS, Assumpção AM, de Jesus-Moraleida FR, de Queiroz BZ, da Silva JP, de Brito Rosa NM, Dias JM, Pereira LS. Poor correlation between handgrip strength and isokinetic performance of knee flexor and extensor muscles in community-dwelling elderly women. *Geiatr Gerontol Int*. 2014 Jan;14(1):185-9.
 38. Lusardi MM, Fritz S, Middleton A, Allison L, Wingood M, Phillips E, et al. Determining Risk of Falls in Community Dwelling Older Adults. *J Geriatr Phys Ther*. 2017;40(1):1–36.
 39. Barry E, Galvin R, Keogh C, Horgan F, Fahey T. Is the Timed Up and Go test a useful predictor of risk of falls in community dwelling older adults: a systematic review and meta-analysis. *BMC Geriatr*. 2014 Feb 1;14:14.
 40. Schoene D, Wu SM-S, Mikolaizak AS, Menant JC, Smith ST, Delbaere K, et al. Discriminative Ability and Predictive Validity of the Timed Up and Go Test in Identifying Older People Who Fall: Systematic Review and Meta-Analysis. *J Am Geriatr Soc*. 2013 Feb;61(2):202–8.
 41. Manor BD, Hu k, Peng CK, Lipsitz LA, Novak V. Posturo-respiratory synchronization: effects of aging and stroke. *Gait Posture*. 2012 Jun;36(2):254-259.

42. Holmes ML, Manor B, Hsieh WH, Hu K, Lipsitz LA, Li L. Tai Chi training reduced coupling between respiration and postural control. *Neurosci Lett*. 2016 Jan 610:60-65.
43. Lee H-J, Kang T-W, Kim B-R. Effects of diaphragm and deep abdominal muscle exercise on walking and balance ability in patients with hemiplegia due to stroke. *J Exerc Rehabil*. 2018 Aug;14(4):648–53.
44. Zhou J, Pang L, Chen N, Wang Z, Wang C, Hai Y, et al. Whole-body vibration training - better care for COPD patients: a systematic review and meta-analysis. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*. 2018;13:3243–54.
45. Wang P, Yang L, Li H, Lei Z, Yang X, Liu C, et al. Effects of whole-body vibration training with quadriceps strengthening exercise on functioning and gait parameters in patients with medial compartment knee osteoarthritis: a randomised controlled preliminary study. *Physiotherapy*. 2016 Mar;102(1):86–92.
46. Parentoni AN, Mendonça VA, Dos Santos KD, Sá LF, Ferreira FO, Gomes Pereira DA, et al. Gait Speed as a Predictor of Respiratory Muscle Function, Strength, and Frailty Syndrome in Community-Dwelling Elderly People. *J frailty aging*. 2015;4(2):64–8.
47. Pessoa MF, Souza HCM de, Silva APV da, Clemente R dos S, Brandão DC, Dornelas de Andrade A. Acute Whole Body Vibration Decreases the Glucose Levels in Elderly Diabetic Women. *Rehabil Res Pract*. 2018 Jun 5;2018:1–7.
48. Elfering A, Zahno J, Taeymans J, Blasimann A, Radlinger L. Acute effects of stochastic resonance whole body vibration. *World J Orthop*. 2013;4(4):291–8.

Tabela 01. Protocolo de treino de vibração de corpo inteiro

Semanas	1 ^a e 2 ^a	3 ^a e 4 ^a	5 ^a a 8 ^a	9 ^a a 12 ^a
Amplitude	A= 2mm	A= 4mm	A= 4mm	A= 4mm
Tempo	10 minutos	15 minutos	20 minutos	30 minutos
Tempo vibração/ tempo descanso	60seg/30seg	60seg/30seg	60seg/30seg	60seg/30seg

Tabela 2. Características iniciais dos Grupos

VARIÁVEIS	GRUPO 1 TMI +VCI		GRUPO 2 TMisham +VCI		GRUPO 3 TMisham +VCIsham		p-valor
	Média ± DP	IC 95%	Média ± DP	IC 95%	Média ± DP	IC 95%	
Idade (anos)	68,71 ± 4,27	(66,25 – 71,18)	68,78 ± 4,56	(66,15 – 71,42)	67,71 ± 3,95	(65,43 – 69,99)	0,760
Peso (Kg)	67,71 ± 8,33	(62,90 – 72,53)	74,36 ± 12,34	(67,23 – 81,48)	72,20 ± 12,4	(65,04 – 79,36)	0,288
Altura (m)	1,56 ± 0,04	(1,54 – 1,58)	1,56 ± 0,06	(1,52 – 1,59)	1,55 ± 0,07	(1,51 – 1,60)	0,976
IMC (Kg/m ²)	27,71 ± 3,04	(25,95 – 29,46)	30,16 ± 4,61	(27,49 – 32,82)	29,75 ± 4,92	(26,91 – 32,59)	0,278
MEEM	28,07 ± 1,68	(27,10 – 29,04)	28,43 ± 1,65	(27,47 – 29,38)	28,21 ± 1,25	(27,49 – 28,94)	0,827
VEF ₁ % _{pred}	89,78 ± 11,52	(83,13 – 96,44)	87,71 ± 11,19	(81,25 – 94,17)	82,43 ± 6,96	(78,41 – 86,45)	0,153
CVF ₁ % _{pred}	85,00 ± 9,14	(79,72 – 90,28)	83,21 ± 10,27	(77,29 – 89,14)	81,43 ± 5,34	(78,34 – 84,51)	0,545
VEF ₁ /CVF ₁ % _{pred}	111,00 ± 4,04	(108,67 – 113,33)	111,21 ± 9,02	(106,00 – 116,42)	108,64 ± 9,58	(103,11 – 114,17)	0,640
FEF ₂₅₋₇₅ % _{pred}	122,78 ± 29,74	(105,61 – 139,96)	115,21 ± 28,07	(99,01 – 131,42)	103,78 ± 21,51	(91,37 – 116,20)	0,179
Velocidade de marcha (s)	1,07 ± 0,74	(1,03 – 1,11)	1,06 ± 0,12	(1,00 – 1,13)	1,09 ± 0,17	(1,00 – 1,19)	0,796
Força de Prensação Manual (Kg)	24,71 ± 3,02	(22,97 – 26,46)	25,57 ± 5,06	(22,65 – 28,50)	23,14 ± 4,32	(20,64 – 25,64)	0,315
Timed Up Go Test (s)	12,82 ± 2,20	(11,55 – 14,09)	12,87 ± 4,10	(10,51 – 15,24)	13,54 ± 1,56	(12,64 – 14,44)	0,610
Timeti _{estático}	14,43 ± 1,40	(13,62 – 15,24)	13,43 ± 2,14	(12,19 – 14,66)	13,64 ± 1,60	(12,72 – 14,56)	0,373
Timeti _{dinâmico}	11,64 ± 0,63	(11,28 – 12,01)	11,07 ± 0,92	(10,54 – 11,60)	11,36 ± 1,55	(10,46 – 12,25)	0,182
Timeti _{total}	26,14 ± 1,79	(25,11 – 27,18)	24,50 ± 2,59	(23,00 – 26,00)	24,93 ± 2,43	(23,52 – 26,33)	0,207
PIM% _{pred}	121,58 ± 19,14	(110,54 – 132,63)	102,52 ± 14,28	(94,27 – 110,77)	111,56 ± 32,03	(93,07 – 130,06)	0,105
PEM% _{pred}	111,52 ± 17,86	(101,20 – 121,83)	110,49 ± 18,79	(99,64 – 121,34)	96,60 ± 22,90	(83,38 – 109,83)	0,130
Distância TC6 (m)	405,21 ± 56,34	(372,68 – 437,74)	411,21 ± 92,74	(357,66 – 464,76)	408,43 ± 52,40	(378,17 – 438,69)	0,966
Distância TC6% _{pred}	84,53 ± 11,28	(78,02 – 91,04)	88,09 ± 19,61	(76,77 – 99,42)	86,92 ± 11,64	(80,20 – 93,64)	0,884
Variação FC (bpm)	14,57 ± 11,40	(8,00 – 21,15)	18,00 ± 13,44	(10,24 – 25,76)	17,07 ± 12,35	(9,94 – 24,20)	0,714
Variação PAS (mmHg)	20,71 ± 24,36	(6,65 – 34,78)	12,14 ± 16,65	(2,52 – 21,76)	17,78 ± 16,10	(8,49 – 27,08)	0,601
Variação PAD (mmHg)	7,43 ± 10,63	(1,29 – 13,57)	8,00 ± 10,87	(1,72 – 14,28)	7,93 ± 7,25	(3,74 – 12,11)	0,938
Variação lactato (mmol/L)	1,37 ± 1,01	(0,79 – 1,95)	0,97 ± 0,82	(0,50 – 1,45)	1,38 ± 1,44	(0,54 – 2,21)	0,376
Variação glicose (mg/dL)	-12,78 ± 16,71	(-22,43 – (-3,14))	-31,07 ± 27,77	(-47,11 – (-15,04))	0,57 ± 59,93	(-34,03 – 35,18)	0,102

IMC: índice de massa corpórea; MEEM: mini exame do estado mental; %_{pred}: percentual da variável predita; VEF₁: volume expiratório forçado no primeiro segundo; CVF: capacidade vital forçada; VEF₁/CVF: razão entre volume expiratório forçado e capacidade vital forçada; FEF₂₅₋₇₅: fluxo expiratório foçado entre 25 e 75% da curva da CVF; PIM: pressão inspiratória máxima; PEM: pressão expiratória máxima; TC6: teste de caminhada de seis minutos; FC: frequência cardíaca; PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica; Variação variável: medida pós TC6 – medida pré TC6.

Tabela 3. Variáveis de força muscular e desfechos funcionais pós-intervenção

VARIÁVEIS	GRUPO 1 TMI +VCI		GRUPO 2 TMIsham +VCI		GRUPO 3 TMIsham +VCIsham		p	p ^a	p ^b	p ^c
	Média ± DP	IC 95%	Média ± DP	IC 95%	Média ± DP	IC 95%				
FPM (Kg)	25,64 ± 3,67	(23,52 – 27,77)	27,14 ± 5,50	(23,97 – 30,32)	23,18 ± 4,22	(20,74 – 25,62)	0,078	0,475	0,078	1,00
Timed Up Go Test (s)	9,98 ± 1,80	(8,94 – 11,02)	11,04 ± 1,98	(8,94 – 11,02)	12,87 ± 1,63	(11,93 – 13,81)	0,002**	0,001**	0,014**	0,154
Timed Test	15,50 ± 0,85	(15,00 – 15,99)	14,43 ± 1,99	(13,28 – 15,58)	14,07 ± 1,73	(13,07 – 15,07)	0,046**	0,016**	0,436	0,084
Timed6m	11,93 ± 0,27	(11,77 – 12,08)	11,28 ± 0,82	(10,81 – 11,76)	11,14 ± 1,35	(10,36 – 11,92)	0,025**	0,013**	0,920	0,12
Timed10m	27,43 ± 1,09	(26,80 – 28,06)	25,71 ± 2,33	(24,37 – 27,06)	25,57 ± 2,38	(24,20 – 26,94)	0,018**	0,008**	0,797	0,20
PIM (cmH ₂ O)	114,92 ± 21,29	(102,64 – 127,22)	91,28 ± 23,10	(77,95 – 104,62)	85,21 ± 27,02	(69,61 – 100,81)	0,005*	0,006*	1,00	0,038*
PIM% _{pred}	176,41 ± 21,48	(164,01 – 188,81)	132,32 ± 23,96	(118,49 – 146,15)	128,47 ± 49,23	(100,05 – 156,90)	0,001*	0,002*	1,00	0,004*
PEM (cmH ₂ O)	98,71 ± 18,39	(88,09 – 109,34)	90,78 ± 22,48	(77,80 – 103,77)	80,21 ± 27,11	(82,53 – 97,28)	0,115	0,118	0,690	1,00
PEM% _{pred}	133,82 ± 23,70	(120,14 – 147,50)	123,07 ± 28,70	(106,50 – 139,64)	107,86 ± 36,14	(86,99 – 128,73)	0,083	0,082	0,561	1,00

FPM: força de preensão manual; PIM: pressão inspiratória máxima; PEM: pressão expiratória máxima; *p<0,05 (teste ANOVA one-way com post hoc de Bonferroni); **p<0,05 (teste Kruskal-Wallis com post hoc de Mann-Whitney); ^a comparação entre grupo 1 x grupo 3; ^b comparação entre grupo 2 x grupo 3; ^c comparação entre grupo 2 x grupo 1.

Tabela 4. Variáveis de desempenho físico e metabolismo muscular pós intervenção

	GRUPO TMI +VCI		GRUPO TMIsham +VCI		GRUPO TMIsham +VCIsham		p	p ^a	p ^b	p ^c
	MÉDIA ± DP	IC 95%	MÉDIA ± DP	IC 95%	MÉDIA ± DP	IC 95%				
Distância TC6 (m)	482,86 ± 59,67	(448,40 – 517,31)	460,14 ± 91,27	(407,44 – 512,84)	407,71 ± 42,35	(383,26 – 432,17)	0,012*	0,001*	0,093	0,765
Var. TC6 (m)	77,64 ± 47,51	(50,21 – 105,08)	48,93 ± 42,48	(24,40 – 73,46)	-0,71 ± 27,52	(-16,60 – 15,17)	< 0,001*	< 0,001*	0,003*	0,066
ATC6%	20,31 ± 14,62	(11,87 – 28,75)	13,02 ± 12,14	(6,00 – 20,03)	0,27 ± 6,51	(-3,49 – 4,03)	< 0,001*	< 0,001*	0,005*	0,129
Dist TC6% _{pred}	100,78 ± 12,20	(93,74 – 107,83)	98,77 ± 20,17	(87,12 – 110,42)	86,83 ± 10,20	(80,94 – 92,72)	0,032*	0,008*	0,066	0,890
Var. FC (bpm)	14,71 ± 11,25	(8,22 – 21,21)	13,50 ± 12,52	6,27 ± 20,73	20,14 ± 16,71	(10,49 – 29,79)	0,562	-	-	-
Var. PAS (mmHg)	6,50 ± 5,69	(3,21 – 9,79)	12,86 ± 14,94	(4,23 – 21,48)	19,71 ± 21,13	(7,51 – 31,92)	0,151	-	-	-
Var. PAD (mmHg)	1,71 ± 7,96	(-2,88 – 6,31)	10,14 ± 9,15	(4,86 – 15,43)	7,93 ± 14,24	(-0,29 – 16,15)	0,108	-	-	-
Var. lactato (mmol/L)	0,61 ± 1,56	(-0,29 – 1,51)	0,88 ± 0,98	(0,32 – 1,45)	0,73 ± 0,66	(0,36 – 1,11)	0,215	-	-	-
Var. glicose (mg/dL)	-19,43 ± 20,53	(-31,28 – (-7,57))	-22,78 ± 32,99	(-41,84 – (-3,73))	-13,86 ± 13,75	(-21,80 – (-5,91))	0,877	-	-	-

TC6: teste de caminhada de seis minutos; Var. variável: medida pós TC6 – medida pré TC6; Avariável%: medida pós-medida pré/medida pré; Dist TC6%_{pred}: percentual da distância percorrida do TC6 predia; FC: frequência cardíaca; PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica; *p<0,05 (teste Kruskal-Wallis com post hoc de Mann-Whitney); ^a comparação entre grupo 1 x grupo 3; ^b comparação entre grupo 2 x grupo 3; ^c comparação entre grupo 2 x grupo 1.

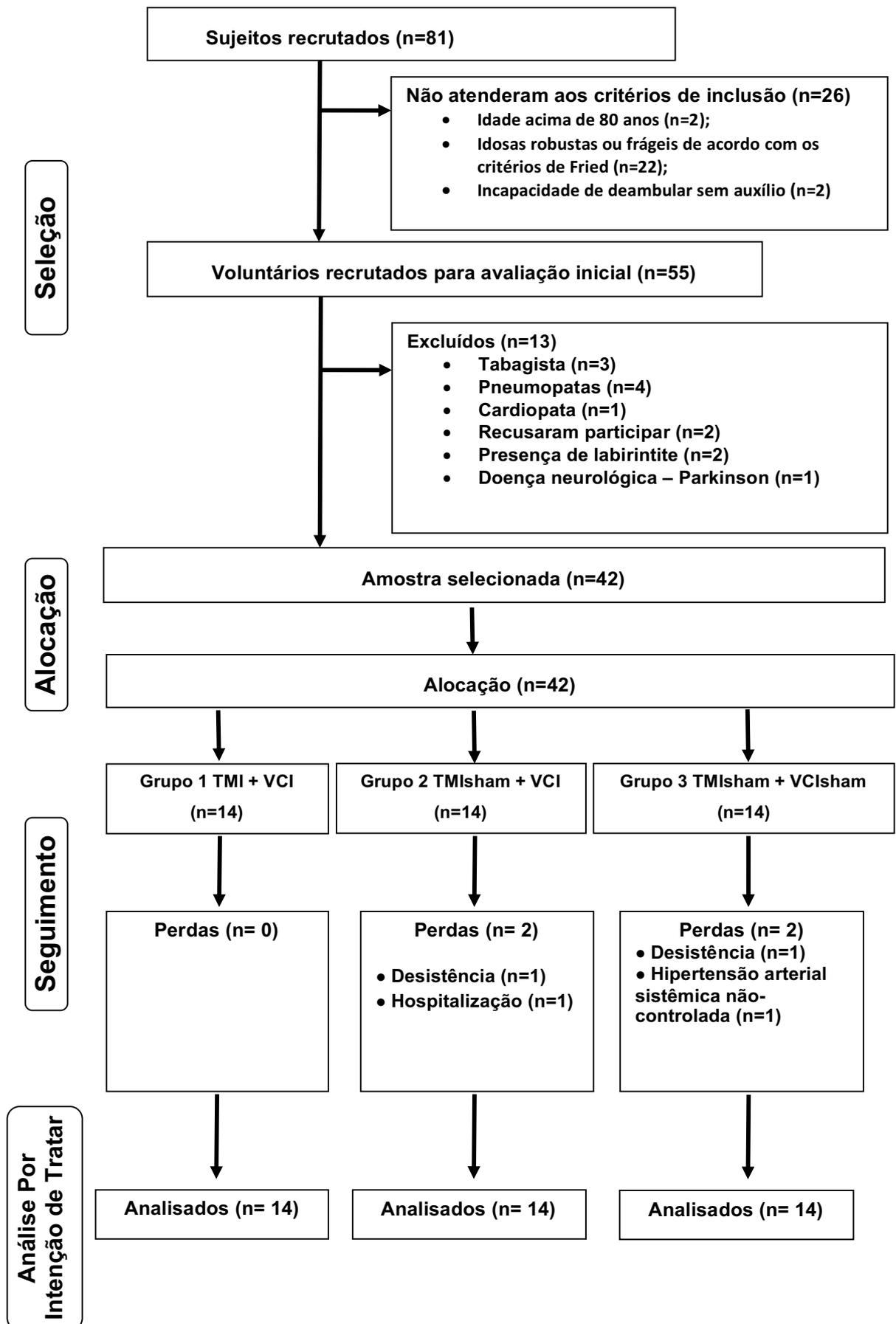


Figura 1. Fluxograma de Participantes

ARTIGO 3 BDNF periférico, massa e espessura muscular periférica não são afetados pelo treinamento muscular inspiratório associado à vibração de corpo inteiro em idosas pré-frágeis: ensaio clínico randomizado

INTRODUÇÃO

A síndrome da fragilidade do idoso é uma prioridade de saúde pública devido aos seus desfechos adversos subsequentes (1), com alterações nos sistemas imunológico, músculo-esquelético, cerebral e inflamação crônica sendo identificados como elementos-chaves relacionados à sua manifestação (2). Como as alterações nos biomarcadores precedem a manifestação clínica da fragilidade (3), estes podem ser úteis para detecção de modificações subclínicas por fornecer indicadores objetivos e mensuráveis, inclusive para respostas a estratégias terapêuticas (2).

Estudos recentes demonstraram que as citocinas inflamatórias estão relacionadas com a sarcopenia, através de ativação ou bloqueio das vias de sinalização que alteram a síntese proteica e proteólise (4). A sarcopenia é um achado central na síndrome da fragilidade física, sendo caracterizada por perda progressiva de massa e força muscular que leva ao deterioramento no desempenho dos músculos periféricos e respiratórios nos idosos frágeis (5,6).

Nesse sentido, exercícios físicos e suporte nutricional tem sido relatados como condutas preventivas e/ou atenuadoras da síndrome da fragilidade (1). Contudo, na prática clínica as barreiras para prática regular de exercícios convencionais são reconhecidas e presentes (7) sendo necessário outras modalidades terapêuticas alternativas que possam ser eficazes no controle e prevenção da fragilidade. Sob esta perspectiva, a vibração de corpo inteiro (VCI) e o treinamento dos músculos inspiratórios (TMI) são modalidades de treino alternativas, simples e de baixo custo que podem ser utilizadas nos cuidados primários ou comunitários, inclusive domiciliar.

No entanto, no nosso conhecimento ainda existe uma escassez de resultados dos efeitos da VCI e TMI sobre o perfil inflamatório e desfechos de sarcopenia (massa e força muscular) em indivíduos frágeis e/ou pré-frágeis, o que justifica a necessidade de averiguar a influência destas intervenções nessa população. Sendo assim, este estudo tem como objetivo avaliar a eficácia da VCI e TMI combinadas sobre biomarcadores inflamatórios, espessura muscular, massa muscular e, força e resistência muscular respiratória em idosas pré-frágeis.

MÉTODOS

Desenho do Estudo

Trata-se de um ensaio clínico randomizado, duplo cego e com sigilo de alocação. A coleta dos dados e as intervenções instituídas foram realizadas no período de Setembro de 2017 a Janeiro de 2019, no Laboratório de Fisioterapia Cardiopulmonar do Departamento de Fisioterapia da UFPE. Todas as voluntárias assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido conforme resolução 466/12 do CNS. Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa (Nº Parecer: 1.898.812) do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) com registro no banco de ensaios clínicos dos EUA (NCT03689322).

População e Tamanho da Amostra

A amostra do estudo foi composta por mulheres idosas com idade entre 60 e 80 anos, capazes de deambular sem auxílio e com boa compreensão para realizar os testes propostos, avaliada através do Mini Exame do Estado Mental (MEEM) (8). Inicialmente as participantes foram triadas para rastreamento da condição de pré-fragilidade através dos critérios definidos por Fried (5): (1) Perda de peso não intencional maior ou igual a 4,5kg ou 5% do peso corpóreo no último ano avaliada por autorrelato; (2) Diminuição da velocidade de marcha avaliada através do tempo dispendido para caminhar 4,6m; (3) Fraqueza muscular diagnosticada por redução de força de preensão palmar avaliada por dinamometria manual; (4) Exaustão física autorrelatada através da aplicação de duas questões da Escala de Depressão do *Center for Epidemiological Studies* (CES-D): “Sentiu que teve que fazer esforço para dar conta das suas tarefas habituais?” e “Não conseguiu levar adiante suas coisas?”, onde as respostas frequentemente=3 ou Sempre=4 o item era considerado positivo (9); (5) Diminuição de atividade física avaliado pelo questionário *Minnesota Leisure Time Activity* sendo incluídas no estudo aquelas que apresentaram a presença de 1 ou 2 critérios.

Foram excluídas as participantes que realizassem outro protocolo de treinamento ou reabilitação prévio com menos de 6 meses de término, com contraindicação ou dificuldade para a realização dos procedimentos de avaliação, dificuldade de adaptação ou adesão ao protocolo de treinamento, tabagistas, portadoras de doenças neuromusculares ou degenerativas, comorbidades pulmonares, doenças cardíacas, labirintite e usuárias de medicamentos que interferissem no metabolismo ósseo ou na força muscular.

Protocolo do Estudo

A randomização e alocação das voluntárias foi realizada por um pesquisador não envolvido em outras etapas da pesquisa, sendo as participantes distribuídas em 3 grupos

através randomização em blocos, por uma sequência de intervenção gerada pelo programa *randomization.com*.: Grupo TMI+VCI - treinamento muscular inspiratório associado à vibração de corpo inteiro (G1); Grupo TMisham+VCI - treinamento muscular inspiratório sham associado à vibração de corpo inteiro (G2) ou Grupo TMisham+VCisham - treinamento muscular inspiratório sham associado à vibração de corpo inteiro sham (G3).

Após esta etapa, foram realizados os procedimentos de avaliação e as participantes foram inseridas no protocolo de treinamento, sendo reavaliadas após 12 semanas de intervenção. Todos os procedimentos de mensuração foram realizados no turno da tarde (entre 13 e 17 horas) por uma avaliadora que desconhecia o grupo de alocação das voluntárias.

Protocolos de Medidas

Dados clínicos e antropométricos

Após a coleta dos dados clínicos iniciais, foi realizada uma espirometria através de um aparelho portátil (Micro Medical, Microloop, MK8, Inglaterra) sendo considerados os valores de referência para população brasileira adulta (10) para as variáveis de capacidade vital forçada (CVF), volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF_1), fluxo expiratório forçado 25-75% ($FEF_{25-75\%}$) e a relação VEF_1/CVF de acordo com os critérios da ATS/ERS (11).

Biomarcadores inflamatórios

Para avaliação do perfil inflamatório foram dosadas as concentrações plasmáticas de sangue venoso periférico das interleucina 6 (IL-6), fator de necrose tumoral alfa ($TNF-\alpha$) e fator neurotrófico derivado do cérebro (BDNF). O plasma centrifugado foi armazenado a $-80^\circ C$, sendo a detecção sérica das citocinas realizada em duplicata de acordo com as instruções recomendadas pelo fabricante através de kits ELISA de IL-6, $TNF-\alpha$ e BDNF (Invitrogen™, CA, EUA). Os resultados foram expressos em pg/mL. A leitura foi realizada por um leitor de microplacas ajustado para comprimento de onda de 450nm com correção para 570nm.

Ultrassom muscular

A captação das imagens (Figura 1) foi realizada através de ultrassonografia (Sonoace R3, Samsung Medison, Coreia do Sul). A avaliação do músculo quadríceps foi realizada em decúbito dorsal com os membros inferiores relaxados a 10° de flexão do joelho (12,13) utilizando um transdutor linear de 7.5 MHz posicionado transversalmente ao músculo, a 50% de distância entre a espinha íliaca ântero-superior e a borda superior da patela, do membro

dominante (14), sendo obtidos os dados de espessura do reto femural (RF), do vasto intermédio (VI) e do quadríceps anterior (QA).

Para avaliação da mobilidade diafragmática as voluntárias foram posicionadas em supino com o tórax apoiado numa inclinação de 45°. As imagens ultrassonográficas foram obtidas no modo M através de um transdutor convexo de 3.5MHz, posicionado na linha hemiclavicular direita abaixo da margem costal da caixa torácica, com a mão firme direcionada cranialmente ao nível da capacidade pulmonar total (15).

Para mensurar a espessura e capacidade contrátil do músculo diafragma, as voluntárias foram posicionadas em decúbito lateral esquerdo e um transdutor linear de 7.5 MHz foi colocado perpendicularmente à caixa torácica entre o oitavo e nono espaço intercostal direito, entre as linhas axilar anterior e média, sendo o músculo visualizado em tempo real entre duas linhas hiperecóticas paralelas que identificam a membrana pleural e peritoneal (15).

As imagens foram obtidas em 3 momentos distintos (Figura 1): ao final de uma expiração basal a nível da capacidade residual funcional (E_{CRF} – espessura do diafragma relaxado), ao final de uma inspiração máxima na capacidade pulmonar total (E_{CPT} – espessura do diafragma contraído) e ao final de uma expiração completa (após uma manobra de expiração lenta máxima) no volume residual (E_{VR} – espessura do diafragma alongado). A determinação da variação de espessamento do diafragma (ΔE_{di}) e a fração de espessamento do diafragma ($F_{E_{di}}$) (16,17) foram obtidas segundo as seguintes fórmulas:

$$(1) \Delta E_{di} = E_{CPT} - E_{VR}$$

$$(2) F_{E_{di}} = \Delta E_{di} / E_{VR}$$

Para obtenção dos valores finais foi utilizada a média de 3 medidas: da espessura da zona de aposição diafragmática em cada momento (E_{CRF} , E_{CPT} , E_{VR}), da mobilidade diafragmática e da espessura do quadríceps (RF, VI e QA) com diferença menor de 10% entre elas.

Massa Muscular

A avaliação da composição corpórea foi realizada por meio de balança de bioimpedância elétrica (InBody R20®, Seoul, Coreia do Sul), as voluntárias foram previamente orientadas a não ingerirem alimentos nas 2 horas anteriores e esvaziarem a bexiga antes do procedimento (18). Para coleta dos dados as voluntárias retiraram objetos metálicos e foram posicionadas em pé, descalças sobre os eletrodos de superfície inferiores da balança, segurando os eletrodos superiores com as mãos a frente do tronco, as participantes foram orientadas a permanecerem em postura estática, sem movimentação ou fala durante o procedimento (Fonseca, FR; Karloh, M; Araujo, SLP; Reis, CM; Mayer, 2018). Foram

consideradas as seguintes medidas: peso corporal, quociente de massa corporal/estatura² (IMC), taxa metabólica basal, relação cintura/quadril, massa gorda (total, percentual, membros superiores, membros inferiores e tronco) e massa muscular (total, percentual, membros superiores, membros inferiores e tronco).

Força e resistência muscular respiratória

A avaliação da força muscular respiratória foi realizada através de um manovacúmetro digital (MVD300, Globalmed, Brasil) que mensurou a pressão inspiratória máxima (PIM) e pressão expiratória máxima (PEM), obtidas contra uma via aérea ocluída, com as voluntárias sentadas eretas (19). Para obtenção dos valores preditos ($PIM\%_{pred}$ e $PEM\%_{pred}$) foram utilizadas as equações de referência propostas para população brasileira (20,21). Para aquisição da variável índice tensão-tempo (TTI) que reflete a resistência muscular inspiratória, as voluntárias foram instruídas a respirar contra uma resistência inspiratória submáxima adquirida através de um aparelho com resistência a fluxo (POWERbreathe® KH2) até não conseguirem realizar mais ciclos respiratórios contra resistência aplicada (22). Para obtenção dos dados de fluxo inspiratório de pico (PIF) e índice de força muscular inspiratória (S- Index) foi realizada uma manobra semelhante a descrita para obtenção da PIM.

Efeitos Adversos

Durante todo o protocolo de treino as voluntárias foram interrogadas quanto à presença de efeitos adversos da intervenção tais como: prurido, fadiga, cefaléia, tontura, náuseas, entre outros. Também era orientado o registro de eventuais eventos colaterais ocorridos durante a TMI no diário de treino domiciliar entregue a cada uma das participantes.

Protocolo de Intervenção

O programa de treinamento teve duração de 12 semanas, sendo realizado e monitorado por dois pesquisadores não envolvidos com os procedimentos de avaliação. O protocolo de treinamento de vibração de corpo inteiro (VCI) aplicado está exposto na Tabela 1. O VCI foi realizado nas voluntárias descalças com joelhos semi-flexionados a 15 graus baseado em estudos prévios com idosas (23) através de uma plataforma vibratória MY3 (Power Plate®, MY3, Reino Unido), com três eixos e frequência de vibração estabelecida em 35 Hz. O VCI sham foi realizado por meio de um dispositivo acoplado à plataforma vibratória que emite um efeito vibratório com uma frequência mínima, isto é, sem real efeito terapêutico, patentado (BR102016006148-2 A2) (24). O posicionamento do indivíduo e o tempo de treino VCIsham foi semelhante ao realizado nos grupos com VCI real.

O treinamento muscular inspiratório (TMI) foi realizado através de POWERBreathe® (Classic series 1st generation; Gaiam Ltd, Southam, UK), com uma frequência semanal de 7 dias e uma série de 60 repetições diárias. A intensidade de carga foi ajustada em 40% da PIM aferida durante a avaliação inicial, com reajuste semanal, nesse momento a voluntária realizava 1 série de treino completa na presença do terapeuta responsável pela intervenção e as outras séries foram realizadas no domicílio. O TMI sham foi realizado através do mesmo protocolo de treino do TMI exceto pela intensidade de carga do treinamento que foi fixada em 10 cmH₂O, sendo o ajuste de carga semanal simulado, para reproduzir a mesma frequência de retorno do grupo TMI real.

Análise Estatística

O tamanho da amostra foi determinado através de cálculo amostral realizado a partir de resultados obtidos em um estudo anterior presente na literatura (15), sendo estabelecido uma amostra de 13 indivíduos para cada grupo, a fim de alcançar o número ideal de participantes por grupo levando em consideração as possíveis perdas amostrais foram avaliadas 14 voluntárias por grupo. Foi utilizado o programa estatístico G*Power 3 sendo estabelecidos dois graus de liberdade que considerou um poder (1- β) de 80% e um α de 5% para detectar a diferença entre os grupos para o desfecho de força muscular inspiratória.

Para análise da normalidade e homogeneidade da amostra foram utilizados os testes de Shapiro-Wilk e Levene. A análise descritiva foi realizada através de média, desvio padrão (DP) e intervalo de confiança (IC95%). Para comparação das variáveis entre os grupos foram utilizados o teste ANOVA one-way com *post hoc* de Bonferroni. Foi utilizado o teste T pareado para as verificações intra-grupos. A análise de sensibilidade foi realizada usando o princípio da intenção de tratar, de modo que os dados perdidos das variáveis contínuas foram avaliados utilizando a última observação relatada nos métodos. A análise foi conduzida pelo programa Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) para Windows (versão 20.0, Chicago, IL) e um nível de significância de $p < 0.05$ foi estabelecido.

RESULTADOS

O estudo incluiu 42 voluntárias (14 em cada grupo), conforme exposto na figura 2. Antes da intervenção, os grupos foram homogêneos com as características de base mostradas na Tabela 2. Não foram constatadas diferenças nos níveis de BDNF ($p=0,229$) entre os grupos G1 ($1244,07 \pm 936,86$), G2 ($2353,88 \pm 1612,10$) e G3 ($1816,39 \pm 1490,07$) após o protocolo de intervenção instituído. Os níveis de TNF- α e IL-6 foram baixos ou abaixo do limite de

detecção na maioria das voluntárias não sendo possível observar diferenças entre os grupos antes e após o treinamento.

Os resultados entre grupos das variáveis de força e resistência muscular respiratória e os dados de ultrassom muscular estão expostos nas Tabelas 3 e 4 respectivamente. O G1 apresentou ganhos na mobilidade diafragmática, ECRF, ECTP e FEdi. A espessura muscular dos componentes do quadríceps (RF, VI e QA) não sofreu modificações após o período de intervenções, bem como na análise intra-grupo da espessura do QA: G1 ($p=0,882$), G2 ($p=0,249$) e G3 ($p=0,516$). O G1 teve um aumento na força muscular inspiratória e não foram observadas diferenças entre os grupos nos valores de PEM, TTI, PIF e S-index, contudo verificamos um aumento em relação aos valores iniciais na PEM ($p<0,001$), TTI ($p=0,013$), PIF (0,003) e S-index ($p=0,003$) no G1; na PEM ($p=0,007$) e S-index ($p=0,031$) no G2; na PEM ($p=0,044$) no G3. A tabela 5 mostra os resultados das variáveis de composição corporal após as intervenções sem diferença entre os grupos.

Durante a realização do TMI, 14,29% das participantes do G1 relataram dispneia leve ao final da série de treino durante as 2 semanas iniciais, uma voluntária (7,14%) do G2 e duas (14,29%) do G3 referiram náuseas durante as sessões domiciliares. E cerca de 57% das participantes do G1 e 64% do G2 referiram: prurido no nariz, membros superiores e/ou inferiores (88,2%) ou câimbras (2 voluntárias) nas sessões de VCI.

DISCUSSÃO

Nossos principais achados revelaram que um programa de treinamento com vibração de corpo inteiro associado ao treino muscular inspiratório melhora a força muscular inspiratória, espessura e mobilidade diafragmática em idosas pré-frágeis. No entanto, não houve modificações sobre os biomarcadores inflamatórios, resistência muscular respiratória, espessura muscular periférica e composição corporal.

Biomarcadores inflamatórios

Nossos resultados mostraram que após o protocolo de treino não houve modificação nos níveis séricos de BDNF. Esta neurotrofina tem um papel importante no processo de envelhecimento pelo seu envolvimento na plasticidade sináptica e prevenção de morte neuronal (25,26). Além disto, atua no metabolismo energético, sendo sintetizada por células musculares em resposta à contração e opera em conjunto com o aumento da oxidação lipídica no músculo esquelético em colaboração com uma mioquina específica - irisina (25,26). . Portanto, ela tem

sido sugerida não só como um marcador da fragilidade, mas com papel neuroprotetor relevante na síndrome.

Atualmente o BDNF tem sido considerado um novo componente das moléculas relacionadas ao exercício, no entanto o mecanismo envolvido nessa relação ainda não está claro. Parece que o exercício aeróbico agudo eleva transitoriamente os níveis de BDNF circulante (27), contudo o treinamento físico crônico tem mostrado pouco e variável efeito sobre suas concentrações de repouso (28,29) o que poderia justificar os achados encontrados em nosso estudo. Acreditamos que o fato de nossa amostra ser composta exclusivamente por mulheres também teve efeito atenuador sobre os achados encontrados, pois já é descrito que a expressão do BDNF em resposta ao exercício físico em idosos é mais pronunciada nos homens (Forti et al., 2015).

No entanto, Coelho et al (30) ao realizar exercícios de resistência em idosas não-frágeis e pré-frágeis observou que os níveis de BDNF eram menores no grupo pré-frágil mas, após a intervenção ambos aumentaram seus níveis basais com melhora na funcionalidade e força muscular (30). A divergência destes resultados com os encontrados no presente estudo pode ser devido as características da modalidade de exercício instituída, pois a VCI é um exercício submáximo com baixo impacto articular e, talvez a dose terapêutica utilizada não seja suficiente para deflagar o estímulo secretório de BDNF, visto que as melhores evidências disponíveis sugerem que o aumento dos níveis de BDNF é intensidade-dependente (28) e período-dependente (27).

Recentes teorias declaram que a contribuição das plaquetas esplênicas para o BDNF sérico tem implicações importantes para intervenções de exercício físico (26). Nesse sentido, é proposto que protocolos de treino que aumentem a ativação simpática geram um estímulo para trombocitose com liberação de plaquetas circulantes pelo baço, com elevação do BDNF, independente do custo metabólico total ou do tamanho de massa muscular envolvida (31), como as modalidades alternativas TMI e VCI.

Assim, uma vez que a maioria do BDNF periférico é armazenado nas plaquetas, também propomos que métodos de análise de BDNF sérico pela contagem de plasma e plaquetas tornariam nossos resultados mais precisos em resposta ao exercício crônico (32), o que não foi possível realizar neste estudo. Portanto, o novo enfoque do aumento de BDNF sérico pelo estímulo esplênico através da análise de concentração plaquetária poderia ser mais sensível para investigar os efeitos de exercícios crônicos de menor intensidade sobre o BDNF sérico, visto que estas modalidades de treino em geral são melhor toleradas por indivíduos que apresentam dificuldades na realização de exercícios dinâmicos ou de resistência convencionais.

Ultrassom muscular

A ultrassonografia é uma ferramenta confiável e reprodutível para a quantificação da massa muscular esquelética, sendo uma alternativa não invasiva, viável e mais barata que outros métodos diagnósticos usuais (33). Assim, sua utilização para averiguar os efeitos de treino e função física em idosos tem sido cada vez mais realizada (33-36). No entanto, nossos resultados não mostraram modificações na espessura muscular periférica (RF, VI e QA) após a intervenção, concordando com os resultados de um estudo prévio em pacientes pós-acidente vascular encefálico que avaliou a espessura muscular do quadríceps (37) e de portadores de lombalgia crônica que observou a espessura dos músculos abdominais e multífidos (38) após serem submetidos à VCI, não sendo encontrados estudos com idosos.

Também foi observado que apesar de nossas voluntárias não terem sarcopenia clínica diagnosticada elas apresentavam espessura muscular periférica (RF, VI e QA) inferior aos valores descritos num estudo com 777 idosas residentes na comunidade (39). Nesse sentido, Chang et al. descreveram que a dinapenia sem perda de volume muscular (sarcopenia) está associada à diminuição da espessura dos músculos reto femoral e gastrocnêmio medial (34), o que acreditamos que aconteça com a amostra estudada.

Assim, pode ser que o perfil de nossa população seja um fator adicional para ausência de modificações morfométricas musculares, já tendo sido demonstrado que idosas apresentam perdas não só no volume, mas na qualidade e na elasticidade muscular, sendo a última fortemente associada ao equilíbrio dinâmico e desempenho de marcha (36). Sendo assim, a VCI pode ser uma conduta preventiva da dinapenia em idosas pré-frágeis por promover desenvolvimento de força sem hipertrofia, através da melhoria de outros fatores envolvidos no rendimento muscular, como a junção mioneural e capacidade contrátil (40).

Em relação aos achados de espessura diafragmática, tem sido proposto como ponto de corte para definir a atrofia muscular, uma espessura inferior a 0,2 cm, medida no final da expiração (41). Apesar da utilização de metodologia semelhante à descrita em estudos anteriores (15), observamos que pré-intervenção nossas voluntárias apresentaram uma E_{CRF} abaixo dos critérios estabelecidos para indivíduos saudáveis diferindo de um estudo prévio realizado em idosas residentes em comunidade (15). Assim, apesar da ausência de sarcopenia este achado pode ser um indicador precoce de declínio da função muscular respiratória nesta população.

Sob esta perspectiva, verificou-se que o protocolo de TMI+VCI gerou ganhos na mobilidade diafragmática, E_{CRF} , E_{CPT} , FEdi, o que não ocorreu nos outros grupos, sugerindo

que o aumento da P_{Imáx} no grupo TMI+VCI possui hipertrofia diafragmática associada. Nossos resultados estão de acordo com dois ensaios clínicos com TMI realizados em idosos residentes na comunidade (15,42), demonstrando que o treino muscular específico com moderada intensidade produz uma combinação de hipertrofia muscular (E_{CRF} e E_{CPT}), melhoria de mecânica respiratória (mobilidade do diafragma) e melhor desempenho contrátil (FE_{di}). Sabendo que a função muscular respiratória tem relação com a velocidade de marcha (43) e manutenção do equilíbrio estático (44), apesar de serem esperados, esses resultados mostram que a incorporação do TMI pode aumentar a eficácia da VCI na preservação da capacidade funcional em idosos pré-frágeis.

Massa Muscular

A massa magra não mostrou modificações nos 3 grupos. Em concordância com nossos resultados, duas revisões sistemáticas (45,46) concluíram que o treino com VCI não aumenta a massa magra corporal em comparação com os cuidados habituais (média de 0,3 kg) em idosos, mesmo quando potenciais modificadores de efeito como sexo, estado de saúde, tipo de acomodação e duração da intervenção foram considerados (45). Uma metanálise (47) também mostrou que a aplicação da VCI em adultos jovens mantém ou aumenta a massa muscular, não sendo observados os mesmos efeitos em pessoas idosas e mulheres na pós-menopausa (Chen et al., 2017). Nesse estudo também foi constatado que a utilização de diferentes frequências (> 30Hz ou menos), amplitudes (> 4mm ou menos), aceleração (> 3,2 g ou menos) e volume acumulado de vibração (> 480 minutos ou menos) não modificaram os efeitos encontrados sobre a massa muscular (47).

Apesar da ausência de ganho de massa muscular mensurado pela massa magra, a VCI melhora a função muscular pelo aumento da atividade muscular desenvolvida no reflexo de vibração tônica dos fusos musculares (48) e da excitabilidade corticospinal aumentada e processos intracorticais (49). Assim, os resultados observados neste estudo relacionados a massa magra nos levam a inferir que em idosos pré-frágeis a VCI não gera estímulo suficiente para hipertrofia muscular. E como exposto previamente nos achados de espessura muscular do quadríceps, o perfil de nossa amostra pré-frágil também pode ser um fator contribuinte para estes achados.

Força e resistência muscular respiratória

Como esperado o grupo TMI+VCI aumentou a PIM, mas não foram observadas diferenças entre os grupos nas demais variáveis de força e resistência muscular respiratória. Alguns estudos que realizaram TMI em diferentes sub-grupos de idosos observaram aumento

de força muscular respiratória enfatizando os achados de especificidade de sobrecarga de treino (42,50). Contudo verificamos um aumento em relação aos valores basais da PEM nos 3 grupos, da TTI e PIF no grupo TMI+VCI e do S-index nos grupos TMI+VCI e TMIsham+VCI. Supomos que estes resultados foram originários da melhora do padrão de recrutamento neuromuscular, pelo efeito aprendizagem da atividade instituída (15). Em pacientes críticos, medidas que agrupam pressão muscular e tempo de ciclo respiratório como o TTI tem sido estabelecidas como preditoras de fadiga muscular respiratória, produzindo bons resultados prognósticos para sucesso de extubação da prótese ventilatória (51) e avaliação de dispneia naqueles já clinicamente debilitados (52,53). Apesar da predisposição a atrofia muscular respiratória observada pela espessura diafragmática das nossas participantes, nenhuma delas apresentou fraqueza muscular respiratória instituída e a especificidade do protocolo de TMI pelas fibras IIA, mais prejudicadas na senescência, pode ter gerado ganho de força sem necessariamente influenciar na endurance muscular que era previamente preservada.

Podemos inferir que os resultados observados nas variáveis de força muscular inspiratória são desenvolvidos pelo TMI com produção de hipertrofia muscular, e como a função muscular respiratória tem sido descrita como preditor de desfechos de saúde e mobilidade em idosos (43), enfatizamos que a aplicação desta modalidade de treino suplementar contribui para eficácia da VCI na população estudada.

Efeitos Adversos

Os efeitos adversos relatados pelas voluntárias cessaram alguns minutos após o início da sessão de treinamento, indicando que o protocolo instituído parece ser um procedimento seguro sobre essa população. Acreditamos que a alta prevalência desses efeitos colaterais nos grupos com VCI real seja devido ao aumento significativo do fluxo sanguíneo local, já constatado em outros estudos que observaram que a VCI aumentava a temperatura e hiperemia cutânea (54), com manifestação clínica de prurido semelhante ao relatado pelas nossas voluntárias.

Limitações

Alguns fatores como a ausência de análise de ecogenicidade das imagens de ultrassonografia muscular e de dados de força muscular dos membros inferiores avaliados por dinamômetro isocinético limitaram a inferência dos achados morfométricos com possíveis respostas funcionais e de substituição tecidual. Além destes, não foi possível realizar a análise de BDNF pela contagem plaquetária que poderia aumentar a sensibilidade da técnica.

CONCLUSÃO

O TMI associado a VCI é eficaz no aumento da força muscular inspiratória, espessura e mobilidade diafragmática em idosas pré-frágeis. No entanto, essas modalidades de treinamento não modificam o BDNF sérico, a espessura do quadríceps e a massa magra nesta população.

6 REFERÊNCIAS

1. Morley JE, Vellas B, van Kan GA, Anker SD, Bauer JM, Bernabei R, et al. Frailty consensus: a call to action. *J Am Med Dir Assoc.* 2013 Jun;14(6):392–7.
2. Wang J, Maxwell CA, Yu F. Biological Processes and Biomarkers Related to Frailty in Older Adults: A State-of-the-Science Literature Review. *Biol. Res. Nurs.* 2019;(21):80–106.
3. Sanchis J, Núñez E, Ruiz V, Bonanad C, Fernández J, Cauli O, et al. Usefulness of Clinical Data and Biomarkers for the Identification of Frailty After Acute Coronary Syndromes. *Can. J. Cardiol.* 2015;(31):1462–8.
4. Wang J, Leung K-S, Chow SK-H, Cheung W-H. Inflammation and age-associated skeletal muscle deterioration (sarcopaenia). *J. Orthop. Transl.* 2017;(10):94–101.
5. Fried LP, Tangen CM, Walston J, Newman AB, Hirsch C, Gottdiener J, et al. Frailty in older adults: evidence for a phenotype. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2001 Mar;56(3):M146-56.
6. Pegorari MS, Ruas G, Patrizzi LJ. Relationship between frailty and respiratory function in the community-dwelling elderly. *Brazilian Journal of Physical Therapy.* 2013;17(1): 9-16.
7. Perracini MR, Franco MRC, Ricci NA, Blake C. Physical activity in older people – Case studies of how to make change happen. *Best Pract. Res. Clin. Rheumatol.* 2017;(31):260–274.
8. Lourenço RA, Veras RP. Mini-Mental State Examination: psychometric characteristics in elderly outpatients. *Rev Saude Publica.* 2006 Aug;40(4):712–9.
9. Batistoni SST, Neri AL, Cupertino, AFPB. Validade da escala de depressão do Center for Epidemiological Studies entre idosos brasileiros. *Journal of Public Health.* 2007; 41(4):598-605.
10. Pereira CA de C, Sato T, Rodrigues SC. New reference values for forced spirometry in white adults in Brazil. *J Bras Pneumol.* 2007 Aug;33(4):397–406.
11. ATS/ERS Statement on respiratory muscle testing. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002 Aug 15;166(4):518–624.
12. Menon MK, Houchen L, Harrison S, Singh SJ, Morgan MD, Steiner MC. Ultrasound assessment of lower limb muscle mass in response to resistance training in COPD. *Respir. Res.* 2012;(13):119–128.
13. Scanlon TC, Fragala MS, Stout JR, Emerson NS, Beyer KS, Oliveira LP, et al. Muscle architecture and strength: adaptations to short-term resistance training in older adults. *Muscle Nerve.* 2014;(49):584–92.
14. Fukumoto Y, Ikezoe T, Yamada Y, Tsukagoshi R, Nakamura M, Takagi Y, et al. Age-Related Ultrasound Changes in Muscle Quantity and Quality in Women. *Ultrasound Med. Biol.* 2015;(41):3013–7.
15. Souza H, Rocha T, Pessoa M, Rattes C, Brandão D, Fregonezi G, et al. Effects of inspiratory muscle training in elderly women on respiratory muscle strength, diaphragm

- thickness and mobility. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2014 Dec;69(12):1545–53.
16. Cohn D, Benditt JO, Eveloff S, McCool, FD. Diaphragm thickening during inspiration. *J. Appl. Physiol*. 1997;(83):291–6.
 17. Okura K, Kawagoshi A, Iwakura M, Sugawara K, Takahashi H, Kashiwagura T, et al. Contractile capability of the diaphragm assessed by ultrasonography predicts nocturnal oxygen saturation in COPD. *Respirology*. 2017;(22):301–306.
 18. Souza CF, Vieira MCA, Nascimento RA, Moreira MA, Câmara SMA, Maciel, ÁCC. Relação entre força e massa muscular em mulheres de meia-idade e idosas: um estudo transversal. *Brazilian Geriatr. Gerontol. J*. 2017;(20):661–670.
 19. Evans JA, Whitelaw WA. The assessment of maximal respiratory mouth pressures in adults. *Respir Care*. 2009 Oct;54(10):1348–59.
 20. Pessoa IMBS, Hourí Neto M, Montemezzo D, Silva LAM, Andrade AD, Parreira, VF. Predictive equations for respiratory muscle strength according to international and Brazilian guidelines. *Brazilian Journal of Physical Therapy*. 2014;18(5):410-418.
 21. Neder JA, Andreoni S, Lerario MC, Nery LE. Reference values for lung function tests. II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. *Rev Bras Pesqui Med Biol*. 1999 Jun;32(6):719–27.
 22. Charususin N, Gosselink R, Decramer M, McConnell A, Saey D, Maltais F, et al. Inspiratory muscle training protocol for patients with chronic obstructive pulmonary disease (IMTCO study): a multicentre randomised controlled trial. *BMJ Open*. 2013;(3): 1–8.
 23. von Stengel S, Kemmler W, Engelke K, Kalender WA. Effect of whole-body vibration on neuromuscular performance and body composition for females 65 years and older: A randomized-controlled trial. *Scand. J. Med. Sci. Sport*. 2012;(22):119–127.
 24. Pessoa, Máira Florentino; Souza, Helga Cecília Muniz; Fuzari, Helen Kerlen Bastos; Rodrigues, Marco Aurélio Benedetti; Marinho, Patrícia Érika de Melo; Dornelas de Andrade A de F. Dispositivo Para Simulação (sham) de vibração acoplado à plataforma vibratória. Brasil; BR 102016006148-2 A2, 2017. p. 1–8.
 25. Huang T, Larsen KT, Ried-Larsen M, Møller NC, Andersen LB. The effects of physical activity and exercise on brain-derived neurotrophic factor in healthy humans: A review. *Scand. J. Med. Sci. Sports*. 2014;(24):1–10.
 26. Walsh JJ, Tschakovsky ME. Exercise and circulating BDNF: Mechanisms of release and implications for the design of exercise interventions. *Appl. Physiol. Nutr. Metab*. 2018;(43):1095–1104.
 27. Dinoff A, Herrmann N, Swardfager W, Lanctôt KL. The effect of acute exercise on blood concentrations of brain-derived neurotrophic factor in healthy adults: a meta-analysis. *Eur. J. Neurosci*. 2017;(46):1635–1646.
 28. Knaepen K, Goekint M, Heyman EM, Meeusen R. Neuroplasticity – Exercise-Induced Response of Peripheral Brain-Derived Neurotrophic Factor. *Sport. Med*.2010;(40):765–801.
 29. Szuhany KL, Bugatti M, Otto MW. A meta-analytic review of the effects of exercise on brain-derived neurotrophic factor. *J. Psychiatr. Res*. 2015;(60):56–64.
 30. Coelho FM, Pereira DS, Lustosa LP, Silva JP, Dias JMD, Dias RCD, et al. Physical therapy intervention (PTI) increases plasma brain-derived neurotrophic factor (BDNF) levels in non-frail and pre-frail elderly women. *Arch. Gerontol. Geriatr*. 2012; (54):415–20.
 31. Walsh JJ, Bentley RF, Gurd BJ, Tschakovsky ME. Short-Duration Maximal and Long-Duration Submaximal Effort Forearm Exercise Achieve Elevations in Serum Brain-Derived Neurotrophic Factor. *Front. Physiol*. 2017;(8):1–10.
 32. Kallies G, Rapp MA, Fydrich T, Fehm L, Tschorn M, Terán C, et al. Serum brain-

- derived neurotrophic factor (BDNF) at rest and after acute aerobic exercise in major depressive disorder. *Psychoneuroendocrinology*. 2019;(102):212–215.
33. Franchi MV, Longo S, Mallinson J, Quinlan JI, Taylor T, Greenhaff PL, et al. Muscle thickness correlates to muscle cross-sectional area in the assessment of strength training-induced hypertrophy. *Scand. J. Med. Sci. Sports*. 2018; (28):846–853.
 34. Chang K-V, Wu W-T, Huang K-C, Jan WH, Han D-S. Limb muscle quality and quantity in elderly adults with dynapenia but not sarcopenia: An ultrasound imaging study. *Exp. Gerontol*.2018;(108):54–61.
 35. Correa CS, Cunha G, Marques N, Oliveira-Reischak Ã, Pinto R. Effects of strength training, detraining and retraining in muscle strength, hypertrophy and functional tasks in older female adults. *Clin. Physiol. Funct. Imaging*. 2016;(36):306–310.
 36. Saito A, Wakasa M, Kimoto M, Ishikawa T, Tsugaruya M, Kume Y, et al. Age-related changes in muscle elasticity and thickness of the lower extremities are associated with physical functions among community-dwelling older women. *Geriatr. Gerontol. Int*. 2019;(19):61–65.
 37. Marín PJ, Ferrero CM, Menéndez H, Martín J, Herrero AJ. Effects of Whole-Body Vibration on Muscle Architecture, Muscle Strength, and Balance in Stroke Patients. *Am. J. Phys. Med. Rehabil*.2013;(92):881–888.
 38. Kim H, Kwon BS, Park J-W, Lee H, Nam K, Park T et al. Effect of Whole Body Horizontal Vibration Exercise in Chronic Low Back Pain Patients: Vertical Versus Horizontal Vibration Exercise. *Ann. Rehabil. Med*. 2018;(42):804–813.
 39. Nishihara K, Kawai H, Kera T, Hirano H, Watanabe Y, Fujiwara Y, et al. Correlation of physical function with the thickness of multiple muscles of the quadriceps femoris in community-dwelling elderly individuals. *Clin. Interv. Aging* 2018;(13):1945–1951.
 40. Dutra MC, de Oliveira ML, Marin R V, Kleine HCR, Silva OL, Lazaretti-Castro M. Whole-body vibration improves neuromuscular parameters and functional capacity in osteopenic postmenopausal women. *Menopause*. 2016;23(8):870–5.
 41. Sarwal A, Walker FO, Cartwright MS. Neuromuscular ultrasound for evaluation of the diaphragm. *Muscle Nerve*. 2013;(47):319–329.
 42. Mills DE, Johnson MA, Barnett YA, Smith WHT, Sharpe GR. The Effects of Inspiratory Muscle Training in Older Adults. *Med Sci Sport Exerc*. 2015 Apr;47(4):691–7.
 43. Parentoni AN, Mendonça VA, Dos Santos KD, Sá LF, Ferreira FO, Gomes Pereira DA, et al. Gait Speed as a Predictor of Respiratory Muscle Function, Strength, and Frailty Syndrome in Community-Dwelling Elderly People. *J frailty aging*. 2015;4(2):64–8.
 44. Kocjan J, Gzik-Zroska B, Nowakowska K, Burkacki M, Suchoń S, et al. Impact of diaphragm function parameters on balance maintenance. *PLoS One*. 2018;(13): e0208697.
 45. Lai, C-C, Tu Y-K, Wang T-G, Huang Y-T, Chien K-L. Effects of resistance training, endurance training and whole-body vibration on lean body mass, muscle strength and physical performance in older people: a systematic review and network meta-analysis. *Age Ageing*. 2018;(47):367–373.
 46. Rubio-Arias JÁ, Marín-Cascales E, Ramos-Campo DJ, Martínez-Rodríguez A, Chung LH, Alcaraz PE. The effect of whole-body vibration training on lean mass in postmenopausal women. *Menopause*. 2017;(24):225–231.
 47. Chen H, Ma J, Lu B, Ma X. The effect of whole-body vibration training on lean mass. *Medicine (Baltimore)*. 2017; (96):e8390.
 48. Zaidell LN, Mileva KN, Sumners DP, Bowtell JL. Experimental Evidence of the Tonic Vibration Reflex during Whole-Body Vibration of the Loaded and Unloaded Leg. *PLoS One*. 2013;(8):e85247.
 49. Pamukoff DN, Ryan ED, Troy Blackburn J The acute effects of local muscle vibration

- frequency on peak torque, rate of torque development, and EMG activity. *J. Electromyogr. Kinesiol.* 2014;(24):888–894.
50. Cebrià i Iranzo MÀ, Balasch-Bernat M, Tortosa-Chuliá MÁ, Balasch-Parisi S. Effects of Resistance Training of Peripheral Muscles Versus Respiratory Muscles in Older Adults With Sarcopenia Who are Institutionalized: A Randomized Controlled Trial. *J Aging Phys Act.* 2018 Oct;26(4):637–46.
 51. Currie A, Patel D-S, Rafferty GF, Greenough A. Prediction of extubation outcome in infants using the tension time index. *Arch. Dis. Child. - Fetal Neonatal.* 2011; (96):F265–F269.
 52. Ceriana P, Vitacca M, Carlucci A, Paneroni M, Pisani L, Nava S. Changes of Respiratory Mechanics in COPD Patients from Stable State to Acute Exacerbations with Respiratory Failure. *COPD J. Chronic Obstr. Pulm.* 2017; (4):150–155.
 53. Chlif M, Chaouachi A, Ahmaidi S. Effect of Aerobic Exercise Training on Ventilatory Efficiency and Respiratory Drive in Obese Subjects. *Respir. Care.* 2017;(62):936–946.
 54. Elfering A, Zahno J, Taeymans J, Blasimann A, Radlinger L. Acute effects of stochastic resonance whole body vibration. *World J Orthop.* 2013;4(4):291–8.

Tabela 01. Protocolo de treino de vibração de corpo inteiro

Semanas	1 ^a e 2 ^a	3 ^a e 4 ^a	5 ^a a 8 ^a	9 ^a a 12 ^a
Amplitude	A= 2mm	A= 4mm	A= 4mm	A= 4mm
Tempo	10 minutos	15 minutos	20 minutos	30 minutos
Tempo vibração/ tempo descanso	60seg/30seg	60seg/30seg	60seg/30seg	60seg/30seg

Tabela 2. Características Iniciais Voluntárias

VARIÁVEIS	GRUPO 1: TMI			GRUPO 2: VCI			GRUPO 3: SHAM			p-valor
	Média ± DP (IC 95%)	Média ± DP (IC 95%)	Média ± DP (IC 95%)	Média ± DP (IC 95%)	Média ± DP (IC 95%)	Média ± DP (IC 95%)	Média ± DP (IC 95%)	Média ± DP (IC 95%)		
Idade (anos)	68,71 ± 4,27 (66,25 – 71,18)	68,78 ± 4,56 (66,15 – 71,42)	67,71 ± 3,95 (65,43 – 69,99)	0,760						
IMC (Kg/m ²)	27,71 ± 3,04 (25,95 – 29,46)	30,16 ± 4,61 (27,49 – 32,82)	29,75 ± 4,92 (26,91 – 32,59)	0,278						
MIEEM	28,07 ± 1,68 (27,10 – 29,04)	28,43 ± 1,65 (27,47 – 29,38)	28,21 ± 1,25 (27,49 – 28,94)	0,827						
VEF ₁ % _{pred}	89,78 ± 11,52 (83,13 – 96,44)	87,71 ± 11,19 (81,25 – 94,17)	82,43 ± 6,96 (78,41 – 86,45)	0,153						
CVF ₁ % _{pred}	85,00 ± 9,14 (79,72 – 90,28)	83,21 ± 10,27 (77,29 – 89,14)	81,43 ± 5,34 (78,34 – 84,51)	0,545						
VEF ₁ /CVF ₁ % _{pred}	111,00 ± 4,04 (108,67 – 113,33)	111,21 ± 9,02 (106,00 – 116,42)	108,64 ± 9,58 (103,11 – 114,17)	0,640						
FEF ₂₅₋₇₅ % _{pred}	122,78 ± 29,74 (105,61 – 139,96)	115,21 ± 28,07 (99,01 – 131,42)	103,78 ± 21,51 (91,37 – 116,20)	0,179						
Velocidade de marcha (s)	1,07 ± 0,74 (1,03 – 1,11)	1,06 ± 0,12 (1,00 – 1,13)	1,09 ± 0,17 (1,00 – 1,19)	0,796						
BDNF (pg/mL)	1591,57 ± 730,64 (1068,90 – 2114,24)	2174,06 ± 1556,22 (977,84 – 3370,27)	1635,33 ± 426,28 (1330,39 – 1940,27)	0,877						
PIM% _{pred}	121,58 ± 19,14 (110,54 – 132,63)	102,52 ± 14,28 (94,27 – 110,77)	111,56 ± 32,03 (93,07 – 130,06)	0,105						
PEM% _{pred}	111,52 ± 17,86 (101,20 – 121,83)	110,49 ± 18,79 (99,64 – 121,34)	96,61 ± 22,90 (83,38 – 109,83)	0,101						
TTI	0,22 ± 0,14 (0,14 – 0,30)	0,18 ± 0,11 (0,12 – 0,25)	0,18 ± 0,15 (0,09 – 0,26)	0,622						
PIF (L/s)	2,66 ± 0,97 (2,09 – 3,22)	2,93 ± 0,62 (2,57 – 3,29)	2,67 ± 0,78 (2,22 – 3,12)	0,608						
S-Index (cmH ₂ O)	44,36 ± 17,11 (34,48 – 54,24)	48,21 ± 11,09 (41,81 – 54,62)	44,43 ± 13,70 (36,52 – 52,34)	0,715						
Mobildax diafragmática (mm)	60,68 ± 3,99 (58,37 – 62,99)	59,24 ± 7,74 (54,77 – 63,70)	64,22 ± 6,58 (60,42 – 68,02)	0,112						
E _{vr} (mm)	1,29 ± 0,31 (1,11 – 1,47)	1,27 ± 0,34 (1,07 – 1,46)	1,25 ± 0,36 (1,04 – 1,46)	0,943						
E _{CRF} (mm)	1,86 ± 0,46 (1,60 – 2,13)	1,81 ± 0,48 (1,53 – 2,09)	1,88 ± 0,45 (1,62 – 2,14)	0,916						
E _{CPT} (mm)	4,90 ± 0,25 (4,77 – 5,05)	5,26 ± 0,80 (4,80 – 5,72)	5,13 ± 0,86 (4,63 – 5,62)	0,407						
FEdi (mm)	2,95 ± 0,67 (2,56 – 3,33)	3,35 ± 0,99 (2,77 – 3,91)	3,25 ± 0,64 (2,88 – 3,62)	0,386						
Espessura Reto Femural (mm)	11,88 ± 3,12 (10,08 – 13,69)	12,25 ± 3,39 (10,30 – 14,21)	10,93 ± 3,64 (8,83 – 13,03)	0,570						
Espessura Vasto Intermedió (mm)	11,31 ± 3,25 (9,43 – 13,18)	11,14 ± 2,59 (9,64 – 12,64)	10,35 ± 3,27 (8,47 – 12,24)	0,681						
Espessura Quadriceps (mm)	23,94 ± 5,83 (20,57 – 27,30)	24,38 ± 5,66 (21,11 – 27,65)	20,61 ± 5,46 (17,46 – 23,77)	0,170						

IMC: índice de massa corpórea; MIEEM: mini exame do estado mental; %_{pred}: percentual do predito da variável; VEF₁: volume expiratório forçado no primeiro segundo; CVF: capacidade vital forçada; VEF₁/CVF: razão entre volume expiratório forçado e capacidade vital forçada; FEF₂₅₋₇₅: fluxo expiratório forçado entre 25 e 75% da curva da CVF; BDNF: fator neurotrófico derivado do cérebro; PIM: pressão inspiratória máxima; PEM: pressão expiratória máxima; TTI: índice tensão-tempo; PIF: fluxo inspiratório de pico; S-Index: índice de força muscular inspiratória; E_{vr}: espessura diafragmática ao nível do volume residual; E_{CRF}: espessura diafragmática ao nível da capacidade residual funcional; E_{CPT}: espessura diafragmática ao nível da capacidade pulmonar total; FE_{di}: fração de espessamento diafragmático.

Tabela 3. Variáveis de força e resistência muscular respiratória

VARIÁVEIS	GRUPO 1: TMI		GRUPO 2: VCI		GRUPO 3: SHAM		p-valor	p ^a	p ^b	p ^c
	Média ± DP (IC 95%)	PÓS	Média ± DP (IC 95%)	PÓS	Média ± DP (IC 95%)	PÓS				
PIM (cmH ₂ O)	79,07 ± 16,65 (69,46 – 88,68)	114,93 ± 21,29 (102,64 – 127,22)	70,00 ± 11,59 (63,31 – 76,69)	91,29 ± 23,10 (77,95 – 104,63)	74,21 ± 16,85 (64,48 – 83,95)	85,21 ± 27,02 (69,61 – 100,81)	0,005*	0,006*	1,000	0,038
PIM% _{pred}	121,58 ± 19,14 (110,54 – 132,63)	176,41 ± 21,48 (164,01 – 188,81)	102,52 ± 14,28 (94,27 – 110,77)	132,32 ± 23,96 (118,49 – 146,15)	111,56 ± 32,03 (93,07 – 130,06)	128,47 ± 49,23 (100,05 – 156,9)	0,001*	0,002*	1,000	0,004
PEM (cmH ₂ O)	82,29 ± 14,32 (74,02 – 90,56)	98,71 ± 18,40 (88,09 – 109,34)	81,43 ± 14,90 (72,82 – 90,04)	90,79 ± 22,48 (77,81 – 103,77)	71,79 ± 17,01 (61,96 – 81,61)	80,21 ± 27,12 (64,56 – 95,87)	0,115	0,118	0,690	1,000
PEM% _{pred}	111,52 ± 17,86 (101,20 – 121,83)	133,82 ± 23,70 (120,14 – 147,51)	110,49 ± 18,79 (99,64 – 121,34)	123,07 ± 28,70 (106,50 – 139,64)	96,61 ± 22,90 (83,38 – 109,83)	107,86 ± 36,14 (86,99 – 128,73)	0,83	0,082	0,561	1,000
TTI	0,22 ± 0,14 (-0,30)	0,31 ± 0,09 (0,26 – 0,36)	0,18 ± 0,11 (0,12 – 0,25)	0,25 ± 0,92 (0,20 – 0,30)	0,18 ± 0,15 (0,09 – 0,26)	0,24 ± 0,17 (0,14 – 0,33)	0,215	0,303	1,000	0,532
PIF (L/s)	2,66 ± 0,97 (-3,22)	3,25 ± 0,99 (2,68 – 3,82)	2,93 ± 0,62 (2,57 – 3,29)	3,03 ± 0,65 (2,65 – 3,40)	2,67 ± 0,78 (2,22 – 3,12)	2,67 ± 0,81 (2,20 – 3,14)	0,191	0,219	0,786	1,000
S-Index (cmH ₂ O)	44,36 ± 17,11 (34,48 – 54,24)	55,14 ± 16,67 (45,52 – 64,77)	48,21 ± 11,09 (41,81 – 54,62)	51,07 ± 11,10 (44,66 – 57,48)	44,43 ± 13,70 (36,52 – 52,34)	45,93 ± 12,07 (38,96 – 52,90)	0,207	0,236	0,959	1,000

PIM: pressão inspiratória máxima; PEM: pressão expiratória máxima; TTI: índice tensão-tempo; PIF: fluxo inspiratório de pico; S-Index: índice de força muscular respiratória;

*p<0,05 (teste ANOVA one-way com post hoc de Bonferroni); ^acomparação entre grupo 1 x grupo 3; ^b comparação entre grupo 2 x grupo 3; ^ccomparação entre grupo 2 x grupo 1.

Tabela 4. Variáveis de ultrassonografia muscular

VARIÁVEIS	GRUPO 1: TMI		GRUPO 2: VCI		GRUPO 3: SHAM		p-valor	p ^a	p ^b	p ^c
	Média ± DP (IC 95%) PRÉ	POS	Média ± DP (IC 95%) PRÉ	POS	Média ± DP (IC 95%) PRÉ	POS				
Mobilidade diafragmática (mm)	60,68 ± 3,99 (58,37 – 62,99)	65,83 ± 3,65 (63,72 – 67,94)	59,24 ± 7,74 (54,77 – 63,70)	59,89 ± 8,25 (55,13 – 64,66)	64,22 ± 6,58 (60,42 – 68,02)	64,42 ± 6,19 (60,85 – 68,00)	0,045*	1,000	0,196	0,52
Δ%Mobilidade diafragmática	-----	8,59 ± 3,55 (6,54 – 10,64)	-----	1,05 ± 3,09 (-0,73 – 2,84)	-----	0,40 ± 2,29 (-0,92 – 1,72)	<0,001*	<0,001*	1,000	<0,001*
E _{Vr} (mm)	1,29 ± 0,31 (1,11 – 1,47)	1,33 ± 0,30 (1,16 – 1,51)	1,27 ± 0,34 (1,07 – 1,46)	1,27 ± 0,34 (1,08 – 1,47)	1,25 ± 0,36 (1,04 – 1,46)	1,25 ± 0,33 (1,06 – 1,44)	0,776	1,000	1,000	1,000
Δ% E _{Vr}	-----	3,66 ± 5,86 (0,27 – 7,04)	-----	0,73 ± 4,93 (-2,11 – 3,58)	-----	0,68 ± 6,03 (-2,81 – 4,16)	0,288	0,507	1,000	0,53
E _{CPr} (mm)	1,86 ± 0,46 (1,60 – 2,13)	1,98 ± 0,38 (1,76 – 2,20)	1,81 ± 0,48 (1,53 – 2,09)	1,77 ± 0,44 (1,52 – 2,03)	1,88 ± 0,45 (1,62 – 2,14)	1,86 ± 0,42 (1,62 – 2,10)	0,433	1,000	1,000	0,59
Δ% E _{CPr}	-----	7,38 ± 7,87 (2,83 – 11,92)	-----	-1,55 ± 7,87 (-4,24 – 1,15)	-----	-0,60 ± 6,28 (-4,23 – 3,02)	0,001*	0,006*	1,000	0,002
E _{CPr} (mm)	4,90 ± 0,25 (4,77 – 5,05)	5,48 ± 0,49 (5,20 – 5,76)	5,26 ± 0,80 (4,80 – 5,72)	5,30 ± 0,72 (4,89 – 5,72)	5,13 ± 0,86 (4,63 – 5,62)	5,06 ± 0,85 (4,57 – 5,55)	0,296	0,366	1,000	1,000
Δ% E _{CPr}	-----	10,03 ± 6,17 (6,47 – 13,59)	-----	0,88 ± 4,60 (-1,78 – 3,53)	-----	3,46 ± 3,46 (-3,29 – 0,71)	<0,001*	<0,001*	0,740	<0,001
FEdi (mm)	2,95 ± 0,67 (2,56 – 3,33)	3,24 ± 0,68 (2,85 – 3,64)	3,35 ± 0,99 (2,77 – 3,91)	3,35 ± 0,98 (2,78 – 3,92)	3,25 ± 0,64 (2,88 – 3,62)	3,16 ± 0,53 (2,85 – 3,47)	0,802	1,000	1,000	1,000
Δ% FEdi	-----	11,11 ± 12,66 (3,80 – 18,42)	-----	1,10 ± 10,60 (-5,02 – 7,22)	-----	-1,85 ± 7,45 (-6,15 – 2,45)	0,006*	0,007*	1,000	0,046
Espessura Reto Femural (mm)	11,88 ± 3,12 (10,08 – 13,69)	11,96 ± 2,99 (10,23 – 13,69)	12,25 ± 3,39 (10,30 – 14,21)	12,69 ± 3,70 (10,55 – 14,83)	10,93 ± 3,64 (8,83 – 13,03)	10,65 ± 3,29 (8,76 – 12,55)	0,275	0,923	0,344	1,000
Δ%Espessura Reto Femural	-----	1,15 ± 8,59 (-3,81 – 6,11)	-----	3,43 ± 8,99 (-1,77 – 8,62)	-----	-1,39 ± 6,84 (-5,34 – 2,57)	0,310	1,000	0,385	1,000
Espessura Vasto Intermedió (mm)	11,31 ± 3,25 (9,43 – 13,18)	11,33 ± 3,15 (9,52 – 13,15)	11,14 ± 2,59 (9,64 – 12,64)	11,77 ± 2,29 (8,08 – 11,89)	10,35 ± 3,27 (8,47 – 12,24)	9,99 ± 3,30 (8,08 – 11,89)	0,260	0,705	0,351	1,000
Δ%Espessura Vasto Intermedió	-----	1,20 ± 9,87 (-4,50 – 6,90)	-----	7,53 ± 17,00 (-2,29 – 17,34)	-----	-3,73 ± 7,39 (-8,00 – 0,54)	0,60	0,864	0,56	0,52
Espessura Quadriceps (mm)	23,94 ± 5,83 (20,57 – 27,30)	23,99 ± 5,48 (20,83 – 27,16)	24,38 ± 5,66 (21,11 – 27,65)	25,79 ± 5,82 (21,76 – 28,48)	20,61 ± 5,46 (17,46 – 23,77)	20,79 ± 5,20 (17,79 – 23,79)	0,111	0,396	0,133	1,000
Δ%Espessura Quadriceps	-----	0,82 ± 6,72 (-3,06 – 4,70)	-----	3,41 ± 10,43 (-2,62 – 9,43)	-----	1,34 ± 5,44 (-1,80 – 4,48)	0,654	1,000	1,000	1,000

Δ%: medida da variável pós-medida da variável pré/medida da variável pré; E_{VR}: espessura diafragmática ao nível do volume residual; E_{CR1}: espessura diafragmática ao nível da capacidade residual funcional; E_{CR2}: espessura diafragmática ao nível da capacidade pulmonar total; FE_{Di}: fração de espessamento diafragmático. *p<0,05 (teste ANOVA one-way com post hoc de Bonferroni); ^a comparação entre grupo 1 x grupo 3; ^b comparação entre grupo 2 x grupo 3; ^c comparação entre grupo 2 x grupo 1.

Tabela 5. Variáveis de composição corporal pós-intervenção

VARIÁVEIS	GRUPO 1: TMI		GRUPO 2: VCI		GRUPO 3: SHAM		p-valor	p ^a	p ^b	p ^c
	Média ± DP (IC 95%)	Média ± DP (IC 95%)	Média ± DP (IC 95%)	Média ± DP (IC 95%)	Média ± DP (IC 95%)	Média ± DP (IC 95%)				
IMC	28,04 ± 3,18 (26,21 – 29,88)	30,38 ± 3,36 (28,44 – 32,32)	29,86 ± 4,71 (27,15 – 32,58)	0,246	0,640	1,000	0,338			
Taxa metabólica (Kcal)	1238,64 ± 97,91 (1182,11 – 1295,17)	1277,21 ± 130,92 (1201,62 – 1352,81)	1233,14 ± 121,94 (1162,74 – 1303,55)	0,563	1,000	0,984	1,000			
Massa Muscular Global	21,57 ± 2,68 (20,02 – 23,12)	23,74 ± 5,74 (20,43 – 27,06)	21,52 ± 3,30 (19,62 – 23,43)	0,277	1,000	0,486	0,514			
Massa Gorda Global	27,44 ± 7,09 (23,35 – 31,54)	31,62 ± 7,36 (27,37 – 35,87)	32,25 ± 8,03 (27,61 – 36,88)	0,196	0,294	1,000	0,446			
Massa Gorda Global%	40,11 ± 6,49 (36,37 – 43,86)	42,66 ± 5,12 (39,71 – 45,62)	44,14 ± 5,46 (40,99 – 47,30)	0,183	0,210	1,000	0,736			
Massa Livre Gordura	40,18 ± 4,53 (37,56 – 42,80)	41,95 ± 6,07 (38,45 – 45,45)	38,58 ± 5,91 (35,16 – 41,99)	0,286	1,000	0,348	1,000			
Controle Muscular	0,6214 ± 1,17 (-0,06 – 1,30)	0,26 ± 0,75 (-0,18 – 0,69)	1,04 ± 2,53 (-0,42 – 2,50)	0,465	1,000	0,659	1,000			
Controle Gordura	-15,03 ± 6,99 (-19,07 – -10,99)	-6,20 ± 19,84 (-17,65 – 5,25)	-16,11 ± 14,54 (-2,451 – -7,72)	0,163	1,000	0,250	0,365			
Massa Magra MMSS	4,07 ± 0,80 (3,61 – 4,53)	4,57 ± 0,97 (4,01 – 5,13)	4,19 ± 0,87 (3,68 – 4,69)	0,302	1,000	0,763	0,425			
Massa Gorda MMSS	4,37 ± 1,63 (3,43 – 5,31)	5,31 ± 1,80 (4,27 – 6,35)	5,51 ± 1,87 (4,44 – 6,59)	0,202	0,285	1,000	0,498			
Massa Gorda MMSS%	49,36 ± 9,91 (43,64 – 55,08)	51,49 ± 7,81 (46,98 – 56,00)	54,74 ± 6,52 (50,97 – 58,51)	0,229	0,271	0,904	1,000			
Massa Magra MMH	11,41 ± 1,58 (10,49 – 12,32)	11,69 ± 2,15 (10,45 – 12,94)	12,01 ± 2,34 (10,67 – 13,36)	0,737	1,000	1,000	1,000			
Massa Gorda MMH	7,92 ± 2,12 (6,69 – 9,15)	8,66 ± 2,12 (7,44 – 9,89)	9,04 ± 2,39 (7,66 – 10,42)	0,404	0,564	1,000	1,000			
Massa Gorda MMH%	39,43 ± 6,53 (35,66 – 43,20)	40,97 ± 5,61 (37,73 – 44,20)	42,37 ± 5,12 (39,42 – 45,33)	0,413	0,559	1,000	1,000			
Massa Magra Tronco	18,07 ± 2,32 (16,73 – 19,41)	19,55 ± 3,15 (17,73 – 21,37)	18,30 ± 2,50 (16,86 – 19,74)	0,302	1,000	0,674	0,457			
Massa Gorda Tronco	13,89 ± 3,55 (11,84 – 15,94)	16,34 ± 3,62 (14,25 – 18,44)	15,92 ± 3,68 (13,79 – 18,05)	0,172	0,435	1,000	0,241			
Massa Gorda Tronco%	41,56 ± 5,67 (38,28 – 44,83)	43,86 ± 4,23 (41,42 – 46,31)	44,64 ± 4,44 (42,07 – 47,20)	0,226	0,297	1,000	0,639			

IMC: índice de massa corpórea. *p<0,05 (teste ANOVA one-way com post hoc de Bonferroni); ^a comparação entre grupo 1 x grupo 3; ^b comparação entre grupo 2 x grupo 3; ^c comparação entre grupo 2 x grupo 1.

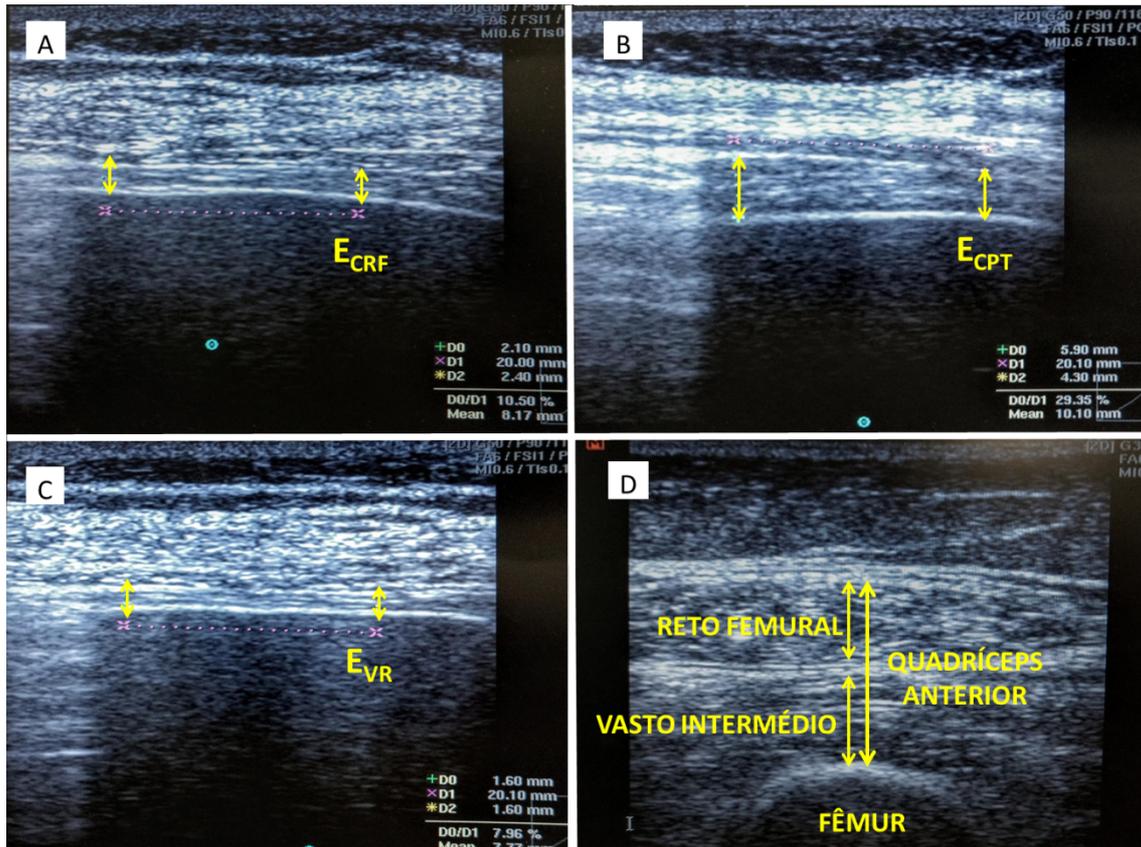


Figura 1. Ultrassom muscular

A: E_{CRF} – espessura do diafragma relaxado a nível da capacidade residual funcional; B: E_{CPT} – espessura do diafragma contraído a nível da capacidade pulmonar total; C: E_{VR} – espessura do diafragma alongado a nível do volume residual; D: espessura muscular do quadríceps anterior (reto femural + vasto intermédio)

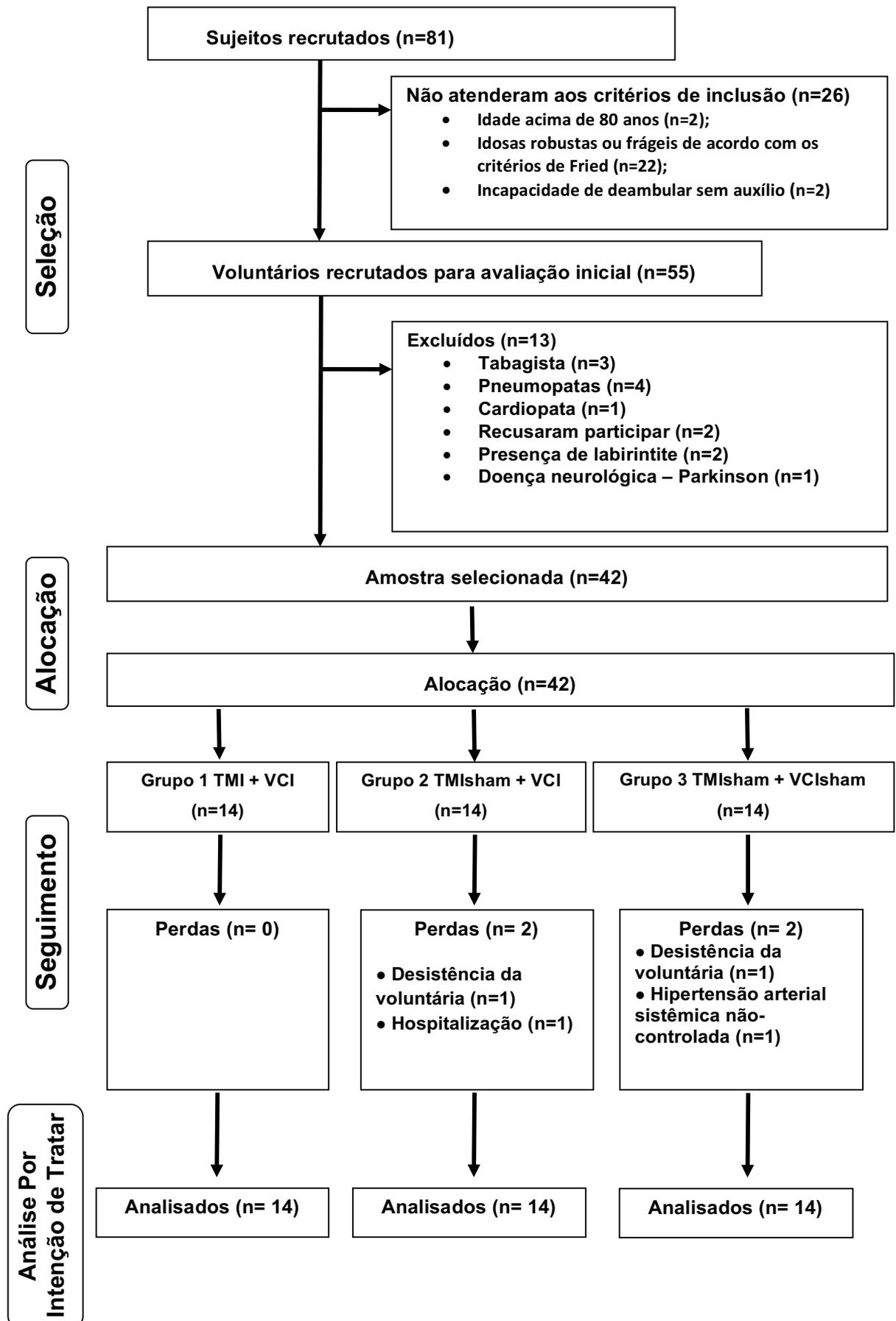


Figura 2. Fluxograma de Participantes

5 CONCLUSÃO

No estudo quase-experimental piloto exploratório foi observado que apenas a análise simbólica foi capaz de identificar o efeito agudo de uma sessão de vibração de corpo inteiro (VCI) sobre a dinâmica não linear da variabilidade da frequência cardíaca (VFC), sugerindo que este tipo de análise parece ser mais sensível às influências do exercício com VCI em idosos. Apesar dos resultados serem preliminares, eles reafirmam a nossa teoria que os índices simbólicos parecem anteceder e trazer achados adicionais aos observados pelos métodos lineares em idosos expostos a VCI.

O ensaio clínico demonstrou que três meses de treinamento muscular inspiratório (TMI) associado a VCI geram aumento na força muscular respiratória, nos escores do *Timed Up and Go Test*, no equilíbrio e na distância percorrida no teste de caminhada de seis minutos, sem modificações na força de preensão manual e no metabolismo muscular após esforço submáximo em idosas pré-frágeis residentes na comunidade. Além destes achados foi mostrado que o TMI associado a VCI é eficaz sobre a espessura e mobilidade diafragmática. No entanto, a intervenção não alterou os níveis séricos do fator neurotrófico cerebral (BDNF), a espessura muscular do quadríceps e a massa magra corporal em idosas pré-frágeis.

Assim, os resultados desta pesquisa revelam que abordagem não linear parece ser mais adequada para compreensão dos efeitos da VCI em idosos o que pode auxiliar na predição de alterações cardiovasculares e na segurança de prescrição de protocolos de intervenção com VCI. Além disto, a associação do TMI com a VCI demonstrou ser uma intervenção promissora na prevenção e reversão de desfechos funcionais adversos em idosas pré-frágeis. Contudo, sugerimos que estudos de intervenção futuros sejam realizados nesta população que apesar de ainda não ser frágil, possui vulnerabilidade aumentada para incapacidades funcionais e tem alta prevalência em diversas comunidades.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA-SANTOS, M. A. et al. Aging, heart rate variability and patterns of autonomic regulation of the heart. **Archives of Gerontology and Geriatrics**, v. 63, p. 1–8, mar. 2016.
- ALVARENGA, G. M. et al. The influence of inspiratory muscle training combined with the Pilates method on lung function in elderly women: A randomized controlled trial. **Clinics**, v. 73, 26 jul. 2018.
- APÓSTOLO, J. et al. Effectiveness of interventions to prevent pre-frailty and frailty progression in older adults: a systematic review. **JBI Database System Rev Implement Rep**, v.16, n.1, p.140-232,jan.2018.
- ATS/ERS Statement on respiratory muscle testing. **American journal of respiratory and critical care medicine**, v. 166, n. 4, p. 518–624, 15 ago. 2002.
- ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. **American journal of respiratory and critical care medicine**, v. 166, n. 1, p. 111–7, 1 jul. 2002.
- BAKER, D. J. et al. Clearance of p16Ink4a-positive senescent cells delays ageing-associated disorders. **Nature**, v. 479, n. 7372, p. 232–6, 2 nov. 2011.
- BAKER, E. et al. Aging Alters the Relative Contributions of the Sympathetic and Parasympathetic Nervous System to Blood Pressure Control in Women. **Hypertension**, v. 72, n. 5, p. 1236–1242, nov. 2018.
- BATISTONI, S.S.T.; NERI, A.L.; CUPERTINO, A.F.P.B. Validade da escala de depressão do Center for Epidemiological Studies entre idosos brasileiros. **Journal of Public Health**, v. 41, n. 4, p. 598–605, 2007.
- BAYLIS, D. et al. Immune-endocrine biomarkers as predictors of frailty and mortality: a 10-year longitudinal study in community-dwelling older people. **Age (Dordrecht, Netherlands)**, v. 35, n. 3, p. 963–71, jun. 2013.
- BELMAN, M.J.; GAESSER, G. A. Ventilatory muscle training in the elderly. **Journal of Applied Physiology**, v. 64, n. 3, p. 899–905, mar. 1988.
- BEMBEN, D.; STARK, C.; TAIAR, R.; BERNARDO-FILHO, M. Relevance of Whole-Body Vibration Exercises on Muscle Strength/Power and Bone of Elderly Individuals. **Dose Response**, v. 16, n. 4, 2018.
- BOTSWA, N. et al. Predictors of aging based on the analysis of heart rate variability. **Pacing and Clinical Electrophysiology**, v. 40, n. 11, p. 1269–1278, nov. 2017.
- BRITTO, R.R.; PROBST, V.S.; DORNELAS DE ANDRADE, A.F.; SAMORA, G.A.R.; HERNANDES N.A.; MARINHO P.E.M. et al. Reference equations for the six-minute walk distance based on a Brazilian multicenter study. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v.17, n.6, p.556-563, dec. 2013.

BUCHMAN, A. S. et al. Respiratory muscle strength predicts decline in mobility in older persons. **Neuroepidemiology**, v. 31, n. 3, p. 174–80, jan. 2008.

BUCHMAN, A. S. et al. Brain pathology contributes to simultaneous change in physical frailty and cognition in old age. **The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences**, v. 69, n. 12, p. 1536–44, dez. 2014.

BUTTERY, A. K. et al. Prevalence and correlates of frailty among older adults: findings from the German health interview and examination survey. **BMC geriatrics**, v. 15, p. 22, 2015.

CABRAL, A.L.M. **Tradução e validação do teste Timed Up and Go e sua correlação com diferentes alturas de cadeiras**. 2011. 101f f. Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2011.

CABRERA, Á. J. R., HERNÁNDEZ, L. A. El envejecimiento oxidativo inflamatorio: una nueva teoría con implicaciones prácticas. **MediSur**, v. 14, n. 5, p. 591–599, 2016.

CARDOSO, A. L. et al. Towards frailty biomarkers: Candidates from genes and pathways regulated in aging and age-related diseases. **Ageing research reviews**, v. 47, p. 214–277, nov. 2018.

CASTELL, M. V. et al. Frailty prevalence and slow walking speed in persons age 65 and older: implications for primary care. **BMC family practice**, v. 14, n. 1, p. 86, 19 jun. 2013.

CAWTHON, P. M. Assessment of Lean Mass and Physical Performance in Sarcopenia. **Journal of clinical densitometry : the official journal of the International Society for Clinical Densitometry**, v. 18, n. 4, p. 467–71, 2018.

CEBRIÀ I IRANZO, M. À. et al. Effects of Resistance Training of Peripheral Muscles Versus Respiratory Muscles in Older Adults With Sarcopenia Who are Institutionalized: A Randomized Controlled Trial. **Journal of Aging and Physical Activity**, v. 26, n. 4, p. 637–646, out. 2018.

CEBRIÀ I IRANZO, M. À. et al. Effects of Inspiratory Muscle Training and Yoga Breathing Exercises on Respiratory Muscle Function in Institutionalized Frail Older Adults. **Journal of Geriatric Physical Therapy**, v. 37, n. 2, p. 65–75, 2014.

CESARI, M. et al. A physical activity intervention to treat the frailty syndrome in older persons—results from the LIFE-P study. **The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences**, v. 70, n. 2, p. 216–22, fev. 2015.

CHARUSUSIN, N. et al. Inspiratory muscle training protocol for patients with chronic obstructive pulmonary disease (IMTCO study): a multicentre randomised controlled trial. **BMJ open**, v. 3, p. 1–8, 2013.

CHEN, X. et al. Blocking interleukin-6 signaling inhibits cell viability/proliferation, glycolysis, and colony forming activity of human medulloblastoma cells. **International journal of oncology**, v. 52, n. 2, p. 571–578, fev. 2018.

CHERIAN, A.J.; KANAGARAJ R.; JIDESH V. V.; SWAMINATHAN, N. A. Study to Evaluate the Correlation between Tinetti performance Oriented Mobility (Tinetti POMA) with Functional Reach Test (FRT) and Timed UP and Go Test (TUG) in Assessing Balance among Elderly. **Indian Journal of Physiotherapy and Occupational Therapy**, v. 10, n. 3, p. 203–207, 2016.

CLEGG, A.; YOUNG, J.; ILIFFE S.; RIKKERT M.O.; ROCKWOOD K. Frailty in elderly people. **Lancet**, v.381, n.9868, p.752-762, 2013.

COCHRANE, D. J. et al. A Comparison of the Physiologic Effects of Acute Whole-Body Vibration Exercise in Young and Older People. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 89, p. 815–821, 2008.

COELHO, F. M. et al. Physical therapy intervention (PTI) increases plasma brain-derived neurotrophic factor (BDNF) levels in non-frail and pre-frail elderly women. **Archives of gerontology and geriatrics**, v. 54, n. 3, p. 415–20, 2012.

COHN, D. et al. Diaphragm thickening during inspiration. **Journal of Applied Physiology**, v. 83, n. 1, p. 291–6, jul. 1997.

COLLARD, R. M. et al. Prevalence of frailty in community-dwelling older persons: a systematic review. **Journal of the American Geriatrics Society**, v. 60, n. 8, p. 1487–92, ago. 2012.

CORWIN, E. J.; FERRANTI, E.P. Integration of biomarkers to advance precision nursing interventions for family research across the life span. **Nursing outlook**, v. 64, n. 4, p. 292–298, 2016.

COUPÉ, M. et al. Low-magnitude whole body vibration with resistive exercise as a countermeasure against cardiovascular deconditioning after 60 days of head-down bed rest. *American journal of physiology*. **Regulatory, integrative and comparative physiology**, v. 301, n. 6, p. R1748-54, dez. 2011.

CRISTI, C. et al. Whole-body vibration training increases physical fitness measures without alteration of inflammatory markers in older adults. **European journal of sport science**, v. 14, n. 6, p. 611–9, 2014.

DIPLA, K. et al. Exaggerated haemodynamic and neural responses to involuntary contractions induced by whole-body vibration in normotensive obese versus lean women. **Experimental physiology**, v. 101, n. 6, p. 717–30, 2016.

EL ASSAR, M. et al. Frailty Is Associated With Lower Expression of Genes Involved in Cellular Response to Stress: Results From the Toledo Study for Healthy Aging. **Journal of the American Medical Directors Association**, v. 18, n. 8, p. 734.e1-734.e7, 1 ago. 2017.

EVANS, J. A.; WHITELAW, W. A. The assessment of maximal respiratory mouth pressures in adults. **Respiratory Care**, v. 54, n. 10, p. 1348–59, out. 2009.

FIELDING, R. A. et al. Sarcopenia: an undiagnosed condition in older adults. *Current*

consensus definition: prevalence, etiology, and consequences. International working group on sarcopenia. **Journal of the American Medical Directors Association**, v. 12, n. 4, p. 249–56, maio 2011.

FIGUEROA, A. et al. Whole-body vibration training reduces arterial stiffness, blood pressure and sympathovagal balance in young overweight/obese women. **Hypertension research : official journal of the Japanese Society of Hypertension**, v. 35, n. 6, p. 667–72, jun. 2012.

FONSECA, F.R.; KARLOH, M.; ARAUJO, S.L.P.; REIS, C.M.; MAYER, A.F. Validação de um sistema de análise de impedância bioelétrica para a avaliação da composição corporal de pacientes com DPOC. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 44, n. 4, p. 315–320, 2018.

FONSECA, M. A. et al. Respiratory muscle training programs: impact on the functional autonomy of the elderly. **Revista da Associação Médica Brasileira**, v. 56, n. 6, p. 642–8, 2010.

FORTI, L. N. et al. Dose-and gender-specific effects of resistance training on circulating levels of brain derived neurotrophic factor (BDNF) in community-dwelling older adults. **Experimental gerontology**, v. 70, p. 144–9, out. 2015.

FORTI, L. N. et al. High Versus Low Load Resistance Training: The Effect of 24 Weeks Detraining on Serum Brain Derived-Neurotrophic Factor (BDNF) in Older Adults. **The Journal of frailty & aging**, v. 6, n. 1, p. 53–58, 2017.

FRIED, L. P. et al. Frailty in older adults: evidence for a phenotype. **The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences**, v. 56, n. 3, p. M146-56, mar. 2001.

FUKUMOTO, Y. et al. Age-Related Ultrasound Changes in Muscle Quantity and Quality in Women. **Ultrasound in medicine & biology**, v. 41, n. 11, p. 3013–7, nov. 2015.

FURNESS, T. P.; MASCHETTE, W. E. Influence of whole body vibration platform frequency on neuromuscular performance of community-dwelling older adults. **Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association**, v. 23, p. 1508–1513, 2009.

GEZEN-AK, D. et al. BDNF, TNF α , HSP90, CFH, and IL-10 serum levels in patients with early or late onset Alzheimer's disease or mild cognitive impairment. **Journal of Alzheimer's disease : JAD**, v. 37, n. 1, p. 185–95, 2013.

GIELEN, E. et al. Musculoskeletal frailty: a geriatric syndrome at the core of fracture occurrence in older age. **Calcified tissue international**, v. 91, n. 3, p. 161–77, set. 2012.

HARRIS-LOVE, M. O. et al. The Influence of Upper and Lower Extremity Strength on Performance-Based Sarcopenia Assessment Tests. **Journal of functional morphology and kinesiology**, v. 3, n. 4, dez. 2018.

INGLÉS, M. et al. Brain-Derived Neurotrophic Factor as a Marker of Cognitive Frailty. **The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences**, v. 72, n. 3, p. 450–451, 2017.

- JANDACKOVA, V. K. et al. Are Changes in Heart Rate Variability in Middle-Aged and Older People Normative or Caused by Pathological Conditions? Findings From a Large Population-Based Longitudinal Cohort Study. **Journal of the American Heart Association**, v. 5, n. 2, 12 fev. 2016.
- KO, F. C.. The clinical care of frail, older adults. **Clinics in geriatric medicine**, v. 27, n. 1, p. 89–100, fev. 2011.
- KO, M. et al. Whole-body vibration training improves balance control and sit-to-stand performance among middle-aged and older adults: a pilot randomized controlled trial. **European review of aging and physical activity : official journal of the European Group for Research into Elderly and Physical Activity**, v. 14, p. 11, 2017.
- KOBAYASHI, K. et al. Predictors of pre-sarcopenia in community-dwelling older adults: a 5-year longitudinal study. **Modern rheumatology**, p. 1–17, 24 nov. 2018.
- LAI, C. et al. Effects of resistance training, endurance training and whole-body vibration on lean body mass, muscle strength and physical performance in older people: a systematic review and network meta-analysis. **Age and ageing**, v. 47, n. 3, p. 367–373, 1 maio 2018.
- LAI, H-Y. et al. Association between inflammatory markers and frailty in institutionalized older men. **Maturitas**, v.79, p.329-333, 2014.
- LAM, F. M. et al. Effects of whole-body vibration on balance and mobility in institutionalized older adults: a randomized controlled trial. **Clinical rehabilitation**, v. 32, n. 4, p. 462–472, abr. 2018.
- LANGER, D. et al. Measurement validity of an electronic inspiratory loading device during a loaded breathing task in patients with COPD. **Respiratory Medicine**, v. 107, p. 633–635, 2013.
- LAU, H. et al. Identification of Neuroprotective Factors Associated with Successful Ageing and Risk of Cognitive Impairment among Malaysia Older Adults. **Current gerontology and geriatrics research**, v. 2017, p. 4218756, 2017.
- LI, H.; MANWANI, B.; LENG, S.X. Frailty, inflammation, and immunity. **Ageing and disease**, v. 2, n. 6, p. 466–73, dez. 2011.
- LIANG, C. et al. Pratensein ameliorates β -amyloid-induced cognitive impairment in rats via reducing oxidative damage and restoring synapse and BDNF levels. **Neuroscience letters**, v. 592, p. 48–53, 10 abr. 2015.
- LICURCI, M.G.B.; DE ALMEIDA FAGUNDES, A.; ARISAWA E.A.L.S. Acute effects of whole body vibration on heart rate variability in elderly people. **Journal of Bodywork and Movement Therapies.**, v.22, n.3, p.618-21, Jul 2018.
- LIENHARD, K. et al. Older adults show higher increases in lower-limb muscle activity

during whole-body vibration exercise. **Journal of biomechanics**, v. 52, p. 55–60, 2017.

LOCQUET, M. et al. Association Between the Decline in Muscle Health and the Decline in Bone Health in Older Individuals from the SarcoPhAge Cohort. **Calcified tissue international**, 3 dez. 2018.

LOURENÇO, R. A.; VERAS, R. P. Mini-Mental State Examination: psychometric characteristics in elderly outpatients. **Revista de Saúde Pública**, v. 40, n. 4, p. 712–9, ago. 2006.

LUSTOSA, L.P.; PEREIRA, D.S.; DIAS, R.C.; BRITTO, R.R.; PARENTONI, A.N.; PEREIRA, L.S.M. Translation and cultural adaptation of the Minnesota Leisure Time Activities Questionnaire in community-dwelling older people. **Brazilian Geriatrics and Gerontology**, v. 5, n. 2, p. 57–65, 2011.

LUSTOSA, L.P. et al. Comparison between parameters of muscle performance and inflammatory biomarkers of non-sarcopenic and sarcopenic elderly women. **Clinical interventions in aging**, v. 12, p. 1183–1191, 2017.

MACHADO, A. et al. Whole-body vibration training increases muscle strength and mass in older women: a randomized-controlled trial. **Scandinavian journal of medicine & science in sports**, v. 20, n. 2, p. 200–7, abr. 2010.

MARTIN, J. A. et al. Age and Grip Strength Predict Hand Dexterity in Adults. **PLOS ONE**, v. 10, n. 2, p. e0117598, 17 fev. 2015.

MARZETTI, E. et al. Physical activity and exercise as countermeasures to physical frailty and sarcopenia. **Aging clinical and experimental research**, v. 29, n. 1, p. 35–42, fev. 2017.

MENON, M. K. et al. Ultrasound assessment of lower limb muscle mass in response to resistance training in COPD. **Respiratory research**, v. 13, p. 119–128, 28 dez. 2012.

MICHAUD, M. et al. Proinflammatory Cytokines, Aging, and Age-Related Diseases. **Journal of the American Medical Directors Association**, 20 jun. 2013.

MILLER, M.S.; CALLAHAN, D.M.; TOTH, M. J. Skeletal muscle myofibrillar adaptations to aging, disease, and disuse and their effects on whole muscle performance in older adult humans. **Frontiers in physiology**, v. 5, p. 369, 2014.

MILLS, D. E. et al. The effects of inspiratory muscle training in older adults. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 47, p. 691–697, 2015.

MONTEIRO-JÚNIOR R.S., et al. Effect of exercise on inflammatory profile of older persons: systematic review and meta-analyses. **Journal of Physical Activity and Health**, v.15, n.1, p. 64-71, 2018.

MOREIRA, G.V.; LOURENÇO, A.R.. Prevalence and factors associated with frailty in an older population from the city of Rio de Janeiro, Brazil: the FIBRA-RJ Study. **Clinics (São Paulo, Brazil)**, v. 68, p. 979, 2013.

MORLEY, J.E. et al. Frailty consensus: a call to action. **Journal of the American Medical Directors Association**, v. 14, n. 6, p. 392–7, jun. 2013.

NEDER, J.A.; ANDREONI, S.; LERARIO, M.C.; NERY, L.E. Reference values for lung function tests. II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v.32, p.719–727, 1999.

NG, T.P. et al. Dysregulated homeostatic pathways in sarcopenia among frail older adults. **Aging cell**, v. 17, n. 6, p. e12842, dez. 2018.

NIKOLETOPOULOU, V. et al. Modulation of Autophagy by BDNF Underlies Synaptic Plasticity. **Cell metabolism**, v. 26, n. 1, p. 230–242.e5, 5 jul. 2017.

NOBLE, E. E. et al. The lighter side of BDNF. *American journal of physiology. Regulatory, integrative and comparative physiology*, v. 300, n. 5, p. R1053-69, maio 2011.

NOVAES, R.D.; MIRANDA, A.S.; SILVA, J.O.; TAVARES, B.V.F.; DOURADO, V.Z. Reference equations for predicting of handgrip strength in Brazilian middle_aged and elderly subjects. **Fisioterapia e Pesquisa**, v.16, n.3, p.217-22, jul./set. 2009.

NUUTTILA, O. et al. Effects of HRV-Guided vs. Predetermined Block Training on Performance, HRV and Serum Hormones. **International Journal of Sports Medicine**, v. 38, n. 12, p. 909–920, 26 nov. 2017.

OKURA, K. et al. Contractile capability of the diaphragm assessed by ultrasonography predicts nocturnal oxygen saturation in COPD. **Respirology (Carlton, Vic.)**, v. 22, n. 2, p. 301–306, 2017.

ORR, R. The effect of whole body vibration exposure on balance and functional mobility in older adults: a systematic review and meta-analysis. **Maturitas**, v. 80, n. 4, p. 342–58, abr. 2015.

PALOP, M.V. M. et al. The vibration training as sarcopenia intervention: impact on the neuromuscular system of the elderly. **Nutricion hospitalaria**, v. 32, n. 4, p. 1454–61, 1 out. 2015.

PARENTONI, A. N. et al. Gait Speed as a Predictor of Respiratory Muscle Function, Strength, and Frailty Syndrome in Community-Dwelling Elderly People. **The Journal of frailty & aging**, v. 4, n. 2, p. 64–8, 2015.

PARK, S.; SON, W.; KWON, O. Effects of whole body vibration training on body composition, skeletal muscle strength, and cardiovascular health. **Journal of exercise rehabilitation**, v. 11, p. 289–95, 2015.

PEGORARI, M.S.; RUAS, G.; PATRIZZI, L.J. Relationship between frailty and respiratory function in the community-dwelling elderly. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v. 17, n. 1, p. 9–16, 2013.

- PESSOA, I.M.B.S; HOURI NETO M.; MONTEMEZZO, D.; SILVA, L.A.M.; ANDRADE, A.D.; PARREIRA, V.F. Predictive equations for respiratory muscle strength according to international and Brazilian guidelines. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v.18, n.5, p. 410-418, 2014.
- PEREIRA, C. A. C.; SATO, T.; RODRIGUES, S. C. New reference values for forced spirometry in white adults in Brazil. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 33, n. 4, p. 397–406, ago. 2007.
- PIERINE, D. T.; NICOLA, M.; OLIVEIRA, E. P. Sarcopenia: metabolic changes and consequences for aging. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 17, n. 3, p. 96–103, 2009.
- POLLOCK, R.D.; MARTIN, F. C.; NEWHAM, D. J. Whole-body vibration in addition to strength and balance exercise for falls-related functional mobility of frail older adults: a single-blind randomized controlled trial. **Clinical rehabilitation**, v. 26, n. 10, p. 915–23, out. 2012.
- PORTA, A. et al. Entropy, entropy rate, and pattern classification as tools to typify complexity in short heart period variability series. **IEEE transactions on bio-medical engineering**, v. 48, n. 11, p. 1282–91, nov. 2001.
- RAVAL, A. P. et al. Whole Body Vibration Therapy after Ischemia Reduces Brain Damage in Reproductively Senescent Female Rats. **International journal of molecular sciences**, v. 19, n. 9, p. E2749, 13 set. 2018.
- RODRIGUEZ-MIGUELEZ, P. et al. Whole-body vibration improves the anti-inflammatory status in elderly subjects through toll-like receptor 2 and 4 signaling pathways. **Mechanisms of ageing and development**, v. 150, p. 12–9, set. 2015.
- ROGAN, S. et al. Effects of whole-body vibration on proxies of muscle strength in old adults: a systematic review and meta-analysis on the role of physical capacity level. **European review of aging and physical activity : official journal of the European Group for Research into Elderly and Physical Activity**, v. 12, p. 12, 2015.
- SANCHIS, J. et al. Usefulness of Clinical Data and Biomarkers for the Identification of Frailty After Acute Coronary Syndromes. **The Canadian journal of cardiology**, v. 31, n. 12, p. 1462–8, dez. 2015.
- SAÑUDO, B. et al. Cardiac autonomic response during recovery from a maximal exercise using whole body vibration. **Complementary therapies in medicine**, v. 21, n. 4, p. 294–9, ago. 2013.
- SATTELMAIR, J.R.; PERTMAN, J.H.; FORMAN, D. E. Effects of physical activity on cardiovascular and noncardiovascular outcomes in older adults. **Clinics in geriatric medicine**, v. 25, n. 4, p. 677–702, viii–ix, nov. 2009.
- SCANLON, T. C. et al. Muscle architecture and strength: adaptations to short-term resistance training in older adults. **Muscle & nerve**, v. 49, n. 4, p. 584–92, abr. 2014.

SCENA, S. et al. Computerized Functional Reach Test to Measure Balance Stability in Elderly Patients With Neurological Disorders. **Journal of Clinical Medicine Research**, v. 8, n. 10, p. 715–720, 2016.

SEVERINO, G. et al. Whole-Body Vibration Training Improves Heart Rate Variability and Body Fat Percentage in Obese Hispanic Postmenopausal Women. **Journal of aging and physical activity**, v. 25, n. 3, p. 395–401, jul. 2017.

SHAMLIYAN, T. et al. Association of frailty with survival: a systematic literature review. **Ageing research reviews**, v. 12, n. 2, p. 719–36, mar. 2013.

SILVA, S. L. A.; SILVA, V. G.; MÁXIMO, L. S.; DIAS, J.M.D.; DIAS, R. C. Comparison between different cut-off points in the classification of frailty profile in community-living elderly. **Brazilian Geriatrics and Gerontology**, v. 5, n. 3, p. 130–135, 2011.

SIMÃO, A.P. et al. Functional performance and inflammatory cytokines after squat exercises and whole-body vibration in elderly individuals with knee osteoarthritis. **Archives of physical medicine and rehabilitation**, v. 93, n. 10, p. 1692–700, out. 2012.

SINDHU, S. et al. Obesity Is a Positive Modulator of IL-6R and IL-6 Expression in the Subcutaneous Adipose Tissue: Significance for Metabolic Inflammation. **PloS one**, v. 10, n. 7, p. e0133494, 2015.

SITJÀ-RABERT, M. et al. Effects of a whole body vibration (WBV) exercise intervention for institutionalized older people: a randomized, multicentre, parallel, clinical trial. **Journal of the American Medical Directors Association**, v. 16, n. 2, p. 125–31, fev. 2015.

SITJÀ-RABERT, M. et al. Whole body vibration for older persons: an open randomized, multicentre, parallel, clinical trial. **BMC geriatrics**, v. 11, p. 89, 2011.

SOARES-MIRANDA, L. et al. Physical activity and heart rate variability in older adults: the Cardiovascular Health Study. **Circulation**, v. 129, n. 21, p. 2100–10, 27 maio 2014.

SOUZA, C. F. et al. Relação entre força e massa muscular em mulheres de meia-idade e idosas: um estudo transversal. **Brazilian Geriatrics and Gerontology Journal**, v. 20, n. 5, p. 661–670, 2017.

SOUZA, H. et al. Effects of inspiratory muscle training in elderly women on respiratory muscle strength, diaphragm thickness and mobility. **The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences**, v. 69, n. 12, p. 1545–53, dez. 2014.

SOYSAL, P. et al. Inflammation and frailty in the elderly: A systematic review and meta-analysis. **Ageing research reviews**, v. 31, p. 1–8, 2016.

SRINIVAS-SHANKAR, U; WU, F.C. W. Frailty and muscle function: role for testosterone? **Frontiers of hormone research**, v. 37, p. 133–49, jan. 2009.

SZULC, P. et al. Rapid loss of appendicular skeletal muscle mass is associated with higher all-cause mortality in older men: the prospective MINOS study. **The American journal of clinical nutrition**, v. 91, n. 5, p. 1227–36, maio 2010.

TAKAHASHI, A. C. M. et al. Aging reduces complexity of heart rate variability assessed by conditional entropy and symbolic analysis. **Internal and Emergency Medicine**, v. 7, n. 3, p. 229–235, 21 jun. 2012a.

TASK FORCE. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. **Circulation**, v. 93, n. 5, p. 1043–65, 1 mar. 1996.

THEOU, O. et al. The effectiveness of exercise interventions for the management of frailty: a systematic review. **Journal of aging research**, v. 2011, p. 569194, 4 abr. 2011.

VINCENT, H.K.; RAISER, S. N.; VINCENT, K. R. The aging musculoskeletal system and obesity-related considerations with exercise. **Ageing research reviews**, v. 11, n. 3, p. 361–73, jul. 2012.

VON STENGEL, S. et al. Effect of whole-body vibration on neuromuscular performance and body composition for females 65 years and older: A randomized-controlled trial. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v. 22, p. 119–127, 2012.

WANG, J.; MAXWELL, C.A.; YU, F. Biological Processes and Biomarkers Related to Frailty in Older Adults: A State-of-the-Science Literature Review. **Biological research for nursing**, v. 21, n. 1, p. 80–106, jan. 2019.

WANG, J. et al. Inflammation and age-associated skeletal muscle deterioration (sarcopaenia). **Journal of orthopaedic translation**, v. 10, p. 94–101, jul. 2017.

WATSFORD, M.; MURPHY, A. The effects of respiratory-muscle training on exercise in older women. **Journal of Aging and Physical Activity**, v. 16, n. 3, p. 245–60, jul. 2008.

WEI, N. et al. Optimal frequency/time combination of whole-body vibration training for improving muscle size and strength of people with age-related muscle loss (sarcopenia): A randomized controlled trial. **Geriatrics & gerontology international**, v. 17, n. 10, p. 1412–1420, out. 2017.

WEI, N.; NG, G.Y. F. The effect of whole body vibration training on quadriceps voluntary activation level of people with age-related muscle loss (sarcopenia): a randomized pilot study. **BMC geriatrics**, v. 18, n. 1, p. 240, 11 out. 2018.

WHITE, D.W.; RAVEN, P.B. Autonomic neural control of heart rate during dynamic exercise: revisited. **The Journal of physiology**, v. 592, n. 12, p. 2491–500, 15 jun. 2014.

WILKINSON, D. J.; PIASECKI, M.; ATHERTON, P. J. The age-related loss of skeletal muscle mass and function: Measurement and physiology of muscle fibre atrophy and muscle fibre loss in humans. **Ageing research reviews**, v. 47, p. 123–132, nov. 2018.

WONG, A. et al. Whole-Body Vibration Exercise Therapy Improves Cardiac Autonomic Function and Blood Pressure in Obese Pre- and Stage 1 Hypertensive Postmenopausal Women. **Journal of alternative and complementary medicine** (New York, N.Y.), v. 22, n. 12, p. 970–976, dez. 2016.

WONG, A.; FIGUEROA, A. Effects of whole-body vibration on heart rate variability: acute responses and training adaptations. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, 18 maio 2018.

WU, C. et al. Roles of p62 in BDNF-dependent autophagy suppression and neuroprotection against mitochondrial dysfunction in rat cortical neurons. **Journal of neurochemistry**, v. 140, n. 6, p. 845–861, mar. 2017.

XIA, S. et al. An Update on Inflamm-Aging: Mechanisms, Prevention, and Treatment. **Journal of Immunology Research**, v. 2016, p. 1–12, 2016.

XU, Z. et al. Exogenous BDNF Increases Mitochondrial pCREB and Alleviates Neuronal Metabolic Defects Following Mechanical Injury in a MPTP-Dependent Way. **Molecular neurobiology**, v. 55, n. 4, p. 3499–3512, abr. 2018.

YAMADA, Y. Muscle Mass, Quality, and Composition Changes During Atrophy and Sarcopenia. **Advances in experimental medicine and biology**, v. 1088, p. 47–72, 2018.

ZHANG, L. et al. Effect of whole-body vibration exercise on mobility, balance ability and general health status in frail elderly patients: a pilot randomized controlled trial. **Clinical rehabilitation**, v. 28, p. 59–68, 2014.

ZHUANG, P. et al. Effect of TALEN-mediated IL-6 knockout on cell proliferation, apoptosis, invasion and anti-cancer therapy in hepatocellular carcinoma (HCC-LM3) cells. **Oncotarget**, v. 8, n. 44, p. 77915–77927, 29 set. 2017.

APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA
TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO
(PARA MAIORES DE 18 ANOS OU EMANCIPADOS - Resolução 466/12)

Convidamos o (a) Sr. (a) para participar como voluntário (a) da pesquisa : EFICÁCIA DE UM PROGRAMA DE TREINAMENTO MUSCULAR INSPIRATÓRIO ASSOCIADO À VIBRAÇÃO DE CORPO INTEIRO SOBRE BIOMARCADORES INFLAMATÓRIOS E ENDÓCRINOS, MUSCULATURA RESPIRATÓRIA, ENZIMAS ANTIOXIDANTES E FUNCIONALIDADE EM IDOSOS PRÉ-FRÁGEIS, que está sob a responsabilidade da pesquisadora Helga Cecília Muniz de Souza, com endereço na Rua Joaquim Nabuco 449 apto. 301, Graças, Recife – PE. CEP 52011-000, Tel: (81)999146267 - e-mail: helgamuniz@yahoo.com.br., inclusive para ligações a cobrar.

Caso este Termo de Consentimento contenha informações que não lhe sejam compreensíveis, as dúvidas podem ser tiradas com a pessoa que está lhe entrevistando e apenas ao final, quando todos os esclarecimentos forem dados, caso concorde com a realização do estudo pedimos que rubriche as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias, uma via lhe será entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável.

Caso não concorde, não haverá penalização, bem como será possível retirar o consentimento a qualquer momento, também sem nenhuma penalidade.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

- ✓ A participação nesta pesquisa consistirá em comparecer, com a frequência de três dias por semana, durante doze semanas, ao Departamento de Fisioterapia da UFPE.
- ✓ O objetivo deste estudo é avaliar, antes e após um programa de treinamento, a função dos músculos da respiração, a capacidade de realizar atividades físicas e a inflamação do sangue. Durante o treinamento, o participante irá puxar o ar pela boca através de um aparelho específico. Isso ocorrerá em seis séries de dez respirações, com intervalo de um minuto entre as série por dia. Além disso o participante fará um treinamento de vibração do corpo que será realizado três vezes por semana.
- ✓ Os voluntários inicialmente responderão a um questionário com perguntas pessoais e de saúde, e a pesquisadora responsável irá realizar testes respiratórios, nos quais os voluntários irão respirar o mais forte que conseguirem. Para avaliar a inflamação do sangue, será realizado uma coleta de 10mL sangue (1 colher de sopa), colhido por punção na veia do braço, antes e após 12 semanas de treino por um profissional treinado. Será realizado também a ultrassonografia do abdômen, gerando imagens do músculo da respiração – o diafragma. A ultrassonografia funciona como uma câmera que toca na pele e filma estruturas dentro do corpo. Esse exame não provoca dor no voluntário. Em seguida os participantes serão orientados a caminhar num corredor durante 6 minutos. Também será pedido que o voluntário caminhe 3 metros após levantar de uma cadeira. E por fim será realizado um exame para verificar os batimentos cardíacos durante uma sessão do treinamento de vibração.
- ✓ RISCOS PARA O VOLUNTÁRIO: Durante a realização dos testes os voluntários poderão sentir algum desconforto devido aos exercícios que serão realizados ou, sensação de cansaço leve nas pernas durante a caminhada no corredor. Durante a coleta do sangue o voluntário sentirá um pequeno incômodo devido à agulha da seringa que coletará o sangue para avaliar a inflamação. No entanto, o voluntário será observado por um profissional de saúde devidamente preparado e o local do estudo está situado dentro do campus universitário, onde está localizado o Hospital das Clínicas de Pernambuco, caso você sinta algum desconforto durante a avaliação.
- ✓ BENEFÍCIOS PARA O VOLUNTÁRIO: O voluntário terá uma avaliação completa da sua capacidade de realizar exercício, da inflamação do sangue e da força dos músculos da respiração. Além disso o participante realizará um programa de treinamento que irá melhorar sua saúde de uma maneira geral.

Todas as informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa através dos questionários, ficarão armazenados em um computador pessoal, sob a responsabilidade da pesquisadora, no endereço acima informado, pelo período de mínimo 5 anos.

Nada lhe será pago e nem será cobrado para participar desta pesquisa, pois a aceitação é voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extra-judicial. Se houver necessidade, as despesas para a sua participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento de transporte e alimentação).

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UFPE no endereço: **Avenida da Engenharia s/n – 1º Andar, sala 4 - Cidade Universitária, Recife-PE, CEP: 50740-600, Tel.: (81) 2126.8588 – e-mail: cepccs@ufpe.br.**

(assinatura do pesquisador)

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO VOLUNTÁRIO (A)

Eu, _____, CPF _____, abaixo assinado, após a leitura (ou a escuta da leitura) deste documento e de ter tido a oportunidade de conversar e ter esclarecido as minhas dúvidas com o pesquisador responsável, concordo em participar do estudo EFICÁCIA DE UM PROGRAMA DE TREINAMENTO MUSCULAR INSPIRATÓRIO ASSOCIADO À VIBRAÇÃO DE CORPO INTEIRO SOBRE BIOMARCADORES INFLAMATÓRIOS E ENDÓCRINOS, MUSCULATURA RESPIRATÓRIA, ENZIMAS ANTIOXIDANTES E FUNCIONALIDADE EM IDOSOS PRÉ-FRÁGEIS, como voluntário (a). Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pela pesquisadora sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade (ou interrupção de meu acompanhamento/ assistência/tratamento).

Local e data _____

Assinatura do participante: _____

Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e o aceite do voluntário em participar. (02 testemunhas não ligadas à equipe de pesquisadores):

Nome:	Nome:
Assinatura:	Assinatura:

APÊNDICE B - INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO NA FASE AGUDA

FICHA DE AVALIAÇÃO FASE AGUDA (HOLTER)

DATA DE COLETA:

NOME:

DATA NASCIMENTO

IPAQ:

ALTURA:

PESO:

Medicações:

PRÉ- REPOUSO:

PA=	FC=	SpO2=
-----	-----	-------

Início do Repouso – HORA:

FR(incursões por minuto):

1.	6.	11.
2.	7.	12.
3.	8.	13.
4.	9.	14.
5.	10.	15.

PÓS-REPOUSO e PRÉ-WBV:

PA=	FC=	SpO2=
-----	-----	-------

Início Exercício - HORA:

(WBV 4mm: 1min vibração +30s repouso ... totalizando 20min de vibração)

1+30+1+30+1+30+1+30+1+30+

PÓS 5min WBV:

PA=	FC=	SpO2=
-----	-----	-------

1+30+1+30+1+30+1+30+1+30+

PÓS 10min WBV:

PA=	FC=	SpO2=
-----	-----	-------

1+30+1+30+1+30+1+30+1+30+

PÓS 15min WBV:

PA=	FC=	SpO2=
-----	-----	-------

1+30+1+30+1+30+1+30+1+30+

PÓS 20min WBV e PRÉ-REPOUSO2:

PA=	FC=	SpO2=
-----	-----	-------

FIM DO EXERCÍCIO - HORA:

TEMPO TOTAL DO EXERCÍCIO:

Início do Repouso 2 – HORA:

FR (incursões por minuto):

1.	6.	11.
2.	7.	12.
3.	8.	13.
4.	9.	14.
5.	10.	15.

PÓS-REPOUSO 2:

PA=	FC=	SpO2=
-----	-----	-------

Fim da coleta HORA:

TEMPO TOTAL DA COLETA:

EFEITOS ADVERSOS:

APÊNDICE C - INSTRUMENTO DE TRIAGEM DE FRAGILIDADE

SCREENING DE FRAGILIDADE (Silva et al, 2011 – rede FIBRA)

1. PERDA DE PESO INVOLUNTÁRIA (Autorrelato)

→ “No último ano, o sr(a) perdeu mais que 4,5Kg (ou 5% peso corporal) sem intenção (dieta ou exercício)?” () **Sim** () **Não**

2. DIMINUIÇÃO DE VELOCIDADE DE MARCHA (distância 4,6m, com 8,6m livres)

MULHER		HOMEM	
Altura	Tempo da marcha (s)	Altura (m)	Tempo da marcha (s)
≤1,53	5,72	≤1,70	5,31
>1,53	5,63	>1,70	5,27

3. FRAQUEZA MUSCULAR (Força de Preensão Manual)

MULHER		HOMEM	
IMC	Força de Preensão (kgf)	IMC	Força de Preensão (kgf)
<24	≤ 14,79	<24	≤ 21,33
24,1-27,3	≤ 16,13	24,1-26,1	≤ 25,96
27,4-31,24	≤ 14,72	26,2-29,5	≤ 31,06
>31,24	≤ 18,86	>29,6	≤ 32,06

4. EXAUSTÃO FÍSICA (CES-D)

→ “Sentiu que teve que fazer esforço para dar conta das suas tarefas habituais?”
Nunca ou raramente = 1 Às vezes = 2 **Frequentemente = 3 Sempre = 4**

→ “Não conseguiu levar adiante suas coisas?”
Nunca ou raramente = 1 Às vezes = 2 **Frequentemente = 3 Sempre = 4**

POSITIVO = 3 ou 4 para alguma das perguntas acima

5. DIMINUIÇÃO ATIVIDADE FÍSICA (Questionário Minnesota de Atividades Físicas, Esporte e Lazer – Lustosa et al, 2011)

MULHER		HOMEM	
Gasto Calórico (kcal)	≤ 561,43	Gasto Calórico (kcal)	≤ 1315,14

RESULTADO:

() **NÃO-FRÁGIL = 0**

() **PRÉ-FRÁGIL = 1 ou 2 itens**

() **FRÁGIL = 3 ou mais itens**

APÊNDICE D - INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO NA FASE CRÔNICA

FICHA DE AVALIAÇÃO

Data 1ª Avaliação: _____ 2ª Avaliação: _____
 Nome: _____ Data Nascimento: _____
 Endereço: _____
 Telefone: _____ / _____ medicações: _____
 Peso: _____ Altura: _____ IMC: _____
 MEEM: _____
 Comorbidades: HAS () DM() Osteoporose () Etilista () Tabagismo () Outros: _____

• **Força e Endurance Muscular Respiratória (Test Mode KH2 Automatic Load)**

PI _{máx} Antes					
PI _{máx} Depois					
PE _{máx} Antes					
PE _{máx} Depois					
Tempo total Antes			Tempo total Depois		
No ciclos Antes			No ciclos Depois		
Load média Antes			Load média Depois		
Pressão média Antes			Pressão média Depois		
Fluxo Antes			Fluxo Depois		
Power (potência) Antes			Power (potência) Depois		
TTI Antes			TTI Depois		
Work Antes			Work Depois		
PIF Antes			PIF Depois		
S-Index Antes			S-Index Depois		

• **Ultrassonografia**

	Medida 1	Medida 2	Medida 3	Medida 4	Medida 5
Mobilidade Diafragma Antes					
Mobilidade Diafragma Depois					
Esp Diafragma VR Antes					
Esp Diafragma VR Depois					
Esp Diafragma CRF Antes					
Esp Diafragma CRF Depois					
Esp Diafragma CPT Antes					
Esp Diafragma CPT Depois					
Fração Espessamento Antes					
Fração Espessamento Depois					
Esp Reto Femural Antes					
Esp Reto Femural Depois					
Vol Reto Femural Antes					
Vol Reto Femural Depois					
Esp Vasto Intermedio Antes					
Esp Vasto Intermedio Depois					
Vol Vasto Intermedio Antes					
Vol Vasto Intermedio Depois					
Esp Quadriceps Antes					
Esp Quadriceps Depois					

- **Espirometria**

VEF ₁		CVF		VEF ₁ /CVF		FEF _{25-75%} :	
%VEF ₁		% CVF		% VEF ₁ /CVF		%FEF _{25-75%} :	

- **Desempenho Físico**

	Distância	Valor Previsto	Paradas	Tempo	FC máx	SpO ₂
TC6	Antes					
TC6	Depois					

- **Capacidade Funcional**

Timed Up and Go	Antes				> 20seg baixo risco 20a 29seg médio risco 30seg ou < alto risco
Timed Up and Go	Depois				

- **Equilíbrio**

	Equilíbrio Estático	Equilíbrio Dinâmico	> 24 baixo risco 19 e 24 moderado <19 alto risco
Tinetti	Antes		
Tinetti	Depois		

- **Força de Preensão Palmar (JAMAR)**

Força	Antes		
Força	Depois		

- **Efeitos adversos / Outras observações:**

APÊNDICE E - INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO PARA O TESTE DE CAMINHADA DE 6 MINUTOS

Nome: _____ ID: _____
 Data: _____ Idade: _____ Peso: _____ Altura: _____ IMC: _____ Kg/m²

6MWT PRÉ TREINO							
Basal		PS	PD	SpO ₂	FC	IPE _M	IPE _R
distancia		parada	retorno	Δt	criterio		
2	60 m						
3	90 m						
4	120 m						
5	150 m						
6	180 m						
7	210 m						
8	240 m						
9	270 m						
10	300 m						
11	330 m						
12	360 m						
13	390 m						
14	420 m						
15	450 m						
16	480 m						
17	510 m						
18	540 m						
19	570 m						
20	600 m						
21	630 m						
22	660 m						
23	690 m						
24	720 m						
25	750 m						
Final		PS	PD	SpO ₂	FC	IPE _M	IPE _R
02 minutos		PS	PD	SpO ₂	FC	IPE _M	IPE _R

INCENTIVOS

“Está indo muito bem, faltam 05 minutos”

“Perfeito, continue assim, faltam 04 minutos”

“Está na metade da prova, está indo muito bem”

“Perfeito, continue assim, faltam 02 minutos”

“Está indo muito bem, falta 01 minuto”

“PARANDO”

CRITÉRIOS DE PARADA OBRIGATÓRIOS

SpO₂ REAL menor que 88%
 sudorese intensa
 palidez/cianose
 FC máxima atingida
 pedido do voluntário

- ❖ FC máx:
- ❖ FC máx atingida:
- ❖ % FC máx:

ÍNDICES 6MWT					
ΔS real	ΔS previsto	% ΔS	nº paradas	tempo parado	tempo de teste real

Observações: _____

APÊNDICE F- DIÁRIO DE TREINO MUSCULAR INSPIRATÓRIO INDIVIDUAL

DIÁRIO SEMANAL – 1º ou 2º ou 3º MÊS

SEMANA 1 ou 5 ou 9 Desconfortos: ()sim ()não, Quais:

DIA 1 **Fez:** ()sim ()não **Hora:** ()Manhã ()Tarde ()Noite **Repetições:** ()20 ()40 ()60
 DIA 2 **Fez:** ()sim ()não **Hora:** ()Manhã ()Tarde ()Noite **Repetições:** ()20 ()40 ()60
 DIA 3 **Fez:** ()sim ()não **Hora:** ()Manhã ()Tarde ()Noite **Repetições:** ()20 ()40 ()60
 DIA 4 **Fez:** ()sim ()não **Hora:** ()Manhã ()Tarde ()Noite **Repetições:** ()20 ()40 ()60
 DIA 5 **Fez:** ()sim ()não **Hora:** ()Manhã ()Tarde ()Noite **Repetições:** ()20 ()40 ()60
 DIA 6 **Fez:** ()sim ()não **Hora:** ()Manhã ()Tarde ()Noite **Repetições:** ()20 ()40 ()60
 DIA 7 **Fez:** ()sim ()não **Hora:** ()Manhã ()Tarde ()Noite **Repetições:** ()20 ()40 ()60

SEMANA 2 ou 6 ou 10 Desconfortos: ()sim ()não,

Quais: _____

DIA 1 **Fez:** ()sim ()não **Hora:** ()Manhã ()Tarde ()Noite **Repetições:** ()20 ()40 ()60
 DIA 2 **Fez:** ()sim ()não **Hora:** ()Manhã ()Tarde ()Noite **Repetições:** ()20 ()40 ()60
 DIA 3 **Fez:** ()sim ()não **Hora:** ()Manhã ()Tarde ()Noite **Repetições:** ()20 ()40 ()60
 DIA 4 **Fez:** ()sim ()não **Hora:** ()Manhã ()Tarde ()Noite **Repetições:** ()20 ()40 ()60
 DIA 5 **Fez:** ()sim ()não **Hora:** ()Manhã ()Tarde ()Noite **Repetições:** ()20 ()40 ()60
 DIA 6 **Fez:** ()sim ()não **Hora:** ()Manhã ()Tarde ()Noite **Repetições:** ()20 ()40 ()60
 DIA 7 **Fez:** ()sim ()não **Hora:** ()Manhã ()Tarde ()Noite **Repetições:** ()20 ()40 ()60

SEMANA 3 ou 7 ou 11 Desconfortos: ()sim ()não,

Quais: _____

DIA 1 **Fez:** ()sim ()não **Hora:** ()Manhã ()Tarde ()Noite **Repetições:** ()20 ()40 ()60
 DIA 2 **Fez:** ()sim ()não **Hora:** ()Manhã ()Tarde ()Noite **Repetições:** ()20 ()40 ()60
 DIA 3 **Fez:** ()sim ()não **Hora:** ()Manhã ()Tarde ()Noite **Repetições:** ()20 ()40 ()60
 DIA 4 **Fez:** ()sim ()não **Hora:** ()Manhã ()Tarde ()Noite **Repetições:** ()20 ()40 ()60
 DIA 5 **Fez:** ()sim ()não **Hora:** ()Manhã ()Tarde ()Noite **Repetições:** ()20 ()40 ()60
 DIA 6 **Fez:** ()sim ()não **Hora:** ()Manhã ()Tarde ()Noite **Repetições:** ()20 ()40 ()60
 DIA 7 **Fez:** ()sim ()não **Hora:** ()Manhã ()Tarde ()Noite **Repetições:** ()20 ()40 ()60

SEMANA 4 ou 8 ou 12 Desconfortos: ()sim ()não,

Quais: _____

DIA 1 **Fez:** ()sim ()não **Hora:** ()Manhã ()Tarde ()Noite **Repetições:** ()20 ()40 ()60
 DIA 2 **Fez:** ()sim ()não **Hora:** ()Manhã ()Tarde ()Noite **Repetições:** ()20 ()40 ()60
 DIA 3 **Fez:** ()sim ()não **Hora:** ()Manhã ()Tarde ()Noite **Repetições:** ()20 ()40 ()60
 DIA 4 **Fez:** ()sim ()não **Hora:** ()Manhã ()Tarde ()Noite **Repetições:** ()20 ()40 ()60
 DIA 5 **Fez:** ()sim ()não **Hora:** ()Manhã ()Tarde ()Noite **Repetições:** ()20 ()40 ()60
 DIA 6 **Fez:** ()sim ()não **Hora:** ()Manhã ()Tarde ()Noite **Repetições:** ()20 ()40 ()60
 DIA 7 **Fez:** ()sim ()não **Hora:** ()Manhã ()Tarde ()Noite **Repetições:** ()20 ()40 ()60

APÊNDICE G - INSTRUMENTO PARA REALIZAÇÃO DO PROTOCOLO DE TREINAMENTO

PROTOCOLO DE TREINAMENTO

PACIENTE: _____

Data início do treino: _____ GRUPO: (1) wbv+tmi (2) wbv+sham (3) sham + sham

1-2SEMANAS	DURAÇÃO	AMPLITUDE	HERTZ	TEMPO
1º SEMANA	60seg-Tto / 30seg-Rep	Baixa -Low	Constante	10min (3x/semana)
2º SEMANA	60seg-Tto / 30seg-Rep	Baixa -Low	Constante	10min (3x/semana)

1º SEMANA

Data:

DIA 1	Pré	Pós	DIA 2	Pré	Pós	DIA 2	Pré	Pós
PA			PA			PA		
FC			FC			FC		
SpO2			SpO2			SpO2		
IPE			IPE			IPE		

Efeitos Adversos:

Ajuste Carga TMI → P_{lmax} = _____ Carga= _____

2º SEMANA

Data:

DIA 1	Pré	Pós	DIA 2	Pré	Pós	DIA 2	Pré	Pós
PA			PA			PA		
FC			FC			FC		
SpO2			SpO2			SpO2		
IPE			IPE			IPE		

Efeitos Adversos:

Ajuste Carga TMI → P_{lmax} = _____ Carga= _____

3-4SEMANAS	DURAÇÃO	AMPLITUDE	HERTZ	TEMPO
3º SEMANA	60seg-Tto / 30seg-Rep	<u>Alta -High</u>	Constante	10min (3x/semana)
4º SEMANA	60seg-Tto / 30seg-Rep	<u>Alta -High</u>	Constante	10min (3x/semana)

3º SEMANA

Data:

DIA 1	Pré	Pós	DIA 2	Pré	Pós	DIA 2	Pré	Pós
PA			PA			PA		
FC			FC			FC		
SpO2			SpO2			SpO2		
IPE			IPE			IPE		

Efeitos Adversos:

Ajuste Carga TMI → P_{lmax} = _____ Carga= _____

4° SEMANA**Data:**

DIA 1	Pré	Pós	DIA 2	Pré	Pós	DIA 2	Pré	Pós
PA			PA			PA		
FC			FC			FC		
SpO2			SpO2			SpO2		
IPE			IPE			IPE		

Efeitos Adversos:

Ajuste Carga TMI → P_{lmax} = _____ Carga= _____

5-8SEMANAS	DURAÇÃO	AMPLITUDE	HERTZ	TEMPO
5° SEMANA	60seg-Tto / 30seg-Rep	Alta -High	Constante	20min (3x/semana)
6° SEMANA	60seg-Tto / 30seg-Rep	Alta -High	Constante	20min (3x/semana)
7° SEMANA	60seg-Tto / 30seg-Rep	Alta -High	Constante	20min (3x/semana)
8° SEMANA	60seg-Tto / 30seg-Rep	Alta -High	Constante	20min (3x/semana)

5° SEMANA**Data:**

DIA 1	Pré	Pós	DIA 2	Pré	Pós	DIA 2	Pré	Pós
PA			PA			PA		
FC			FC			FC		
SpO2			SpO2			SpO2		
IPE			IPE			IPE		

Efeitos Adversos:

Ajuste Carga TMI → P_{lmax} = _____ Carga= _____**6° SEMANA****Data:**

DIA 1	Pré	Pós	DIA 2	Pré	Pós	DIA 2	Pré	Pós
PA			PA			PA		
FC			FC			FC		
SpO2			SpO2			SpO2		
IPE			IPE			IPE		

Efeitos Adversos:

Ajuste Carga TMI → P_{lmax} = _____ Carga= _____**7° SEMANA****Data:**

DIA 1	Pré	Pós	DIA 2	Pré	Pós	DIA 2	Pré	Pós
PA			PA			PA		
FC			FC			FC		
SpO2			SpO2			SpO2		
IPE			IPE			IPE		

Efeitos Adversos:

Ajuste Carga TMI → P_{lmax} = _____ Carga= _____**8° SEMANA****Data:**

DIA 1	Pré	Pós	DIA 2	Pré	Pós	DIA 2	Pré	Pós
PA			PA			PA		
FC			FC			FC		
SpO2			SpO2			SpO2		
IPE			IPE			IPE		

Efeitos Adversos:

Ajuste Carga TMI → P_{lmax} = _____ Carga= _____**Apêndice G: Instrumento para Realização do Protocolo de Treinamento (Pag.3)**

9-12SEMANAS	DURAÇÃO	AMPLITUDE	HERTZ	TEMPO
9° SEMANA	60seg-Tto / 30seg-Rep	Alta -High	Constante	<u>30min (3x/semana)</u>
10° SEMANA	60seg-Tto / 30seg-Rep	Alta -High	Constante	<u>30min (3x/semana)</u>
11° SEMANA	60seg-Tto / 30seg-Rep	Alta -High	Constante	<u>30min (3x/semana)</u>
12° SEMANA	60seg-Tto / 30seg-Rep	Alta -High	Constante	<u>30min (3x/semana)</u>

9° SEMANA**Data:**

DIA 1	Pré	Pós	DIA 2	Pré	Pós	DIA 2	Pré	Pós
PA			PA			PA		
FC			FC			FC		
SpO2			SpO2			SpO2		
IPE			IPE			IPE		

Efeitos Adversos:

Ajuste Carga TMI → P_{Imax} = _____ Carga= _____**10° SEMANA****Data:**

DIA 1	Pré	Pós	DIA 2	Pré	Pós	DIA 2	Pré	Pós
PA			PA			PA		
FC			FC			FC		
SpO2			SpO2			SpO2		
IPE			IPE			IPE		

Efeitos Adversos:

Ajuste Carga TMI → P_{Imax} = _____ Carga= _____**11° SEMANA****Data:**

DIA 1	Pré	Pós	DIA 2	Pré	Pós	DIA 2	Pré	Pós
PA			PA			PA		
FC			FC			FC		
SpO2			SpO2			SpO2		
IPE			IPE			IPE		

Efeitos Adversos:

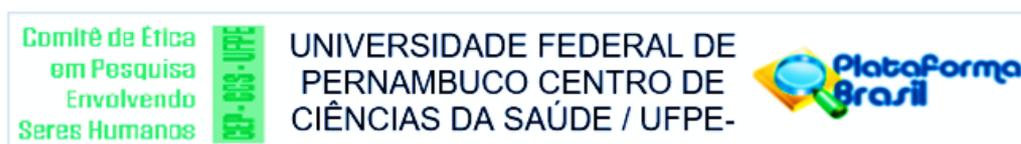
Ajuste Carga TMI → P_{Imax} = _____ Carga= _____**12° SEMANA****Data:**

DIA 1	Pré	Pós	DIA 2	Pré	Pós	DIA 2	Pré	Pós
PA			PA			PA		
FC			FC			FC		
SpO2			SpO2			SpO2		
IPE			IPE			IPE		

Efeitos Adversos:

Ajuste Carga TMI → P_{Imax} = _____ Carga= _____

ANEXO 1 - APROVAÇÃO PELO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA EM SERES HUMANOS



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DA EMENDA

Título da Pesquisa: Eficácia de um programa de treinamento muscular inspiratório associado à vibração de corpo inteiro sobre biomarcadores inflamatórios e endócrinos, musculatura respiratória, enzimas antioxidantes e funcionalidade em idosos pré-frágeis

Pesquisador: Helga Cecilia Muniz de Souza

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 56370816.2.0000.5208

Instituição Proponente: CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.898.812

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Trata-se de um estudo relevante e com metodologia adequada.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os termos foram apresentados.

Recomendações:

Nenhuma.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Aprovado.

Considerações Finais a critério do CEP:

A emenda foi avaliada e APROVADA pelo colegiado do CEP.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_854416 E1.pdf	24/01/2017 11:41:40		Aceito
Outros	JustificativaDeEmenda.docx	24/01/2017 11:39:06	Helga Cecilia Muniz de Souza	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	ProjetoDePesquisaHelgaSouza.doc	24/01/2017 11:38:37	Helga Cecilia Muniz de Souza	Aceito
Folha de Rosto	FolhaDeRostoHelgaSouza.pdf	24/01/2017	Helga Cecilia Muniz	Aceito

Endereço: Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do CCS
 Bairro: Cidade Universitária CEP: 50.740-600
 UF: PE Município: RECIFE
 Telefone: (81)2126-8588

E-mail: cepccs@ufpe.br

ANEXO 2 - MINI-EXAME DO ESTADO MENTAL

MINI-EXAME DO ESTADO MENTAL

1. ORIENTAÇÃO NO TEMPO

Em que ano nós estamos? ____
 Em que estação do ano nós estamos? ____
 Em que mês nós estamos? ____
 Em que dia da semana nós estamos? ____
 Em que dia do mês nós estamos? ____

Nota: ____

2. ORIENTAÇÃO NO ESPAÇO

Em que Estado nós estamos? ____
 Em que cidade nós estamos? ____
 Em que bairro nós estamos? ____
 O que é este prédio em que estamos? ____
 Em que andar nós estamos? ____

Nota: ____

3. REGISTRO

Agora, preste atenção. Eu vou dizer três palavras e o(a) Sr(a) vai repeti-las quando eu terminar de dizer todas. Certo? As palavras são:

CARRO ____

VASO ____

BOLA ____

Nota: ____

Agora, repita as palavras para mim. [Permita cinco tentativas, mas pontue apenas a primeira]

4. ATENÇÃO E CÁLCULO [Série de 7]

Agora eu gostaria que o(a) Sr(a) subtraísse 3 de 30 e do resultado subtraísse 3. Então, continue subtraindo 3 de cada resposta até eu mandar parar. Entendeu? [pausa] Vamos começar: quanto é 30 menos 3? [Dê um ponto para cada acerto] Se não atingir o escore máximo, peça: Soletre a palavra MUNDO. Corrija os erros de soletração e então peça: Agora, soletre a palavra MUNDO de trás para frente. [Dê um ponto para cada letra na posição correta. Considere o maior resultado]

27 ____ 24 ____ 21 ____ 18 ____ 15 ____

Nota: ____

5. MEMÓRIA DE EVOCAÇÃO

Peça: Quais são as três palavras que eu pedi que o Sr(a) memorizasse? [Não forneça pistas]

CARRO ____

VASO ____

BOLA ____

Nota: ____

6. LINGUAGEM

a. O que é isto? (lápiz) ____

O que é isto? (relógio) ____

Nota: ____

b. Repita o que eu vou dizer. “NEM AQUI, NEM ALI, NEM LÁ”.

Nota: ____

c. Pegue este papel com a mão direita [pausa], com as duas mãos dobre-o ao meio uma vez [pausa] e em seguida jogue-o no chão.

Pega com a mão direita ____

Dobra no meio ____

Joga no chão ____

Nota: ____

d. Por favor, leia isto e faça o que está escrito no papel. Mostre ao examinado a folha com o comando: FECHER OS OLHOS, se analfabeto leia a frase.

Fechou os olhos ____

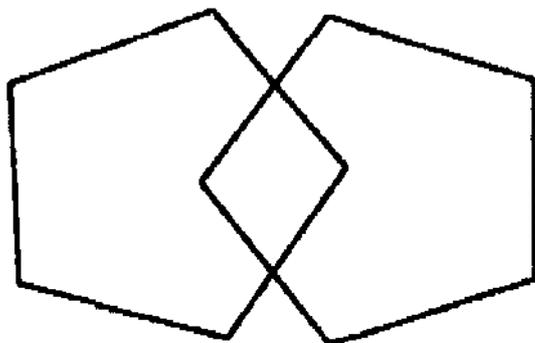
Nota: ____

e. Escreva uma frase inteira aqui. Se o paciente não responder, peça: Escreva sobre o tempo. [Coloque na frente do paciente um pedaço de papel em branco e lápis ou caneta]

Frase:

Nota: ____

f. Por favor, copie este desenho. [Apresente a folha com os pentágonos que se interseccionam]



Cópia:

Nota: ____

TOTAL (máximo 30 pontos): ____

Defeito cognitivo:

*Analfabetos - 18/19 pontos

*Indivíduos com instrução escolar – 24/25 pontos

ANEXO 3 - ESCALA DE TINETTI

1. Equilíbrio sentado	Escorrega	0 ()
	Equilibrado	1 ()
2. Levantando	Incapaz	0 ()
	Usa os braços	1 ()
	Sem os braços	2 ()
3. Tentativas de levantar	Incapaz	0 ()
	Mais de uma tentativa	1 ()
	Única tentativa	2 ()
4. Assim que levanta (primeiros 5 segundos)	Desequilibrado	0 ()
	Estável, mas usa suporte	1 ()
	Estável sem suporte	2 ()
5. Equilíbrio em pé	Desequilibrado	0 ()
	Suporte ou base de sustentação > 12 cm	1 ()
	Sem suporte e base estreita	2 ()
6. Teste dos três tempos*	Começa a cair	0 ()
	Agarra ou balança (braços)	1 ()
	Equilibrado	2 ()
7. Olhos fechados (mesma posição do item 6)	Desequilibrado, instável	0 ()
	Equilibrado	1 ()
8. Girando 360°	Passos descontínuos	0 ()
	Passos contínuos	1 ()
	Instável (desequilíbrios)	0 ()
	Estável (equilibrado)	1 ()
9. Sentando	Inseguro (erra a distância, cai na cadeira)	0 ()
	Usa os braços ou movimentação abrupta	1 ()
	Seguro, movimentação suave	2 ()

FONTE: FREITAS, E.V. et al. **Tratado de Geriatria e Gerontologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, pp. 615, 2002
 * Examinador empurra levemente o estemo do paciente, que deve ficar de pés juntos.
 Pontuação do equilíbrio: 16.

10. Início da marcha	Hesitação ou várias tentativas para iniciar Sem hesitação	0 () 1 ()
11. Comprimento e altura dos passos	a) Pé Direito - não ultrapassa o pé esquerdo - ultrapassa o pé esquerdo - não sai completamente do chão - sai completamente do chão b) Pé Esquerdo - não ultrapassa o pé direito - ultrapassa o pé direito - não sai completamente do chão - sai completamente do chão	0 () 1 () 0 () 1 () 0 () 1 () 0 () 1 ()
12. Simetria dos passos	Passos diferentes Passos semelhantes	0 () 1 ()
13. Continuidade dos passos	Paradas ou passos descontínuos Passos contínuos	0 () 1 ()
14. Direção	Desvio nítido Desvio leve ou moderado ou uso de apoio Linha reta sem apoio (bengala ou andador)	0 () 1 () 2 ()
15. Tronco	Balanço grave ou uso de apoio Flexão dos joelhos ou dorso ou abertura dos braços Sem flexão, balanço, não usa os braços ou apoio	0 () 1 () 2 ()
16. Distância dos tornozelos	Tornozelos separados Tornozelos quase se tocam enquanto anda	0 () 1 ()

FONTE: FREITAS, E.V. et al. **Tratado de Geriatria e Gerontologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, pp. 615, 2002

Pontuação da Marcha: 12.

Pontuação Total: 28.

ANEXO 4 - ISO 2631-1 (1997)

INTERNATIONAL
STANDARDISO
2631-1Second edition
1997-05-01Corrected and reprinted
1997-07-15

**Mechanical vibration and shock —
Evaluation of human exposure
to whole-body vibration —****Part 1:**
General requirements*Vibrations et chocs mécaniques — Évaluation de l'exposition des individus
à des vibrations globales du corps —**Partie 1: Exigences générales*

This is a free 6 page sample. Access the full version online.

Reference number
ISO 2631-1:1997(E)

ANEXO 5 - PATENTE DE DISPOSITIVO PARA SIMULAÇÃO (SHAM) ACOPLADO À PLATAFORMA VIBRATÓRIA



República Federativa do Brasil
Ministério da Indústria, Comércio Exterior
e Serviços
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(21) **BR 102016006148-2 A2**

(22) **Data do Depósito:** 21/03/2016

(43) **Data da Publicação:** 26/09/2017



BR 102016006148 A

(54) Título: DISPOSITIVO PARA SIMULAÇÃO (SHAM) DE VIBRAÇÃO ACOPLADO A PLATAFORMA VIBRATÓRIA

(51) Int. Cl.: B06B 1/02; B06B 3/00; A61H 1/00

(52) CPC: B06B 1/02, B06B 3/00, A61H 1/005

(73) Titular(es): UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO - UFPE

(72) Inventor(es): MAÍRA FLORENTINO PESSOA; HELGA CECÍLIA MUNIZ DE SOUZA; HELEN KERLEN BASTOS FUZARI; MARCO AURÉLIO BENEDETTI RODRIGES; PATRÍCIA ÉRIKA DE MELO MARINHO; ARMÊLE DE FÁTIMA DORNELAS DE ANDRADE

(57) Resumo: A presente invenção contempla um aparelho para simular o som e as vibrações mecânicas geradas por plataformas vibratórias, sem contudo, possuir potencial de treinamento ou terapêutico, podendo ser empregada em estudos que necessitem da comparação entre a vibração efetiva e o cegamento da intervenção, gerando rigor metodológico nos ensaios clínicos como tratamento, treino ou avaliação que utilizem vibração, podendo ser acoplado aos diversos modelos de plataformas vibratórias presentes no mercado.

