



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA

ANNA XÊNYA PATRÍCIO DE ARAÚJO

**EFEITO AGUDO DE UM PROTOCOLO DE EXERCÍCIO COM VIBRAÇÃO DE
CORPO INTEIRO DE DIFERENTES AMPLITUDES SOBRE EQUILÍBRIO
POSTURAL, VELOCIDADE DA MARCHA, FORÇA MUSCULAR E
MOBILIDADE FUNCIONAL EM IDOSAS: ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO
TIPO *CROSSOVER***

Recife

2021

ANNA XÊNYA PATRÍCIO DE ARAÚJO

**EFEITO AGUDO DE UM PROTOCOLO DE EXERCÍCIO COM VIBRAÇÃO DE
CORPO INTEIRO DE DIFERENTES AMPLITUDES SOBRE EQUILÍBRIO
POSTURAL, VELOCIDADE DA MARCHA, FORÇA MUSCULAR E
MOBILIDADE FUNCIONAL EM IDOSAS: ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO
TIPO *CROSSOVER***

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Mestra em Fisioterapia.

Área de concentração: Fisioterapia na atenção à saúde.

Orientadora: Profa. Dra. Patrícia Érika de Melo Marinho

Coorientadora: Profa. Dra. Maria das Graças Rodrigues de Araújo

Recife

2021

A663e Araújo, Anna Xênya Patrício de.
Efeito agudo de um protocolo de exercício com vibração de corpo inteiro de diferentes amplitudes sobre equilíbrio postural, velocidade da marcha, força muscular e mobilidade funcional em idosos: ensaio clínico randomizado tipo *crossover* / Anna Xênya Patrício de Araújo. – 2021.
120 f.: il.; tab.; quad.; 30 cm.

Orientadora: Patrícia Érika de Melo Marinho.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, CCS. Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia. Recife, 2021.
Inclui referências, apêndices e anexos.

1. Vibração. 2. Longevidade. 3. Desempenho físico funcional. 4. Saúde do idoso. I. Marinho, Patrícia Érika de Melo (Orientadora). II. Título.

615.8 CDD (20.ed.) UFPE (CCS2021-116)

ANNA XÊNYA PATRÍCIO DE ARAÚJO

**EFEITO AGUDO DE UM PROTOCOLO DE EXERCÍCIO COM VIBRAÇÃO DE
CORPO INTEIRO DE DIFERENTES AMPLITUDES SOBRE EQUILÍBRIO
POSTURAL, VELOCIDADE DA MARCHA, FORÇA MUSCULAR E
MOBILIDADE FUNCIONAL EM IDOSAS: ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO
TIPO *CROSSOVER***

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestra em Fisioterapia através de parecer de avaliação de dissertação *para defesas por videoconferência no contexto da pandemia do COVID-19*.

Aprovada em: 15/04/2021

BANCA EXAMINADORA

Participação via Videoconferência

Prof^ª. Dr^ª. Daniella Araújo de oliveira (Examinador Interno)
Departamento de Fisioterapia/CCS/UFPE

Participação via Videoconferência

Prof. Dr. Ricardo Oliveira Guerra (Examinador Externo)
Departamento de Fisioterapia/CCS/UFRN

Participação via Videoconferência

Prof. Dr. Redha Taiar (Examinador Externo)
Université de Reims/Champagne-Ardenne/França

Aos meus pais, Alcilene Mariano e José Antônio Patrício, por todo apoio, incentivo e amor.

Ao meu esposo Willemax dos Santos, por todo amor, paciência, generosidade e companheirismo nessa caminhada pessoal e profissional.

A minha segunda família, Denise Cardoso, Lílían Cardoso, Pedro Cardoso e Débora Silva, por me acolher e me dar um segundo lar.

Aos meus amigos e familiares por toda torcida e apoio.

Aos meus companheiros do Núcleo de Apoio à Saúde da Família em Tracunhaém, por entenderem minha ausência.

Aos meus queridos irmãos da Igreja Batista Central de Tracunhaém, por todas as orações e cuidado.

Com muito amor, eu dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, em primeiro lugar, por proporcionar a realização desse sonho.

As minhas queridas orientadoras, Profa Dra. Patrícia Érika de Melo Marinho e a Profa Dra. Maria das Graças Rodrigues de Araújo, pela orientação, disponibilidade, incentivo e por todo carinho recebido.

A todos os meus companheiros de turma, por toda parceria e cumplicidade, em especial, Vanessa Alves e Marianna Salemi por dividirem comigo momentos de angustias e alegrias.

A Luís Mendes, Shirley Dias e Marthley Costa pela disponibilidade em ensinar o manuseio da plataforma baropodométrica e plataforma vibratória e por sempre me socorrerem nos momentos de dúvida.

A Helen Fuzari, por todo aprendizado e paciência durante a construção da revisão sistemática e por mostrar que o trabalho em equipe é de extrema importância e de recompensa imensurável.

Aos alunos da graduação, Edyla Nascimento, Déborah Fraga e Danilo Santos, por todo empenho em tornar esse projeto real e por todo carinho com os voluntários que participaram da pesquisa.

A todos os integrantes do Laboratório de Fisioterapia Cardiopulmonar (LACAP) e Laboratório de Cinesioterapia e Recursos Terapêuticos Manuais (LACIRTEM), por todo acolhimento, generosidade e incentivo, em especial, Renata Pereira, por seu sorriso que acalmava o coração e por sempre estar disposta a ajudar.

A Niége Melo e a profa. Dra. Daniella Cunha, por estarem presentes, pelas palavras de apoio e por sempre ter um segundo plano quando os problemas surgiam.

A profa. Juliana Fernandes por apresentar soluções à difícil análise estatística.

A todos os professores do Departamento de Fisioterapia por toda humildade e alegria em ensinar cada conteúdo e por todo amadurecimento que me proporcionaram durante esses dois anos.

Aos funcionários da portaria e limpeza do Departamento de Fisioterapia, os quais, com toda simpatia e carinho, entendiam os horários que eu precisava estar nos laboratórios.

A todos os voluntários que se disponibilizaram em participar do projeto, sempre cheios de entusiasmo e alegria, os quais, mesmo após a finalização, continuam me surpreendendo com palavras de incentivo e amor.

RESUMO

A vibração de corpo inteiro (VCI) é uma alternativa de treinamento de fácil aplicabilidade e curta duração que promove inúmeros benefícios aos idosos. No entanto, os protocolos para sua aplicação divergem quanto à escolha da amplitude, frequência e duração impossibilitando um consenso sobre qual o melhor método para o treinamento. Diante deste contexto, para investigar as possíveis lacunas sobre o protocolo de VCI, foi produzida uma revisão sistemática a qual objetivou avaliar as revisões sistemáticas que analisaram a eficácia da VCI sobre força muscular e risco de quedas em idosos (PROSPERO-CRD42020140374). A busca resultou em três revisões sistemáticas as quais foram avaliadas por meio do instrumento AMSTAR 2 e ROBIS. Duas revisões foram classificadas com qualidade metodológica baixa e baixo risco de viés e uma classificada como qualidade metodológica criticamente baixa e risco de viés incerto de acordo com o AMSTAR 2 e ROBIS, respectivamente. Foram observadas baixas evidências sobre a eficácia da VCI na força muscular e redução do risco de quedas em idosos. A fim de estabelecer um protocolo de VCI para população idosa, foi desenvolvido um ensaio clínico randomizado do tipo *crossover* o qual objetivou avaliar a eficácia de uma única sessão de VCI com frequência de 35Hz e amplitude de 4mm comparada a amplitude de 2mm na melhora do equilíbrio postural estático, velocidade da marcha, força muscular e mobilidade funcional de idosas sedentárias. O estudo foi composto por dois protocolos de VCI com frequência fixa de 35Hz e variação de amplitude de 2mm e 4mm. Foram selecionadas 14 idosas sedentárias as quais foram submetidas a uma única sessão de VCI para cada protocolo (PA= 2mm e PB= 4mm) de forma randomizada. Entre cada sessão foi respeitado um período de *washout* de uma semana. Como resultado, foi observado que o protocolo com amplitude de 4mm melhorou a força muscular (13,28 vs 12,29 repetições, $z = -2,379$, $p = 0,017$) e a mobilidade funcional (9,24 vs 10,06 segundos, $z = -2,166$, $p = 0,030$), com tamanho de efeito moderado (0,45 e 0,41 respectivamente). O equilíbrio postural estático e a velocidade da marcha não sofreram alterações. De acordo com os nossos resultados, foi demonstrado que uma única sessão de VCI com amplitude de 4mm melhorou a força muscular de membros inferiores e a mobilidade funcional em idosas sedentárias quando comparada a amplitude de 2mm. Foi observado que um único protocolo não foi suficiente para alcançar diversos desfechos simultaneamente, sendo necessário realizar a prescrição da VCI de acordo com as necessidades e objetivos propostos.

Palavras-chave: Vibração. Longevidade. Desempenho físico funcional. Saúde do idoso.

ABSTRACT

Whole-body vibration (WBV) is an easy-to-apply, short-term training alternative that promotes numerous benefits for the elderly. However, the protocols for its application differ as to the choice of amplitude, frequency and duration, preventing a consensus on which is the best method for training. Given the context, to investigate possible gaps on the WBV protocol, it was for a systematic review which aimed to assess the systematic reviews that analyzed the effectiveness of the WBV on muscle strength and the risk of falls in the elderly (PROSPERO-CRD42020140374). The search resulted in three systematic reviews as assessed using the AMSTAR 2 and ROBIS instrument. Two reviewed were classified as low methodological quality and low risk of bias and one classification as critically low methodological quality and risk of uncertain bias according to AMSTAR 2 and ROBIS, respectively. Low evidence on the effectiveness of WBV on muscle strength and reducing the risk of falls in the elderly has been observed. To establish an WBV protocol for the elderly population, an original article was developed which aims to evaluate the effectiveness of a single WBV session with a frequency of 35Hz and 4mm amplitude compared to the 2mm amplitude in improving static postural balance, gait speed, muscle strength and functional mobility of sedentary elderly women. The study consisted of two WBV protocols with a fixed frequency of 35Hz and amplitude variation of 2mm and 4mm. 14 sedentary elderly women were selected, as they were submitted to a single WBV session for each protocol (PA = 2mm and PB = 4mm) in a randomized way. A washout period of one week was respected between each session. The protocol using a 4mm amplitude improved muscle strength (13.28 vs 12.29 repetitions, $z = -2.379$, $p = 0.017$) and functional mobility (9.24 vs 10.06 seconds, $z = -2.166$, $p = 0.030$), with moderate effect size (0.45 and 0.41). Static postural balance and gait speed did not change. According to our results, it was initiated that a single WBV session with a width of 4 mm improved the muscular strength of the lower limbs and the functional mobility in sedentary elderly women when compared to the width of 2 mm. It was observed that a single protocol was not enough to achieve several outcomes simultaneously, being necessary to carry out the prescription of WBV according to the proposed needs and objectives.

Keywords: Vibration. Longevity. Physical functional performance. Health of the Elderly.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Dissertação

Figura 1 –	Ondas Vibratórias.....	21
Figura 2 –	Plataforma vertical (A) e lateral (B).....	21
Figura 3 –	Eixos basicêntricos do corpo	22
Figura 4 –	Resposta muscular durante a vibração.....	23
Figura 5 –	Frequência natural do corpo humano.....	25
Figura 6 –	Transmissibilidade versus frequência.....	25
Figura 7 –	Desenho do estudo.....	38
Quadro 1 –	Protocolos de exercício com VCI.....	38

Revisão Sistemática

Figure 1 –	PRISMA flow chart.....	82
Figure 2 –	Tabular presentation for the ROBIS results.....	83

Artigo Original

Figure 1 –	Participant enrollment and randomization flow chart.....	104
------------	--	-----

LISTA DE TABELAS

Revisão Sistemática

Table 1 –	Characteristics of the included systematic reviews.....	72
Table 2 –	Characteristics of studies included in systematic reviews.....	73
Table 3 –	Evaluation of revisions by AMSTAR 2.....	81

Artigo Original

Table 1 –	Baseline characteristics of the elderly women who participated in the study.....	102
Table 2 –	Pre- and post-session values for balance, gait speed, sit-to-stand, and TUG.....	103

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CCS	Centro de Ciências da Saúde
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CoP	Centro de Pressão
CoPx	Centro de Pressão Eixo x
CoPy	Centro de Pressão Eixo y
FC	Frequência Cardíaca
FES-I	<i>Falls Efficacy Scale–International</i>
FR	Frequência Respiratória
Hz	Hertz
IMC	Índice de Massa Corpórea
IPAQ	<i>International Physical Activity Questionnaire</i>
LACAP	Laboratório de Fisioterapia Cardiopulmonar
LACIRTEM	Laboratório de Cinesioterapia e Recursos Terapêuticos Manuais
Mm	Milímetros
OTG	Órgão Tendinoso de Golgi
PA	Pressão Arterial
REBEC	Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos
SpO ₂ %	Saturação Periférica de Oxigênio
SPSS	<i>Statistical Package for Social Sciences</i>
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TUG	<i>Timed Get Up and Go Test</i>
TVM10	Teste de Velocidade da Marcha de 10 metros
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
VCI	Vibração de Corpo Inteiro
VCO ₂	Produção de Dióxido de Carbono
VO _{2max}	Consumo Máximo de Oxigênio
WBV	<i>Whole-Body Vibration</i>

SUMÁRIO

	APRESENTAÇÃO	12
1	INTRODUÇÃO	13
2	REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1	Equilíbrio postural no idoso	15
2.2	Déficit na marcha em idosos	16
2.3	Alterações musculares no idoso	17
2.4	Déficit de mobilidade funcional em idosos	18
2.5	Exercícios físicos para população idosa	19
2.6	Vibração de corpo inteiro	20
2.7	Princípios fisiológicos da vibração de corpo inteiro	23
2.8	Transmissibilidade da vibração de corpo inteiro	24
2.9	Efeitos da vibração de corpo inteiro	27
3	JUSTIFICATIVA DO ESTUDO	29
4	HIPÓTESE	30
5	OBJETIVOS	31
5.1	Objetivo geral	31
5.2	Objetivos específicos	31
6	MATERIAIS E MÉTODOS	32
6.1	Local do estudo	32
6.2	Período do estudo	32
6.3	Desenho do estudo	32
6.4	Amostra	32
6.4.1	População do estudo	32
6.4.2	Seleção dos voluntários	32
6.4.3	Cálculo amostral	32
6.4.4	Randomização, Alocação e Cegamento	33
6.4.5	Viés do estudo	33
6.5	Critérios de elegibilidade	33
6.5.1	Critérios de inclusão	33
6.5.2	Critérios de exclusão	33
6.6	Definição das variáveis	34

6.7	Desfechos	34
6.8	Métodos e procedimentos	34
6.9	Avaliação dos voluntários	35
6.9.1	Avaliação sociodemográfica e clínica	35
6.9.2	Avaliação dos sinais vitais	35
6.9.3	Avaliação da composição corporal e antropométrica	35
6.9.4	Avaliação do risco de quedas	35
6.9.5	Avaliação do equilíbrio postural	36
6.9.6	Avaliação da velocidade da marcha	36
6.9.7	Avaliação da força muscular em membros inferiores	36
6.9.8	Avaliação da mobilidade funcional	37
6.10	Protocolo do estudo	37
6.11	Exercício com VCI	37
7	ANÁLISE DE DADOS	39
8	RESULTADOS	40
9	CONSIDERAÇÕES FINAIS	41
	REFERÊNCIAS	42
	APÊNDICE A - Revisão sistemática	56
	APÊNDICE B - Artigo original	86
	APÊNDICE C - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	105
	APÊNDICE D - Ficha de Avaliação	108
	APÊNDICE E - Ficha de exercício	111
	ANEXO A - Comprovante de Submissão – Revisão Sistemática	112
	ANEXO B - Comprovante de Submissão – Artigo Original	113
	ANEXO C - Parecer Consubstanciado do CEP	114
	ANEXO D - Registro PROSPERO	115
	ANEXO E - Parecer do Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos	116
	ANEXO F - Questionário Internacional de Atividade Física – IPAQ	117
	ANEXO G - Falls Efficacy Scale–International – Brasil	120

APRESENTAÇÃO

Esta dissertação faz parte da linha de pesquisa “Fisioterapia: desempenho físico funcional e qualidade de vida” do Programa de Pós-graduação em Fisioterapia da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), realizada sob a orientação da Profa. Dra. Patrícia Érika de Melo Marinho e coorientação da Profa. Dra. Maria das Graças Rodrigues de Araújo.

Para identificação de possíveis lacunas existentes na literatura quanto ao protocolo de vibração de corpo inteiro (VCI), foi realizada uma revisão sistemática intitulada “*An overview of systematic reviews on the effectiveness of whole-body vibration on muscle strength and risk of falls in older adults*” submetida a Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia.

Diante da diversidade de protocolos de VCI para idosos apresentada por meio da revisão sistemática, esta dissertação objetivou avaliar os efeitos agudos da VCI com frequência de 35Hz e amplitudes de 2mm e de 4mm sobre o equilíbrio postural estático, velocidade da marcha, força muscular e mobilidade funcional de idosas sedentárias, a fim de estabelecer um protocolo de treinamento específico para esta população.

A pesquisa foi realizada no Laboratório de Fisioterapia Cardiopulmonar (LACAP) em parceria com o Laboratório de Cinesioterapia e Recursos Terapêuticos Manuais (LACIRTEM) do Departamento de Fisioterapia da UFPE e resultou em um artigo original intitulado “*Acute effects of two whole-body vibration amplitudes on postural balance, gait speed, muscle strength, and functional mobility in older women: A crossover randomized controlled trial*” submetido a revista Brazilian Journal of Physical Therapy.

Como resultado do grupo de pesquisa, foi publicado o artigo intitulado “*Effects of whole-body vibration on muscle strength, quadriceps muscle thickness and functional capacity in kidney transplant recipients: A Randomized Controlled Trial*” no *Journal of Bodywork and Movement Therapies*.

A elaboração desta dissertação atendeu às normas vigentes do Programa de Pós-graduação *Strictu Sensu* em Fisioterapia da UFPE. Os artigos foram formatados de acordo com as normas das revistas aos quais foram submetidos.

1 INTRODUÇÃO

O envelhecimento é entendido como processo natural, inevitável, irreversível de redução progressiva da reserva funcional, o qual ocasiona alterações físicas, psicológicas e sociais no indivíduo que deve ser avaliado do ponto de vista cronológico, biológico, psíquico e social (OLSSON; RUNNAMO; ENGFELDT, 2011; MADEIRAS *et al.*, 2015). Para ser classificado como idoso, o indivíduo necessita apresentar idade mínima de 60 anos em países subdesenvolvidos e em desenvolvimento e, 65 anos para residentes de países desenvolvidos. (CABRAL *et al.*, 2013; CAMARGOS; GONZAGA, 2015; CUNHA; CUNHA; BARBOSA, 2016).

O processo de envelhecimento promove aos indivíduos inúmeras alterações funcionais, especialmente no que diz respeito ao sistema musculoesquelético e controle postural, ocasionando perda de força e massa musculares, diminuição de densidade mineral óssea, redução da flexibilidade e amplitude articulares, decréscimo da velocidade da marcha e largura do passo, déficits no equilíbrio postural e consequente aumento do risco de quedas, comprometendo a independência funcional dessa população (SILVA *et al.*, 2010; CRUZ-JENTOFT *et al.*, 2010; IMAGAMA *et al.*, 2013; VALDUGA, *et al.*, 2013; JEPSEN *et al.*, 2017; MATSUMOTO *et al.*, 2017; LOCQUET *et al.*, 2018; CRUZ-JENTOFT *et al.*, 2019).

O exercício físico é um dos principais fatores que contrapõem os efeitos deletérios do envelhecimento, contribuindo positivamente para o estado geral de saúde dos idosos, promovendo melhora no desempenho funcional, instituindo a independência nas atividades do cotidiano, prevenindo distúrbios na marcha e equilíbrio, melhorando a postura e minimizando o risco de quedas (HAMER; OLIVEIRA; DEMAKAKOS, 2014; GALLOZA *et al.*, 2017; RAICHLIN; ALEXANDER, 2017).

Embora haja inúmeros benefícios, a população idosa apresenta baixa adesão aos programas de exercícios físicos, seja por falta de dinheiro, sensação de cansaço, falta de companhia, de tempo e de incentivo (REICHERT *et al.* 2007). Com isso, o sedentarismo se torna cada vez mais presente neste grupo, potencializando a dependência nas atividades de vida diária e no convívio social, fator esse que aumenta a vulnerabilidade e os problemas relacionados à saúde (AMARAL *et al.*, 2014).

Assim como o exercício físico livre, a vibração de corpo inteiro (VCI) vem sendo amplamente utilizada como proposta de exercício, porém, com melhor adesão e segurança, promovendo por meio de contração rápida e intensa, diversos efeitos sobre os sistemas musculoesquelético, cardiopulmonar e endócrino (CHIYUAN *et al.*, 2016; JEPSEN *et al.*, 2017; RITZMANN *et al.*, 2018; KIM *et al.*, 2019).

Em idosos, a VCI se mostra eficaz quanto ao aumento de força muscular, equilíbrio estático e dinâmico, orientação postural, capacidade funcional e melhora da variabilidade da frequência cardíaca, destacando-se por ser um método de fácil aplicabilidade, seguro, de baixo impacto, orientado e acompanhado, com aplicação relativamente mais curta quando comparada a exercícios convencionais (TSUJI *et al.*, 2014; ROGAN *et al.*, 2015; ROGAN *et al.*, 2017; PESSOA *et al.*, 2017; PESSOA *et al.*, 2018; FLORES *et al.*, 2018; LICURCI *et al.*, 2018).

Além disso, a VCI oferece menor risco de eventos adversos, podendo ser uma alternativa aos exercícios convencionais, uma vez que não necessita de realização ativa, tornando-se um treinamento atrativo para indivíduos que apresentam limitações de mobilidade e funcionalidade (TSUJI *et al.*, 2014; ROGAN *et al.*, 2015; ROGAN *et al.*, 2017; PESSOA *et al.*, 2017; FLORES *et al.*, 2018; LICURCI *et al.*, 2018).

No entanto, o treinamento de VCI para incremento da força muscular, mobilidade funcional, equilíbrio postural, velocidade da marcha em idosos, varia entre os estudos quanto à escolha da frequência (15Hz-40Hz), amplitude (0,5mm-4mm) e duração (5-22 minutos) (FURNESS; MASCHETTE, 2009; FURNESS *et al.*, 2010; MACHADO *et al.*, 2010; SMITH *et al.*, 2016; GOURDAZIAN *et al.*, 2017; SANTIN-MEDEIROS *et al.*, 2017; WEI *et al.*, 2017; DELAFONTAINE *et al.*, 2019), de forma que a prescrição e os resultados da VCI divergem na literatura.

De acordo com a busca sistemática da literatura previamente realizada, foi evidenciado que ainda não há consenso sobre o melhor protocolo de VCI para população idosa. Assim, considerando a diversidade de protocolos do treinamento de VCI para a população idosa, faz-se necessário adequar a melhor prescrição de VCI para incremento dos desfechos supracitados nesta população.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Equilíbrio postural no idoso

O equilíbrio postural é caracterizado pela regulação da relação entre o centro de massa corporal e a base de sustentação, seja em condições estáticas ou dinâmicas, sendo considerado um componente do controle postural, o qual está associado a integração dos sistemas sensorial (vestibular, visual e proprioceptivo), nervoso e muscular (HORAK; SHUPERT; MIRKA, 1989; MOCHIZUKIL; AMADIO, 2003; HORAK, 2006; CARVALHO; ALMEIDA, 2008; MACPHERSON *et al.*, 2014).

Com as alterações do sistema neuromuscular, o centro de massa é prejudicado causando declínio nas aferências sensitivas, lentificação na estimulação e condução do estímulo nervoso aos músculos, afetando a força muscular e contribuindo diretamente para o déficit na realização de diversas tarefas, como permanecer em pé, levantar-se de uma cadeira e mudar de direção (WANG; PASQUA; DELWAIDE, 1999; FREITAS JÚNIOR; BARELA, 2006; TYROVOLAS *et al.*, 2015; POCIASK *et al.*, 2016).

Com o avanço das alterações causadas pelo envelhecimento, ocorre diminuição no rendimento do sistema sensorial (vestibular, visual e proprioceptivo), contribuindo para instalações de déficits de marcha favorecendo aumento do risco de quedas e consequentemente de morbidades graves (REBELLATO *et al.*, 2008; EIBLING, 2018). Além disso, o risco de quedas pode ser agravado por estágios de depressão e déficit cognitivo, além do uso excessivo de medicamentos, em especial, aqueles que agem no sistema nervoso central, alterando o tempo de reação, memória, equilíbrio e perfusão cerebral (CUEVAS-TRISAN *et al.*, 2017).

Estudos evidenciam que a prática regular de exercício físico melhora a estabilidade postural, reduzindo a oscilação do centro de pressão, por meio de atividades que visam atuar no equilíbrio, mobilidade, força e potência (PLUCHINO *et al.*, 2012; SECO *et al.*, 2013; NICHOLSON; MCKEAN; BURKETT, 2014; PIROUZI *et al.*, 2014; DE OLIVEIRA *et al.*, 2014; PENZER; DUCHATEAU; BAUDRY, 2015; AVELAR *et al.*, 2016), além de reduzir a hipercifose torácica, melhorar o equilíbrio estático e dinâmico e a orientação postural, e de promover aumento da velocidade da marcha nessa população (GREENDALE *et al.*, 2009; BIRD *et al.*, 2012; NICHOLSON; MCKEAN; BURKETT, 2014; NAVEGA *et al.*, 2016).

2.2 Déficit na marcha em idosos

A marcha humana é constituída por duas fases, conhecida como fase de apoio, que se inicia quando o pé toca o solo e corresponde a 60% do ciclo da marcha e fase de balanço, que se inicia quando pé deixa o solo e representa 40% do ciclo da marcha (SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 2003). A marcha é caracterizada por meio das variáveis temporal e distância, como cadência que representa o número de passos por segundo, comprimento que corresponde a distância entre os dois toques no solo, um de cada pé e a velocidade que está diretamente relacionada à cadência e comprimento do passo, sendo representada em metros por segundo (NEUMANN, 2011).

A velocidade da marcha representa o mais importante preditor do desempenho da marcha (FRIEDMAN; RICHMOND; BASKETT, 1998). Com o envelhecimento, a velocidade sofre diminuição equivalente a cerca de 1 a 2% por década até os 60 anos de idade, a partir desse período, o declínio da velocidade da marcha passa por uma perda mais acelerada de aproximadamente 7% a cada 10 anos (VANDERVOORT, 2000). Em idosos, essa velocidade varia de 0,81 a 1,88 metros por segundo, sendo indicador de decréscimo funcional e incapacidade quando esse valor é inferior a 0,42 metros por segundo (ATKINSON *et al.*, 2005; SPIRDUSO, 2005). O baixo desempenho da deambulação acarreta ao idoso redução da capacidade física, predispondo a maior taxa de ingresso em instituições de longa permanência (JYLHÄ *et al.*, 2001; SAYERS *et al.*, 2004). A identificação precoce das alterações da marcha é um importante fator de prevenção, reduzindo a mortalidade e incapacidades futuras (ROLLAND *et al.*, 2006).

Alterações posturais como aumento da flexão de quadril, promovendo uma inclinação anterior da pelve, aumento da flexão joelho e coluna são frequentes em idosos, as quais levam o corpo a posição inclinada anteriormente prejudicando as estratégias compensatórias para manutenção da postura normal, além de reduzir a velocidade da marcha, comprimento do passo e aumentar a largura da base (BALZINI *et al.*, 2003; TAKAHASHI *et al.*, 2005; SAHA; GARD; FATONE, 2008; CARVALHO *et al.*, 2011; VALDUGA *et al.*, 2013; MAGISTRO *et al.*, 2014). Essas alterações promovem maior deslocamento do centro de massa e maior oscilação do centro de pressão, interferindo negativamente na estabilidade postural e no desempenho físico, afetando o rendimento da marcha, sendo a velocidade a mais prejudicada (HIROSE *et al.*, 2004; DA SILVEIRA *et al.*, 2010; VALDUGA *et al.*, 2013).

Os aspectos biomecânicos da marcha em idosos encontram-se mais concentrados na fase de apoio e menos concentrado na fase de balanço quando comparados a indivíduos mais jovens (TEIXEIRA *et al.*, 2002). Para a população mais velha, há uma necessidade de maior segurança, sendo representada pelo aumento do duplo apoio com o intuito de melhorar a estabilidade postural, porém o aumento dessa fase da marcha acarreta uma diminuição na sua velocidade comprometendo seu desempenho (TEIXEIRA *et al.*, 2002).

O bom desempenho na caminhada constitui um artifício indispensável para a independência funcional em idosos (CESARI *et al.*, 2006). O seu comprometimento interfere negativamente na capacidade física e promove o aumento do risco de quedas (GRAF *et al.*, 2005). Uma alternativa de minimizar esses eventos é com a prática de exercício físico, o qual contribui para melhora do desempenho da marcha em idosos, por meio do aumento da força muscular, promovendo maior velocidade e cadência, melhorando o duplo apoio, além de aumentar o número de passos por minuto proporcionando maior estabilidade durante a caminhada (SIPILÄ *et al.*, 1996; FERNANDES *et al.*, 2012).

2.3 Alterações musculares no idoso

As alterações fisiológicas relacionadas ao declínio no sistema muscular são multifatoriais e iniciam-se a partir da redução da atividade neuromuscular, seguida do declínio de força, massa e desempenho musculares, além disso, ocorre diminuição na síntese proteica e acúmulo de adipócitos acelerando a degeneração (VANDERVOORT, 2002). Esse processo de degeneração é conhecido como sarcopenia, responsável por promover nos idosos um estado de saúde deficitário (CRUZ-JENTOFT *et al.*, 2010; MANINI; CLARK, 2012; CEDERHOLM *et al.*, 2017; MATSUMOTO *et al.*, 2017).

A redução no número de fibras musculares e atrofia da fibra tipo II constitui a principal causa para o surgimento da sarcopenia (SILVA *et al.*, 2006). Com o envelhecimento, as fibras musculares classificadas como de contração rápida ou do tipo II reduzem em número e volume, enquanto as fibras musculares de contração lenta ou do tipo I diminuem em menor proporção, fator esse que ocasiona desaceleração na velocidade de movimentos ativos no indivíduo idoso (SILVA *et al.*, 2006).

Segundo o *The European Working Group on Sarcopenia in Older People*, o diagnóstico da sarcopenia é confirmado quando há presença de diminuição da qualidade e quantidade da massa muscular, diminuição da força muscular e baixo desempenho físico (CRUZ-JENTOFT *et al.*, 2010; CRUZ-JENTOFT *et al.*, 2019). A diminuição da força muscular é mais evidente que a diminuição de massa muscular, sendo considerada uma das principais manifestações clínicas do envelhecimento (MANINI; CLARK, 2012).

A diminuição da força muscular relacionada à idade, conhecida como dinapenia, associação entre a evolução da sarcopenia e modificações no sistema nervoso central, vem sendo evidenciada como uma condição diretamente associada a eventos adversos que comprometem o idoso como, incapacidade funcional, declínio de mobilidade e óbito (NEWMAN *et al.*, 2006; IWAMURA; KANAUCHI, 2017; SOARES *et al.*, 2017).

O desenvolvimento da dinapenia está relacionado ao declínio dos sistemas nervoso e muscular acarretando déficits na ativação do sistema nervoso central, como diminuição da movimentação excitatória dos centros supraespinhais e déficit na geração de força intrínseca muscular, afetando a estrutura e função da actinmiosina, comprometendo a função física do indivíduo (MANINI; CLARK, 2012).

2.4 Déficit de mobilidade funcional em idosos

A mobilidade funcional no idoso está relacionada a capacidade de mover-se de um lugar para o outro de maneira independente como subir e descer escadas, sair da cama ou cadeira e retornar, ligar e desligar o chuveiro e caminhar alguns passos, sendo considerada como atividades de vida diárias (ISAACS, 1985; SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 2003).

A independência para realização das atividades de vida diária depende do funcionamento do sistema sensorial (proprioceptivo, visual, vestibular) - responsável por promover respostas motoras adequadas, seja antecipatória ou preparatória; do sistema musculoesquelético - responsável por gerar força para realização das atividades funcionais; e do sistema cognitivo - responsável pelo aprendizado motor e movimentos automáticos (FLECK; KRAEMER, 2002; SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 2003). Esses sistemas contribuem para a aquisição da mobilidade funcional nessa população, permitindo ao idoso a adaptação a diferentes ambientes (SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 2003).

O comprometimento desses sistemas acarreta processos patológicos como a perda da acuidade visual, a redução da capacidade auditiva e da força muscular, comprometendo a realização das atividades de vida diárias e tornando o idoso mais restrito ao domicílio (GREVE *et al.*, 2007; CAMARA *et al.*, 2008; CORTTELETTI; CASARA; HERÉDIA, 2010).

A presença de doenças crônicas degenerativas (hipertensão arterial, diabetes mellitus, artropatia, doença cardíaca e pulmonar), que acontece acomete grande parte dos idosos, leva ao desgaste de vários sistemas de forma progressiva e irreversível, ameaçando a independência e a autonomia desses indivíduos (ALVES *et al.*, 2007; FIEDLER; PERES, 2008; CORTTELETTI; CASARA; HERÉDIA, 2010) e se soma ao processo do envelhecimento.

2.5 Exercícios físicos para população idosa

A definição de exercício físico se refere a realização de uma sequência de movimentos corporais realizados de forma planejada e organizada, objetivando a manutenção e melhora da aptidão física (STRATH *et al.*, 2013). A prática regular de exercício físico para população idosa previne o declínio da capacidade funcional, melhora a independência para atividades de autocuidado, reduz o risco de quedas e mortalidade, melhora a autoestima e a qualidade de vida, aumentando a expectativa de vida desta população (GALLOZA *et al.*, 2017; RAICHLEN; ALEXANDER, 2017).

Dentre as modalidades de exercícios físicos convencionais, os exercícios aeróbicos (pedalar, correr, nadar e caminhar) estimulam os grandes grupos musculares de forma rítmica e contínua, mantendo-os em atividade por mais tempo, contribuindo para melhora da capacidade cardiopulmonar e aumento da demanda de oxigênio circulante no corpo (SUI *et al.*, 2007; WEI, 2008; SUNDQUIST *et al.*, 2007). Dentre os exercícios aeróbicos, a caminhada tem sido o mais aceito pela população idosa, sendo considerada de fácil aplicabilidade (MALMBERG *et al.*, 2006).

O exercício resistido emprega movimentos contra alguma forma de resistência (peso, elástico), e tem sido utilizado para aumento da força muscular, melhora da mobilidade funcional e do equilíbrio postural, reduzindo os efeitos deletérios do envelhecimento (CHIN *et al.*, 2008; CESARI *et al.*, 2015; NG *et al.*, 2015; KANENGUSUKU *et al.*, 2015; CALDAS *et al.*, 2019). Além disso, o programa de fortalecimento muscular de alta intensidade promove melhora na

coordenação, no tempo de reação e na qualidade de execução dos movimentos, melhorando a autonomia e a independência funcional (BRANDÃO; SIQUEIRA, 2014; CEBOLLA; RODACKI; BENTO, 2015), no entanto, apesar dos benefícios, os exercícios resistidos não são bem tolerados por essa população (KALLINEN; MARKKU, 1995; PETRELLA; CHUDYK, 2008).

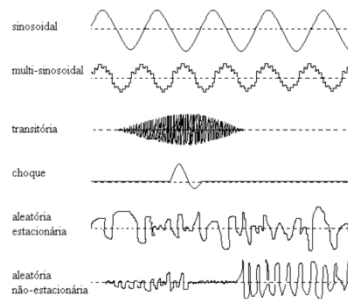
A associação de exercícios aeróbico e resistido proporciona, ao idoso, aumento da força muscular, melhora do equilíbrio postural e da mobilidade funcional, melhora a capacidade cardiopulmonar e reduz o risco de quedas (HURLEY *et al.*, 1984; LEVINGER *et al.*, 2008) e pode ser obtido por meio da vibração de corpo inteiro (VCI), que vem sendo considerada uma alternativa aos exercícios convencionais, se destacando pela fácil aplicabilidade e curto tempo de duração além de constituir uma modalidade de exercício bem aceita por essa população (POLLOCK; MARTIN; NEWHAM, 2012; BUCKINX *et al.*, 2014).

2.6 Vibração de Corpo Inteiro

A VCI foi utilizada pela primeira vez pelos soviéticos durante a década de 70 para tratar a perda de massa óssea causada pela hipogravidade em astronautas (MELNYK *et al.*, 2008; GLOECKL *et al.*, 2012). Em 1998, começou a ser utilizada como atividade pré-exercício, partindo do princípio de que a gravidade é responsável por fornecer a maior parte do estímulo mecânico contribuinte pelo desenvolvimento da estrutura muscular diariamente e durante treinamento (BOSCO *et al.*, 1998).

A vibração consiste em estímulo mecânico que promove movimentos rápidos e oscilatórios, os quais são propagados de maneira triaxial no eixo ântero-posterior (x), lateral-lateral (y) e axial (z) (ERSKINE *et al.*, 2007). As vibrações são classificadas como periódicas (senoidal, multissenoidal), onde a oscilação acontece a períodos fixos e não periódicas (transitória e choque), as quais surgem em forma de impulso, ou aleatórias (estacionária aleatória ou não estacionária aleatória), onde a oscilação ocorre de forma irregular (Figura 1) (CARDINALE *et al.*, 2003).

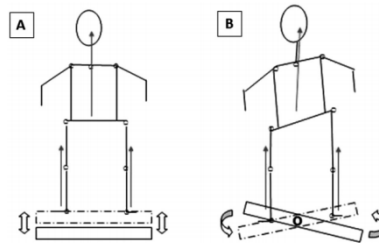
Figura 1 - Ondas vibratórias



Fonte: BATISTA et al (2007).

A vibração senoidal, utilizada para fins terapêuticos, é dividida em sincrônica (direção vertical), responsável por transferir o estímulo vibratório em ambos os pés igualmente e alternada (direção lateral), responsável por promover a transferência do estímulo para cada pé de forma alternada (Figura 2) (RITTWEGGER, 2010; COCHRANE, 2011).

Figura 2 - Plataforma vertical (A) e lateral (B)



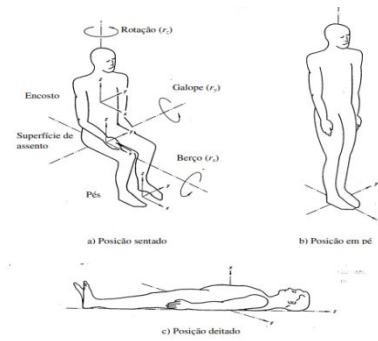
Fonte: BERNARDO-FILHO (2014).

As vibrações mecânicas são influenciadas por quatro variáveis: frequência (Hz), determinada pelo número de oscilações por segundo em torno do centro de gravidade; amplitude (mm), determinada pelo deslocamento máximo do movimento oscilatório; magnitude (g), determinada pela aceleração a que o corpo será submetido (CARDINALE *et al.*, 2003; COCHRANE, 2011) e a duração (min ou s), referente ao tempo de exposição vibratória (CARDINALE *et al.*, 2003; COCHRANE, 2011).

Segundo a norma ISO 2631-1 (1997), as frequências consideradas para saúde, conforto e percepção encontram-se na faixa entre 0,5 a 80 Hz, onde a mensuração deve ser realizada por meio de três eixos (x, y e z) de um sistema de coordenadas, o qual se origina entre a superfície vibratória e o corpo, seja em postura sentada, em pé ou deitada (Figura 3). Em relação à

amplitude a norma ISO 2631-1 (1997) não estabelece uma faixa de amplitude específica para a saúde, porém, estabelece que quanto maior a duração da vibração, menor deve ser a amplitude utilizada.

Figura 3 - Eixos basicêntricos do corpo



Fonte: ISO 2631 – 1 (1997).

As plataformas vibratórias utilizadas na rotina clínica fornecem frequências entre 5Hz e 60Hz e amplitude entre valores inferiores a 1 mm até 10 mm, possibilitando uma ampla gama de protocolos de exercício de VCI (DI GIMINIANI *et al.* 2014; SANTOS-FILHO *et al.*, 2015; MELO *et al.*, 2019).

O tempo máximo de estímulo vibratório diário não deve exceder 20 minutos, sendo esse tempo considerado seguro (ISO 2631-1, 1997). A duração da VCI na rotina clínica corresponde a um período que varia entre 30 segundos a 9 minutos ininterruptos, permitindo a utilização de diversos protocolos de VCI (SANTOS-FILHO *et al.*, 2015; MELO *et al.*, 2019).

A postura considerada mais adequada para o treinamento de VCI corresponde à joelho, tornozelo e quadril flexionados e peso corporal sobre o antepé, evitando os estímulos mecânicos sob o calcanhar, reduzindo a magnitude vibratória para região do tronco e cabeça, possibilitando maior segurança e menor possibilidade de eventos adversos (LAFORTUNE; LAKE; HENNIG; 1996; MESTER; KLEINÖDER; YUE, 2006; ABERCROMBY *et al.*, 2007; DOLNY; REYES, 2008).

No entanto, na rotina clínica, encontra-se uma grande variabilidade de postura para o treinamento de VCI, com joelhos flexionados de 15° a 120°, além de exercícios estáticos, dinâmicos, com ou sem adição de sobrecarga, evidenciando ainda mais a necessidade do desenvolvimento de protocolos de VCI para atender diferentes objetivos e populações (DOLNY; REYES, 2008; PESSOA *et al.*, 2016; GOUDARZIAN *et al.*, 2017).

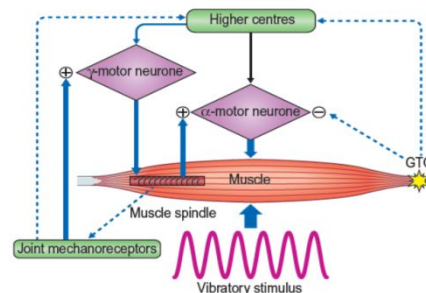
2.7 Princípios fisiológicos da vibração de corpo inteiro

As evidências fisiológicas que baseiam os efeitos da VCI apoiam-se na potencialização de vias neurogênicas, incluindo reflexos espinais e ativação neuromuscular, por meio da ativação de receptores sensoriais ocasionada pela vibração (CARDINALE; BOSCO, 2003; COCHRANE, 2011).

Quando ocorre alguma alteração muscular, receptores sensitivos dos fusos musculares são ativados por meio de estímulos vibratórios sinusoidais, transmitindo sinais à medula espinal por meio das vias aferentes Ia, as quais fazem sinapse excitatórias com interneurônios e motoneurônios- α , gerando ativação do reflexo miotático (CARDINALE; BOSCO, 2003). Movimentos de tensão-distensão muscular em pequena amplitude e em velocidade rápida levam ao aumento da ativação do reflexo miotático, resultando na ativação do reflexo tônico vibratório (CARDINALE; BOSCO, 2003; CARDINALE; WAKELING, 2005; BOGAERTS *et al.*, 2009).

O reflexo tônico vibratório refere-se à resposta das fibras musculares (tipo II) à ativação dos motoneurônios Ia, simultâneo ao relaxamento dos músculos antagonistas (SHINOHARA *et al*, 2005). Além dos fusos musculares, o estímulo vibratório pode ser percebido pelo órgão tendinoso de Golgi (OTG), promovendo ação contrária por meio da inibição dos motoneurônios- α , inibindo a contração muscular, no entanto, essa ação é induzida por frequências em torno ou acima de 100 Hz (Figura 4) (RITTWEGER; BELLER; FELSENBURG, 2000; CARDINALE; BOSCO, 2003).

Figura 4 - Resposta muscular durante a vibração



Fonte: CARDINALE; BOSCO (2003).

A atividade muscular reflexa consiste na resposta do sistema neuromuscular a alteração proporcionada pelo estímulo vibratório, seja em longo prazo ou agudo, por meio da frequência, amplitude, aceleração e tempo de exposição à vibração, onde o treinamento com VCI vem sendo

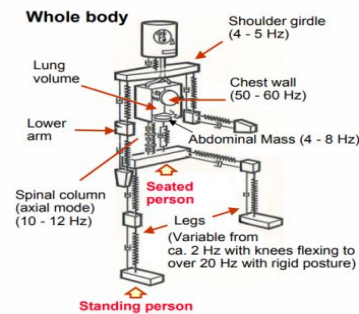
sugerido como alternativa capaz de promover melhoras no desempenho muscular por meio dos reflexos espinhais e da ativação muscular, acarretando ação excêntrica-concêntrica rápida e repetitiva, aumentando transitoriamente a atividade elétrica do músculo, igualmente àquelas observadas em treinamentos convencionais, no entanto, com menor tempo e gasto energético (CARDINALE; LIM, 2003; RITTWEGER; MUTSCHELKNAUSS; FELSEMBERG, 2003; MILEVA *et al.*, 2006; BOGAERTS *et al.*, 2007; MILEVA; BOWTELL; KOSSEV, 2009; COCHRANE, 2011; PERCHTHALER *et al.*, 2015).

2.8 Transmissibilidade da vibração de corpo inteiro

A transmissibilidade vibratória depende da interação entre a fonte de vibração e dois pontos distintos do corpo humano, sendo classificada como VCI, onde o estímulo vibratório atinge o corpo inteiro e vibração localizada, onde o estímulo vibratório é restrito a um segmento do corpo (GRIFFIN, 1996; HARAZIN; GRZESIK, 1998; DUL; WEERDMEESTER, 1998). A transmissibilidade da VCI está diretamente relacionada a componentes não-lineares da biomecânica corporal como, rigidez e amortecimento muscular, além de ser influenciada pela diversidade de frequência, amplitude e postura durante o treinamento da VCI (RUBIN *et al.*, 2003; RITTWEGER, 2010; KIISKI *et al.*, 2008; LAM *et al.*, 2018).

As estruturas corporais vibram em uma frequência específica denominada frequência natural (Figura 5) (CARDINALE; WAKELING, 2005; FRIESENBIHLER *et al.*, 2014). Quando o estímulo vibratório coincide com a frequência natural, ocorre um fenômeno denominado de ressonância dos tecidos moles (muscular e adiposo), o qual promove uma amplificação da vibração ao corpo, aumentando a transmissibilidade da VCI (CARDINALE; WAKELING, 2005; FRIESENBIHLER *et al.*, 2014).

Figura 5 - Frequência natural do corpo humano

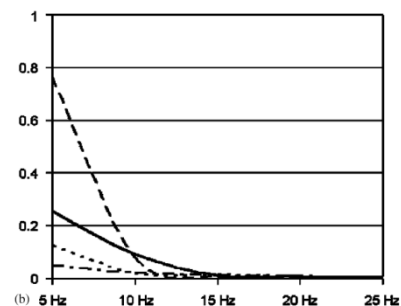


Fonte: BRUEL; KJAER (2002).

A ressonância refere-se à tendência de um sistema de oscilar em sua amplitude máxima, sendo associada a frequências onde pequenas vibrações de amplitude entrada podem produzir grandes e perigosas amplitudes de saída (MUNERA *et al.*, 2016). De acordo com Griffin (1996), a maior transmissibilidade representa maior risco à saúde, sendo importante a identificação da ressonância para determinar a segurança da vibração.

Por outro lado, a transmissibilidade da VCI para o corpo é reduzida quando a frequência da VCI encontra-se acima da frequência natural, aumentando a ativação muscular e coeficiente de amortecimento muscular, além de afetar a pressão intramuscular, possibilitando a transmissibilidade da vibração de forma mais segura (ARATOW *et al.*, 1993; WAKELING; NIGG, 2001). Quanto maior a frequência de ressonância, menor a transmissibilidade da vibração (Figura 6) (MESTER; KLEINÖDER; YUE, 2006). A frequência de ressonância para a VCI encontra-se entre 5–10 Hz, dessa forma, frequências inferiores a 20 Hz devem ser evitadas no treinamento vibratório (MESTER; KLEINÖDER; YUE, 2006).

Figura 6 - Transmissibilidade versus frequência



Fonte: MESTER; KLEINÖDER; YUE (2006)

A amplitude é uma variável pouco discutida, porém, assim como a frequência, a transmissibilidade da amplitude da VCI ao corpo está relacionada à ressonância do tecido mole (FRIESENBICHLER *et al.*, 2014). Quando a frequência de excitação estiver próxima da frequência natural do tecido mole, ocorre a ressonância, aumentando a amplitude de entrada, aumentando a transmissibilidade da vibração (WAKELING; NIGG, 2001; FRIESENBICHLER *et al.*, 2014). O aumento da transmissibilidade da vibração possibilita o alcance do estímulo vibratório para a cabeça, promovendo o aumento do desconforto e eventos adversos após o treinamento da VCI (ABERCROMBY *et al.*, 2007).

A postura corporal é considerada uma variável dominante, influenciando a superfície de contato do corpo humano com base vibratória, a posição da coluna vertebral e o grau de tensão muscular (HARAZIN; GRZESIK, 1998). Além disso, a postura altera as propriedades elásticas e de amortecimento do organismo, modificando a ressonância dos seguimentos corporais, resultando em mudanças na transmissão da vibração (HARAZIN; GRZESIK, 1998; DOLNY; REYES, 2008).

A postura para realização da VCI está diretamente associada à angulação do joelho, onde, joelhos levemente flexionados (10° - 20°) aumentam a transmissibilidade da vibração para parte superior do corpo e cabeça devido ao aumento da impedância mecânica, enquanto as posturas de semi-agachamento (45°) e de agachamento profundo (70°) diminuem a transmissibilidade para parte superior do corpo (ABERCROMBY *et al.*, 2007; LAM *et al.*, 2018). O aumento da impedância mecânica diminui a complacência articular de tornozelo, joelho e quadril, aumentando a absorção da energia vibratória pelo corpo (GRIFFIN, 1996; MANSFIELD, 2005).

A transmissibilidade da vibração ocorre de um segmento para outro segmento, ou seja, do tornozelo para o joelho, do joelho para o quadril, do quadril para a coluna e assim consecutivamente até atingir a cabeça (RITTWEGGER, 2010). Joelhos flexionados atenuam a transmissão da VCI para as extremidades superiores do corpo e cabeça, sendo considerada a melhor postura para realização do treinamento vibratório, além de minimizar os eventos adversos provenientes do treinamento (ABERCROMBY *et al.*, 2007; VASCONCELLOS; SCHÜTZ; SANTOS, 2014).

2.9 Efeitos da vibração de corpo inteiro

O exercício com VCI promove melhora no sistema musculoesquelético por meio da potenciação pós-ativação, induzindo a excitabilidade do neurônio motor, promovendo fosforilação dos elementos contráteis, aumentando o recrutamento de maior número de unidades motoras e assim levando a um acréscimo da força e da potência muscular, além de aumentar a densidade mineral óssea por meio da sobrecarga atribuída ao osso (BOSCO; CARDINALE; TSARPELA, 1999; CARDINALE *et al.*, 2010; JUDEX; RUBIN, 2010; MCBRIDE *et al.*, 2010; AVELAR *et al.*, 2014).

A VCI tem ação sobre o sistema cardiopulmonar, aumentando o fluxo sanguíneo, expandindo a circulação colateral capilar e melhorando a função vascular, promovendo a redução da resistência vascular periférica (KERSCHAN-SCHINDL *et al.*, 2001; HERRERO *et al.*, 2011). Além disso, promove aumento do consumo máximo de oxigênio (Vo_{2max}) e produção de dióxido de carbono (Vco_2), ação contínua das fibras oxidativas gerada pela vibração mecânica (KERSCHAN-SCHINDL *et al.*, 2001; ALMEIDA; ARAÚJO, 2003).

Outros benefícios pós-VCI são reportados no desempenho físico pela ativação do reflexo tônico vibratório e do aumento do número de fibras musculares do tipo Ia (JORDAN; NORRIS; HERZOG, 2005; RAMOS *et al.*, 2018), melhorando o equilíbrio postural por meio da redução da oscilação do centro de pressão (HORAK; SHUPERT; MIRKA, 1989; KRAUSE *et al.*, 2019), o desempenho da marcha por meio do aumento dos níveis séricos do hormônio do crescimento e testosterona, os quais têm substâncias anabólicas (BOSCO *et al.*, 2000; KAWANABE *et al.*, 2007; DI GIMINIANI *et al.* 2014), a mobilidade funcional por meio do aumento de força muscular de flexores e extensores de joelho (TSUJI *et al.*, 2014; FILIPPIN, *et al.*, 2017; EVANGELISTA, 2018), a variabilidade da frequência cardíaca pela influência da modulação parassimpática (LICURCI *et al.*, 2018) e o controle do índice glicêmico, por meio da captação de glicose pelo músculo, aumentando as ações do glicogênio sintase e glicogênio fosforilase (YIN *et al.*, 2015; PESSOA *et al.*, 2018).

Apesar dos benefícios da VCI para população idosa, e de ser considerada uma alternativa ao exercício convencional, a literatura diverge quanto à escolha do protocolo de treinamento, utilizando uma gama de frequência, amplitude e duração (ROGAN *et al.*, 2015; SMITH *et al.*, 2016; GOURDAZIAN *et al.*, 2017; PESSOA *et al.*, 2017; SANTIN-MEDEIROS *et al.*, 2017;

WEI *et al.*, 2017; LICURCI *et al.*, 2018; DELAFONTAINE *et al.*, 2019) para o tratamento. Sendo assim, o desenvolvimento de um protocolo específico para o público idoso traria benefícios com menor risco de efeitos adversos, como tontura, fadiga, prurido e dor no joelho, aumentando a adesão a exercícios e, conseqüentemente, contribuindo para melhora da qualidade de vida dessa população.

3 JUSTIFICATIVA DO ESTUDO

O processo de envelhecimento acarreta inúmeras alterações funcionais, em especial no sistema musculoesquelético, comprometendo a realização das atividades de vida diária destes indivíduos. A prática regular de exercício físico, seja aeróbico ou resistido, contribui para desaceleração dos efeitos deletérios do envelhecimento, promovendo uma vida mais longa. No entanto, a adesão a programas de exercício é baixa entre idosos, aumentando o índice de sedentarismo e promovendo o crescimento de morbidade, mortalidade e gastos com saúde.

Atualmente, a VCI vem se destacando por promover benefícios na composição corporal, como ganho de força e massa muscular e melhora da saúde cardiopulmonar de pessoas idosas, promovendo uma ação conjunta dos benefícios encontrados em exercícios aeróbicos e resistidos. Por ser um treinamento de fácil aplicabilidade, curta duração, baixo impacto e desconforto mínimo, quando comparado a exercícios convencionais, a VCI se apresenta como um método factível e viável para o trabalho com idosos, devolvendo a estes indivíduos autonomia e uma vida mais ativa.

Apesar da relevância, os protocolos de treinamento com VCI divergem quanto à escolha da frequência, amplitude, duração e postura utilizadas, havendo diferentes protocolos que resultam em diferentes benefícios para esta população. Considerando o envelhecimento populacional e a baixa adesão a programas de exercício convencionais que demandem esforço físico adicional para a idade, estabelecer um protocolo de VCI que agregue o maior número de benefícios a essa população, considerando que esse tipo de treinamento é relativamente bem aceito por essa população.

4 HIPÓTESE

Uma única sessão de VCI utilizando frequência de 35Hz e amplitude de 4mm é mais eficaz na melhora o equilíbrio postural, velocidade da marcha, força muscular e mobilidade funcional em idosas sedentárias quando comparado a amplitude de 2mm.

5 OBJETIVOS

5.1 Objetivo Geral: Avaliar a eficácia de uma única sessão de VCI com frequência de 35Hz e amplitude de 4mm comparada a amplitude de 2mm na melhora do equilíbrio postural estático, velocidade da marcha, força muscular e mobilidade funcional de idosas sedentárias.

5.2 Objetivos Específicos:

Artigo 1 (revisão sistemática):

- Avaliar a eficácia da VCI sobre força muscular e risco de quedas.

Artigo 2 (artigo original):

- Analisar os dados sociodemográficos, clínicos e antropométricos.
- Avaliar o risco de quedas.
- Comparar o equilíbrio postural estático, velocidade da marcha, força muscular e mobilidade funcional entre idosas sedentárias utilizando a amplitude de 4mm e 2mm.

6 MATERIAIS E MÉTODOS

6.1 Local do estudo: O estudo foi realizado no Laboratório de Fisioterapia Cardiopulmonar (LACAP) e no Laboratório de Cinesioterapia e Recursos Terapêuticos Manuais (LACIRTEM) do Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

6.2 Período do estudo: A coleta de dados foi realizada a partir da aprovação do comitê de ética no período de outubro de 2019 a fevereiro de 2020.

6.3 Desenho do estudo: Ensaio clínico randomizado do tipo *crossover*, cego e com sigilo de alocação. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do CCS / UFPE (parecer nº 3.617.829) (ANEXO C) e registrado no Registro Brasileiro de Ensaio Clínicos (REBEC) (RBR-2HPJJK) (ANEXO E), respeitando as diretrizes da Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde e a Declaração de Helsinque (1964). Os voluntários que assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (APÊNDICE C) estavam cientes dos riscos e benefícios de sua participação e que a qualquer momento durante a realização da pesquisa poderiam se retirar sem nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador ou a instituição que apoia esta pesquisa.

6.4 Amostra

6.4.1 População do estudo: Foram recrutados idosos sedentárias residentes em Recife-PE e região metropolitana.

6.4.2 Seleção dos voluntários: Os convites foram realizados por meio digital (redes sociais e e-mail) e cartazes. Os indivíduos que apresentaram interesse em participar do estudo seguiram para triagem com datas pré-estabelecidas pelo pesquisador.

6.4.3 Cálculo amostral: O cálculo amostral foi desenvolvido por meio do programa G Power 3.1.9.2 (FAUL et al., 2007). Para o artigo original, o cálculo amostral foi realizado por meio de um estudo piloto com 10 voluntários, onde foi escolhido o desfecho equilíbrio postural estático

no eixo CoPx por se tratar do principal desfecho do estudo. As médias e os desvios-padrão nos momentos pré e pós intervenção para essa variável (PA: $-0,97 \pm 1,39$ e PB: $-1,77 \pm 1,18$) foram utilizadas, considerando o alfa de 0,05, o poder de 0,80 e o tamanho de efeito de 0,62, resultando em uma amostra de 42 indivíduos.

6.4.4 Randomização, Alocação e Cegamento: Para realização da randomização, os protocolos foram codificados em Protocolo A (PA: 2mm) e Protocolo B (PB: 4mm). Após a avaliação (pré-intervenção), um pesquisador não envolvido no estudo realizou a randomização da ordem do protocolo (PA e PB) por meio de um website (randomization.com) 30 minutos antes da intervenção. O sigilo de alocação foi realizado por meio de envelopes pretos e opacos os quais eram selados e numerados para os indivíduos selecionados para o estudo. Durante o período do estudo, o avaliador principal permaneceu cego a respeito do protocolo o qual o voluntário foi submetido. Os voluntários envolvidos na pesquisa permaneceram cegos sobre a ordem dos protocolos. Apenas o pesquisador que realizou a intervenção com VCI estava ciente do grupo para o qual cada voluntário estava alocado. Os pesquisadores responsáveis pela randomização, alocação, avaliação e intervenção foram previamente treinados.

6.4.5 Viés do estudo: O presente estudo utilizou a ferramenta da colaboração Cochrane para evitar risco de viés (seleção, *performance*, detecção, atrito, relato, outros vieses) (CARVALHO; SILVA; GRANDE, 2011).

6.5 Critérios de elegibilidade

6.5.1 Critérios de inclusão: Foram selecionados indivíduos com marcha independente; idade entre 60 e 80 anos, do sexo feminino; índice de massa corpórea entre ≤ 22 (baixo peso) e ≥ 27 (sobrepeso); classificado como sedentário ou irregularmente ativo pelo International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) (ANEXO F), ausência de déficit neurológico, auditivo e cognitivo (que impossibilitassem a compreensão da avaliação ou comandos verbais).

6.5.2 Critérios de exclusão: Foram excluídos os indivíduos que apresentaram presença de implantes eletrônicos (marcapasso, estimuladores cerebrais); prótese e/ou pinos e placas em

membros inferiores; artrose que impossibilitasse a movimentação; epilepsia; vertigens; diagnóstico de tumor maligno; fratura recente não consolidada; risco de tromboembolismo; presença de doenças infecciosas; indivíduos insulino-dependentes; hipertensão arterial, osteoporose e osteopenia sem tratamento; com dificuldade de adaptação ao protocolo.

6.6 Definição das variáveis

- **Dependente:** Equilíbrio postural estático, velocidade da marcha, força muscular e mobilidade funcional.
- **Independente:** Vibração de corpo inteiro (plataforma vibratória).
- **Numéricas contínuas:** Idade, índice de massa corpórea (IMC), teste de sentar-levantar, teste de caminhada de 10 metros (TCM10), posição do centro de pressão (COPx e COPy), *Timed Get Up and Go test* (TUG).
- **Categórica nominal:** Sexo.
- **Categórica Ordinal:** *International Physical Activity Questionnaire* (IPAQ); *Falls Efficacy Scale–International* (FES-I).

6.7 Desfecho:

- **Desfecho primário:** Equilíbrio postural estático.
- **Desfecho secundário:** Velocidade da marcha, força muscular e mobilidade funcional.

6.8 Métodos e procedimentos:

Os voluntários passaram por uma triagem e posteriormente pela avaliação. Os indivíduos que atenderam os critérios de elegibilidade realizaram o exercício com VCI por meio de protocolos randomizados. Antes e após o término de cada protocolo os voluntários foram avaliados e reavaliados. As avaliações e reavaliações foram realizadas por um único avaliador cego devidamente treinando.

6.9 Avaliação dos voluntários:

6.9.1 Avaliação sociodemográfica e clínica: Para coleta dos dados sociodemográficos e clínicos foi utilizada a ficha de avaliação arquitetada pelo pesquisador (APÊNDICE D).

6.9.2 Avaliação dos sinais vitais: A mensuração da frequência cardíaca (FC) e da saturação periférica de oxigênio (SpO₂) foram realizadas por meio do oxímetro de pulso digital (*IMFtec, modelo IMFtec-H, Brasil*). A frequência respiratória (FR) foi avaliada por meio da observação e contagem do total de excursões respiratórias durante um minuto sem que o voluntário soubesse. A pressão arterial (PA) foi mensurada por meio de um esfigmomanômetro manual aneroide (Premium, modelo adulto, Brasil) e um estetoscópio (Premium, modelo Rappaport, Brasil). Todos os sinais vitais foram mensurados com o voluntário sentado, braços em repouso no colo e em silêncio.

6.9.3 Avaliação antropométrica: Para mensuração da altura e do peso corporal foi utilizada uma balança digital acompanhada por estadiômetro (*Welmy, modelo R-w200, Brasil*). Para mensuração do peso corporal, os participantes foram orientados a retirarem os calçados e permanecerem em pé sobre a balança, com os braços ao longo do corpo e cabeça erguida em ângulo reto com o pescoço e olhos em um ponto fixo por 5 segundos (SILVA; ABOAGARRE-JUNIOR, 2019). Para mensuração da altura, os participantes permaneceram de costas para a balança na mesma posição supracitada, onde foram orientados a realizarem uma inspiração sustentada por 3 segundos, para melhor mensuração da altura (SILVA; ABOAGARRE-JUNIOR, 2019). O cálculo do índice de massa corporal (IMC) foi realizado a partir da mensuração do peso e altura por meio da fórmula: $IMC = \text{Peso (kg)} / (\text{Estatura})^2 \text{ (m)}$ (RESENDE *et al.*, 2010).

6.9.4 Avaliação do risco de quedas: Foi utilizado o questionário *Falls Efficacy Scale-International (FES-I)*, versão brasileira (CAMARGOS *et al.*, 2010) (ANEXO G). A *FES-I* é um questionário composto por 16 itens os quais fornecem informações sobre o nível de preocupação com quedas para uma série de atividades da vida diária que incluem atividades internas, externas e convívio social (YARDLEY *et al.*, 2005). Cada item é pontuado em uma escala que varia de 1 a 4 pontos (1= nem um pouco preocupado, 2= um pouco preocupado, 3= muito preocupado; 4=

extremamente preocupado) (YARDLEY *et al.*, 2005; CAMARGOS *et al.*, 2010). Para interpretação da FES-I foi considerado uma pontuação < 23 (baixo risco de queda), ≥ 23 (risco de queda esporádica) e uma pontuação ≥ 31 (risco de queda recorrente) (CAMARGOS *et al.*, 2010).

6.9.5 Avaliação do equilíbrio postural: Foi utilizada a plataforma baropodométrica (Sensor Medica, modelo Freemed™, Itália) para a avaliação do equilíbrio postural estático (BANKOFF *et al.*, 2004). Para avaliação, os sujeitos foram orientados a permanecerem sobre a plataforma com apoio bipodálico com os pés ligeiramente separados (largura do ombro) e braços relaxados ao longo do corpo, olhos abertos, cabeça em posição neutra, olhar fixo à frente e pés descalços durante 20 segundos. Foram considerados os valores da coordenada do centro de pressão (CoP) no sentido médio-lateral (CoP x) e no sentido anteroposterior (CoP y), expressa em mm (TÁBUAS, 2011).

6.9.6 Avaliação da velocidade da marcha: Foi utilizado o teste de caminhada de 10m (TC10m). Para realização do teste, o indivíduo foi orientado a deambular 20m com sua velocidade habitual (PETERS; FRITZ; KROTISH, 2013). Foram desconsiderados os 5 metros iniciais e finais para eliminação do período de aceleração e desaceleração. O resultado do tempo de velocidade da marcha foi mensurado pela distância percorrida de 10 metros pelo total de segundos para realização do teste, sendo considerado um valor de 0.96 m/s como bom desempenho (PETERS; FRITZ; KROTISH, 2013). Foram realizados três testes com intervalo de 1 minuto para cada repetição, sendo considerado o melhor valor com diferença mínima de 10% entre as medidas.

6.9.7 Avaliação da força muscular em membros inferiores: Foi utilizado o teste de Sentar e Levantar de 30 segundos. Esse instrumento avalia a força muscular e capacidade de sentar e levantar de uma cadeira (FAHLMAN, *et al.*, 2007). Para a realização do teste foi utilizada uma cadeira com 45cm de altura com encosto para as costas e sem apoio para os braços. Os voluntários foram orientados a cruzarem os braços sobre os ombros, pés apoiados no chão, coluna encostada no espaldar da cadeira e realizar o movimento de sentar e levantar da cadeira o maior número de vezes possíveis durante 30 segundos. Apenas foram contabilizados os movimentos completos. Foram considerados valores de referência para bom desempenho o

número de repetições ≥ 11 para mulheres e ≥ 12 para homens (RIKLI; JONES, 2008). O teste foi cronometrado em segundos pelo avaliador.

6.9.8 Avaliação da mobilidade funcional: Para avaliar a mobilidade funcional utilizado o *Timed Up and Go Test* (TUG) versão brasileira (DUTRA; CABRAL; CARVALHO, 2016). Para realização do teste, o voluntário foi orientado a levantar-se de uma cadeira (altura do assento e dos braços, respectivamente, 46 cm e 20 cm), deambular três metros, retornar e sentar-se novamente (DUTRA; CABRAL; CARVALHO, 2016). O tempo para realização dessa tarefa foi cronometrado pelo avaliador. O resultado do TUG foi expresso em segundos sendo classificado em: independente (< 20 segundos), intermediário (20-29 segundos) e dependente (> 30 segundos) (PODSIADLO; RICHARDSON, 1991).

6.10 Protocolo do estudo

Para cada procedimento foi respeitado o período de *washout* de uma semana (HOYO *et al.*, 2013; MILANESE *et al.*, 2018) entre as intervenções.

O fisioterapeuta responsável pela pesquisa acompanhou os voluntários para monitoramento dos sinais vitais (PA, FC, SpO₂ e FR) e os possíveis eventos adversos foram descritos em um bloco de anotações e posteriormente transcritos para a planilha. A monitorização foi sempre realizada 5 minutos antes e imediatamente após o exercício. Todos os dados referentes à intervenção foram devidamente registrados na ficha de avaliação (APÊNDICE D) e ficha de exercício do voluntário (APÊNDICE E). O exercício com VCI e todas as avaliações, para cada voluntário, foram realizadas sempre no mesmo horário. Após o término de cada sessão foi realizada a reavaliação para obtenção dos resultados.

6.11 Exercício com VCI

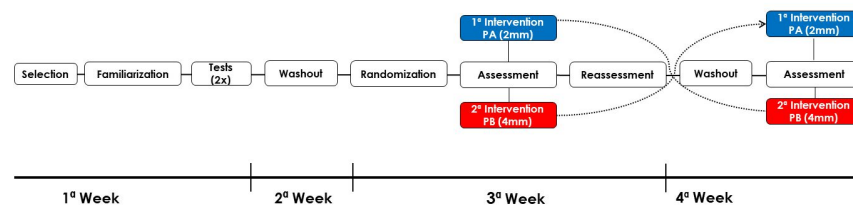
O protocolo foi desenvolvido por meio de uma plataforma vibratória *Power Plate* modelo MY3[®] (London, UK). Durante os procedimentos os indivíduos foram orientados a permanecerem na posição estática, com cabeça e olhos direcionados para frente, descalços, com os joelhos fletidos a 30° (BRAZ-JUNIOR *et al.*, 2015), medidos por meio de um goniômetro. Os braços

permaneceram apoiados sobre a plataforma.

Anterior ao período de exercício, os participantes foram solicitados a não realizar exercício físico por pelo menos 24h, a não consumir cafeína e bebida alcóolica por pelo menos 12h antes de chegarem ao laboratório. O protocolo de VCI foi explicado aos voluntários os quais receberam um curto treinamento para se familiarizarem com a plataforma vibratória e com o ritmo, além da postura correta para realização das sessões.

Anterior a avaliação inicial, os sujeitos realizaram todos os testes duas vezes para eliminação do efeito aprendizagem (RUITER *et al.*, 2003). Os testes foram repetidos nos períodos de avaliação e reavaliação. Foi respeitado um período de intervalo de uma semana para o protocolo ser iniciado.

Figura 7 - Desenho do estudo



Fonte: Pesquisador (2021).

A aplicação do protocolo foi realizada de forma randomizada por meio de um website por um pesquisador não envolvido no estudo. O protocolo foi composto pela variação da amplitude (2mm e 4mm) uma frequência fixa de 35Hz e distanciamento entre os pés de 20cm. A duração da vibração para todos os procedimentos foi de 60 segundos intercalada com repouso de 60 segundos para cada vibração, totalizando 20 minutos de treinamento (POLLOCK; MARTIN; NEWHAM, 2012) (Quadro 1).

Quadro 1 - Protocolos de exercício com VCI

PROTOCOLO	A	B
Frequência	35Hz	35Hz
Amplitude	2mm	4mm
Distância entre os pés	20cm	20cm
Exposição / Descanso	60s/60s	60s/60s
Tempo de Exposição	20 min	20 min

Fonte: Pesquisador (2021).

7 ANÁLISE DE DADOS

Após a verificação da distribuição de normalidade pelo teste de Shapiro Wilk, foram realizadas as comparações entre as medidas realizadas aos 2mm e 4mm considerando a distribuição não-normal dos dados e utilizado o teste de Friedman, com post hoc de Wilcoxon para as principais variáveis de desfechos (equilíbrio postural estático, velocidade da marcha, força muscular de membros inferiores e mobilidade funcional).

Para verificar os efeitos da intervenção de VCI de 2mm e de 4mm, foi utilizado o teste de Wilcoxon para os principais desfechos (pós-intervenção de 2mm e a pós-intervenção de 4mm). Para as variáveis que tiveram distribuição normal, foi utilizado o teste t pareado quando necessário.

O cálculo do tamanho de efeito da intervenção foi realizado por meio da equação $r = z/\sqrt{N}$, considerando a estatística z obtida do teste de Wilcoxon e N o número de observações realizadas no estudo (FIELD, 2009). Para interpretação dos valores do tamanho de efeito consideramos o descrito por Cohen (1988): 0,1 a 0,3 pequeno, 0,3 a 0,5 moderado e acima de 0,5 efeito forte.

O percentual de mudança obtido para cada desfecho foi calculado a partir da diferença de média (Δ) [pós – pré intervenção] de cada desfecho, dividido pela média dessa variável na pré intervenção e depois multiplicado por 100. A análise dos dados foi realizada por meio do programa SPSS versão 20.0 (SPSS Inc., Chicago, IL) para Windows e adotou o nível de significância menor que 0,05.

8 RESULTADOS

Como produto desta dissertação, e para aprofundamento sobre o tema, foi desenvolvida uma revisão sistemática intitulada “*An overview of systematic reviews on the effectiveness of whole-body vibration on muscle strength and risk of falls in older adults*” (APÊNDICE A).

Revista a que foi submetido: Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia (ANEXO A)

Área de concentração: Educação Física

Qualis: A4

Fator de impacto: 0.5605 (2019)

Ainda como produto principal desta dissertação, os dados coletados resultaram em um artigo original, intitulado: “*Acute effects of two whole-body vibration amplitudes on postural balance, gait speed, muscle strength, and functional mobility in older women: A crossover randomized controlled trial*” (APÊNDICE B).

Revista a que foi submetido: Brazilian Journal of Physical Therapy (ANEXO B)

Área de concentração: Educação Física

Qualis: A2

Fator de impacto: 2.100 (2019)

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os nossos resultados, foi demonstrado que uma única sessão de VCI com amplitude de 4mm melhorou a força muscular de membros inferiores e a mobilidade funcional em idosas sedentárias quando comparada a amplitude de 2mm, no entanto, para o equilíbrio postural estático e velocidade da marcha, não promoveu alterações.

Diante disso, ficou evidenciado que as respostas das idosas às amplitudes de 2mm e de 4mm, mantida a frequência de 35Hz constante, variaram entre os desfechos considerados, demonstrando que os protocolos para a prescrição do treinamento devem ser ajustados de acordo com as necessidades e os objetivos propostos, não havendo um protocolo que alcance múltiplos desfechos simultaneamente.

O desenvolvimento de um protocolo específico para a população idosa, considerando os princípios da exposição segura à vibração mecânica e a prescrição do exercício, contribuiria para a implementação da VCI na prática clínica com maior eficácia.

No entanto, diante do atual momento de enfrentamento da pandemia do COVID-19, visando à segurança dos voluntários envolvidos na pesquisa, a interrupção da coleta de dados foi imprescindível, resultando em um pequeno número de voluntários envolvidos. Sendo assim, considerando o número amostral não alcançado e entendendo a necessidade de um protocolo de VCI para idosos, o presente estudo será continuado, assim que a pandemia for resolvida e a segurança da amostra for estabelecida. Além disso, novos estudos incluindo *follow up* e um número maior de voluntários e sessões a longo prazo devem ser desenvolvidos, a fim de avaliar a efetividade da intervenção para a população idosa.

REFERÊNCIAS

- ABERCROMBY, A. F. et al. Vibration exposure and biodynamic responses during whole-body vibration training. **Med Sci Sports Exerc**, v. 39, p. 1794–1800, 2007.
- ARATOW, M. et al. Intramuscular pressure and electromyography as indexes of force during isokinetic exercise. **J Appl Physiol**, v. 74, n. 6, p. 2634-2640, 1993.
- ALMEIDA, M. B.; ARAUJO, C. G. S. Effects of aerobic training on heart rate. **Rev Bras Med Esporte**, v. 9, n. 2, p. 113-120, 2003.
- ALVES, L. C. et al. A influência das doenças crônicas na capacidade funcional dos idosos do Município de São Paulo, Brasil. **Cad Saúde Pública**, v. 23, n.8, 2007.
- AMARAL, J.F. et al. Influence of aging on isometric muscle strength, fat-free mass and electromyographic signal power of the upper and lower limbs in women. **Braz J Phys Ther**, v. 18, n. 2, p. 183-190, 2014.
- ATKINSON, H. H. et al. Predictors of combined cognitive and physical decline. **J Am Geriatr Soc**, v.53, p.1197-1202, 2005.
- AVELAR, B. P. et al. Balance Exercises Circuit improves muscle strength, balance, and functional performance in older women. **AGE**, v. 38, n. 1, p. 14, 2016.
- AVELAR, N. C. et al. Whole body vibration and post-activation potentiation: A study with repeated measures. **Int J Sports Med**, v. 35, n. 8, p. 651-657, 2014.
- BALZINI, L. et al. Clinical characteristics of flexed posture in elderly women. **J Am Geriatr Soc**, v. 51, n. 10, p. 1419-1426, 2003.
- BANKOFF, A. D. P. et al. Estudo do equilíbrio corporal postural através do sistema de baropodometria. **Conexões**, v. 2, n. 2, p. 87-104, 2004.
- BATISTA, M. A. B. et al. Efeitos do Treinamento com Plataformas Vibratórias. **Rev Bras Cien Mov**, v. 15, n. 3, p. 103-113, 2007.
- BENEDETTI, T. R. B. et al. Reprodutibilidade e validade do Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ) em homens idosos. **Rev Bras Med Esporte**, v. 13, n.1, 2007.
- BERNARDO-FILHO, M. **Plataforma Oscilante/Vibratória: Fundamentos e a Prática Clínica**. 1. ed. Brasil: Editora Andreoli, 2014.
- BIRD, M. L.; HILL, K. D.; FELL, J. W. A randomized controlled study investigating static and dynamic balance in older adults after training with Pilates. **Arch Phys Med Rehabil**, v. 93, n. 1, p. 43-49, 2012.

- BOGAERTS, A. et al. Effects of whole body vibration training on cardiorespiratory fitness and muscle strength in older individuals (a 1-Year randomized Controlled Trial). **Age Ageing**, v. 38, n. 4, p. 448-454, 2009.
- BOGAERTS, A. et al. Impact of whole-body vibration training versus fitness training on muscle strength and muscle mass in older men: A 1-year randomized controlled trial. **J Gerontol: Biol Sci**, v. 62, n. 6, p. 630-635, 2007.
- BOSCO, C. et al. The influence of whole body vibration on the mechanical behavior of skeletal muscle. **Biol Sport**, v. 153, p. 157-64, 1998.
- BOSCO, C. et al. Hormonal responses to whole-body vibration in men. **Eur J Appl Physiol**, v. 81, p. 449— 454, 2000.
- BOSCO, C.; CARDINALE. M.; TSARPELA, O. Influence of vibration on mechanical power and electromyogram activity in human arm flexor muscles. **Eur J Appl Physiol Occup Physiol**, v. 79, n. 4, p. 306-311, 1999.
- BRANDÃO, S. D. N.; SIQUEIRA, T. D. A. Aspectos fisiológicos do envelhecimento e a eficácia do treinamento de força em idosos. **Bius**, v. 5, n. 2, 2014.
- BRAZ-JÚNIOR, D. S. et al. Whole-body vibration improves functional capacity and quality of life in patients with severe chronic obstructive pulmonary disease (COPD): a pilot study. **Int J Chron Obstruct Pulmon Dis**, v. 10, p. 125–132, 2015.
- BRUEL; KAJAER. **Human Vibration**. Dinamarca: Bruel & Kjaer, 2002.
- BUCKINX, F. et al. Evaluation of the impact of 6-month training by whole body vibration on the risk of falls among nursing home residents, observed over a 12-month period: a single blind, randomized controlled trial. **Aging Clin Exp Res**, v. 26, n. 4, p. 369-376, 2014.
- CABRAL, R. W. L. et al. Fatores sociais e melhoria da qualidade de vida dos idosos: revisão sistemática. **Rev Enferm UFPE online**, v. 7, n. 5, p. 1434-42, 2013.
- CALDAS, L. R. R. et al. Dezesesseis semanas de treinamento físico multicomponente melhoram a resistência muscular, agilidade e equilíbrio dinâmico em idosos. **Rev Bras Ciênc Esporte**, v.41, n.2, 2019.
- CAMARA, F. M. et al. Capacidade funcional do idoso: forma de avaliação e tendências. **Acta Fisiátr**, v. 15, n. 4, p. 249-256, 2008.
- CAMARGOS, F. F. O. et al. Adaptação transcultural e avaliação das propriedades psicométricas da Falls EfficacyScale – International em idosos brasileiros (FES-I-BRASIL). **Rev Bras Fisioter**, v. 14, n. 3, p. 237-43, 2010.

CAMARGOS, M. C. S.; GONZAGA, M. R. Viver mais e melhor? Estimativas de expectativa de vida saudável para a população brasileira. **Cad Saúde Pública**, v. 7, n. 31, p. 1.460-1.472, 2015.

CARDINALE, M. et al. Hormonal responses to a single session of whole body vibration exercise in older individuals. **Br J Sports Med**, v. 44, n. 4, p. 284-288, 2010.

CARDINALE, M.; WAKELING, J.; VIRU, A. Whole body vibration exercise: are vibrations good for you. **Br J Sports Med**, v. 39, n. 9, p. 585-589, 2005.

CARDINALE, M.; LIM, J. Electromyography activity of vastus lateralis muscle during whole body vibrations of different frequencies. **J Strength Cond Res**, v. 17, p. 621-624, 2003.

CARDINALE, M.; BOSCO, C. The use of vibration as an exercise intervention. **Exerc Sport Sci Rev**, v. 31, n. 1, p. 3-7, 2003.

CARVALHO, A. P. V.; SILVA, V.; GRANDE, A. J. Avaliação do risco de viés de ensaios clínicos randomizados pela ferramenta da colaboração Cochrane. **Diagn Tratamento**, v. 18, n. 1, p. 38-44, 2013.

CARVALHO, E. M. S. et al. A postura do idoso e suas implicações clínicas. **Geriatr Gerontol**, v. 5, n. 3, p. 170-174, 2011.

CARVALHO, R. L.; ALMEIDA, G. L. Sensorial and Cognitive. Aspects of Postural Control. **Rev Neurocienc**, 2008.

CEBOLLA, E. C.; RODACKI, A. L.; BENTO, P. C. Balance, gait, functionality and strength: comparison between elderly fallers and non-fallers. **Braz J Phys Ther**, v. 19, n. 2, p. 146-151, 2015.

CEDERHOLM, R. et al. ESPEN guidelines on definitions and terminology of clinical nutrition. **Clin Nutr**, v. 36, p. 49-64, 2017.

CESARI, M. et al. A physical activity intervention to treat the frailty syndrome in older persons: results from the LIFE-P study. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci**, v. 70, n. 2, p. 216-222, 2015.

CESARI, M. et al. Comorbidity and Physical function: results from the Aging and Longevity Study in the Sirente Geographic Area (ilSIRENTE Study). **Gerontol**, v. 52, p. 24-32, 2006.

CHIN, A. et al. The functional effects of physical exercise training in frail older people. **Sports Med**, v. 38, n. 9, p. 781-793, 2008.

CHIYUAN, M. et al. Effect of whole-body vibration on reduction of bone loss and fall prevention in postmenopausal women: a meta-analysis and systematic review. **J Orthop Surg Res**, v. 11, n. 24, 2016.

COCHRANE, D. J. The Potential Neural Mechanisms of Acute Indirect Vibration. **J Sports Sci Med**, v. 10, n. 1, p. 19-30, 2011.

COHEN, J. **Statistical power analysis for the behavioral sciences**. 2. ed. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, 1988.

CORTTELETTI, I. A.; CASARA, M. B.; HERÉDIA, V. B. M. **Idoso asilado: um estudo gerontológico**. 2. ed. Caxias do Sul: Editora da Universidade de Caxias do Sul - EDUCS, 2010.
CRUZ-JENTOFT, A. J. et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. **Age Aging**, v. 39, n. 4, p. 412 – 423, 2010.

CRUZ-JENTOFT, A. J. et al. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. **Age Ageing**, v. 48, n. 1, p. 16-31, 2019.

CUEVAS-TRISAN, R. Balance Problems and Fall Risks in the Elderly. **Phys Med Rehabil Clin N Am**, v. 28, n. 4, p. 727–737, 2017.

CUNHA, A. C. N. P.; CUNHA, N. N. P.; BARBOSA, M. T. Geriatric teaching in Brazilian medical schools in 2013 and considerations regarding adjustment to demographic and epidemiological transition. **Rev Assoc Med Bras.**, v. 2, n. 62, p. 179-183, 2016.

DA SILVEIRA, M. M. et al. Envelhecimento humano e as alterações na postura corporal do idoso. **Rev Bras Ciênc Saúde**, v. 8, n. 26, p. 52-58, 2010.

DE OLIVEIRA, M. R. et al. Effect of different types of exercise on postural balance in elderly women: A randomized controlled trial. **Archiv Gerontol Geriatr**, v. 59, n. 3, p. 506-514, 2014.

DELAFONTAINE, A. et al. Acute Effects of Whole-Body Vibration on the Postural Organization of Gait Initiation in Young Adults and Elderly: A Randomized Sham Intervention Study. **Front Neurol**, v. 10, 2019.

DI GIMINIANI, R. et al. Hormonal and neuromuscular responses to mechanical vibration applied to upper extremity muscles. **PlosOne**, v. 9, n. 11, p. e111521, 2014.

DOLNY, D. G.; REYES, G. F. C. Whole body vibration exercise: training and benefits. **Curr Sports Med Rep**, v. 7, n. 3, p. 152-157, 2008.

DUL, J.; WEERDMEESTER, B. **Ergonomia prática**. São Paulo: Edgard Blücher. 1998.

DUTRA, M. C.; CABRAL, A. L. L.; CARVALHO, G. A. Tradução para o português e validação do teste timed up and go. **Interfaces**, v. 3, n. 9, p. 81-88, 2016.

EIBLING, D. Balance Disorders in Older Adults. **Clin Geriatr Med**, v. 34, n. 2, p.175-181, 2018.

ERSKINE, J. et al. Neuromuscular and hormonal responses to a single session of whole body vibration exercise in healthy young men. **Clin Physiol Funct Imaging**, v. 27, p. 242–248, 2007.

- EVANGELISTA, R. A. C. T. **Relação Da Força Muscular Do Joelho Com o Equilíbrio Postural Semi-Estático e Mobilidade Em Mulheres Idosas**. 2018. 65f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Envelhecimento) - Universidade São Judas Tadeu, São Paulo, 2018.
- FAHLMAN, M. et al. Combination training and resistance training as effective interventions to improve functioning in elders. **J Aging Phys Act**, v. 15, n. 2, p. 195-205, 2007.
- FAUL, F. et al. G*Power 3: a flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. **Behav Res Methods**, v. 39, n. 2, p. 175–91, 2007.
- FERNANDES, A.M.B.L. et al. Efeitos da prática de exercício físico sobre o desempenho da marcha e da mobilidade funcional em idosos. **Fisioter Mov**, v. 25, n. 4, p. 821-830, 2012.
- FIEDLER, M. M.; PERES, K. G. Capacidade funcional e fatores associados em idosos do Sul do Brasil: um estudo de base populacional. Santa Satarina, Brasil. **Cad Saúde Pública**, v. 24, n. 2, p. 409-415. 2008.
- FIELD, A. **Descobrendo a Estatística usando o SPSS**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed. 2009.
- FILIPPIN, L. I. et al. Timed Up and Go test as a sarcopenia screening tool in home-dwelling elderly persons. **Rev Bras Geriatr Gerontol**, v. 20, n.4, p. 561-565, 2017.
- FLECK, S. J.; KRAEMER, W. J. **Fundamentos do treinamento de força muscular**. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 2002.
- FLORES, B. C. et al. Efeitos do treino com plataforma vibratória sobre a força muscular em idosas hígidias. **Rev Hupe**, v. 17, n. 1, p. 17-21, 2018.
- FREITAS JÚNIOR, P.; BARELA, J. A. Alterações no funcionamento do sistema de controle postural de idosos. Uso da informação visual. **Rev Port Ciênc Desp**, v. 6, n. 1, p. 94-105, 2006.
- FRIEDMAN, P. J.; RICHMOND, D. E.; BASKETT, J. J. A prospective trial of serial gait speed as a measure of rehabilitation in the elderly. **Age Ageing**, v. 17, p. 227-235, 1998.
- FRIESENBIHLER, B. et al. Vibration transmission to lower extremity soft tissues during whole-body vibration. **J Biomech**, v. 47, n. 12, p. 2858-2862, 2014.
- FURNESS, T. P. et al. Efficacy of a Whole-Body Vibration Intervention on Functional Performance of Community-Dwelling Older Adults. **J Altern Complement Med**, v. 16, n. 7, p. 795–797, 2010.
- FURNESS, T. P.; MASCHETTE, W. E. Influence of whole body vibration platform frequency on neuromuscular performance of community-dwelling older adults. **J Strength Cond Res**, v. 23, p. 1508–1513, 2009.
- GALLOZA, J.; CASTILLO, B.; MICHEO, W. Benefits of Exercise in the Older Population. **Phys Med Rehabil Clin N Am**, v. 28, p. 659-669, 2017.

GLOECKL, R. et al. Effects of whole body vibration in patients with chronic obstructive pulmonary disease: a randomized controlled trial. **Respir Med**, v. 106, n. 1, p. 75-83, 2012.

GOUDARZIAN, M. et al. Effects of whole body vibration training and mental training on mobility, neuromuscular performance, and muscle strength in older men. **J Exer Rehabil**, v. 13, p. 573-580, 2017.

GRAF, A. et al. The effect of walking speed on lower extremity joint powers among elderly adults who exhibit low physical performance. **Arch Phys Med Rehabil**, v. 86, p. 2177-2183, 2005.

GREENDALE, G. A. et al. Yoga decreases kyphosis in senior women and men with adult-onset hyperkyphosis: results of a randomized controlled trial. **J Am Geriatr Soc**, v. 57, n. 9, p. 1569-1579, 2009.

GREVE, P. et al. Correlações entre mobilidade e independência funcional em idosos institucionalizados e não institucionalizados. **Fisioter Mov**, v. 20, p. 117-124, 2007.

GRIFFIN, M. J. **Handbook of Human Vibration**. Burlington, MA: Academic Press. 1996.

HAMER, M.; OLIVEIRA, C.; DEMAkakOS, P. Non-Exercise Physical Activity and Survival: English Longitudinal Study of Ageing. **Am J Prev Med**, v.47, n. 4, p. 452-460, 2014.

HARAZIN, B.; GRZESIK, J. The transmission of vertical whole-body vibration to the body segments of standing subjects. **J Sound Vib**, v. 215, n. 4, p. 775-787, 1998.

HERRERO, A. J. et al. Effects of whole-body vibration on blood flow and neuromuscular activity in spinal cord injury. **Spinal Cord**, v. 49, n. 4, p. 554-559, 2011.

HIROSE, D. et al. Posture of the trunk in the sagittal plane is associated with gait in community-dwelling elderly population. **Clinic Biomech**, v. 19, n. 1, p. 57-63, 2004.

HORAK, F. B. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? **Age Ageing**, v. 35, n. 2, p. 7-11, 2006.

HORAK, F. B.; SHUPERT, C. L.; MIRKA, A. Components of postural dyscontrol in elderly: A review. **Neurobiol Aging**, v. 10, p. 727-738, 1989.

HOYO, M. et al. Impact of an acute bout of vibration on muscle contractile properties, creatine kinase and lactate dehydrogenase response. **Eur J Sport Sci**, v. 13, n. 6, p. 666-673, 2013.

HURLEY, B.F. et al. Effects of high-intensity strength training on cardiovascular function. **Med Sci Sports Exerc**, v.16, p. 483-488, 1984.

IMAGAMA, S. et al. Influence of spinal sagittal alignment, body balance, muscle strength, and physical ability on falling of middle-aged and elderly males. **Eur Spine J**, v. 22, n. 6, p. 1346-

1353, 2013.

International Standards Organization: Mechanical Vibration and Shock - Evaluation of Human Exposure to Whole Body Vibration. Part 1: General Requirements. International Standard ISO 2631-1. **International Standards Organization**, Geneva, Switzerland, 1997.

ISAACS, B. Clinical and laboratory studies of falls in old people. **Clin Geriatric Med**, v. 1, n. 3, p. 513-524, 1985.

IWAMURA, M.; KANAUCHI, M. A cross-sectional study of the association between dynapenia and higher-level functional capacity in daily living in community dwelling older adults in Japan. **BMC Geriatr**, v. 17, n. 1, 2017.

JEPSEN, D. B. et al. Effect of whole-body vibration exercise in preventing falls and fractures: a systematic review and meta-analysis. **BMJ Open**, v. 7, n. 12, p. e018342, 2017.

JORDAN, M. J.; NORRIS, S. R.; HERZOG, W. Vibration training: an overview of the area, training consequences. **J Strength Cond Res**, v. 19, n. 2, p. 459–466, 2005.

JUDEX, S.; RUBIN, C.T. Is bone formation induced by high-frequency mechanical signals modulated by muscle activity? **J Musculoskelet Neuronal Interact**, v. 10, p. 3-11, 2010.

JYLHÄ, M. et al. Walking difficulty, walking speed, and age as predictors of self-rated health: The Women's Health and Aging Study. **J Gerontol**, v. 56, n. 10, p. 609- 617, 2001.

KAWANABE, K. et al. Effect of whole-body vibration exercise and muscle strengthening, balance, and walking exercises on walking ability in the elderly. **Keio J Med**, v. 56, n. 1, p. 28 – 33, 2007.

KERSCHAN-SCHINDL, K. et al. Whole-body vibration exercise leads to alterations in muscle blood volume. **Clin Physiol**, v. 21, p. 377–382, 2001.

KIISKI, J. et al. Transmission of Vertical Whole Body Vibration to the Human Body. **J Bone Miner Res**, v.23, n.8, 2008.

KIM, J. S. Effects of whole-body vibration exercise on functions required for bowling performance of male bowling player. **J Exerc Rehabil**, v. 15, n. 1, p. 78-87, 2019.

KALLINEN, M.; MARKKU, A. Aging, physical activity and sports injuries. An overview of common sports injuries in the elderly. **Sports Med**, v. 20, n. 1, p. 41-52, 1995.

KRAUSE, A. et al. Whole-body vibration impedes the deterioration of postural control in patients with multiple sclerosis. **Mult Scler Relat Disord**, v. 31, p. 134-140, 2019.

LAFORTUNE, M. A.; LAKE, M. J.; HENNIG, E. M. Differential shock transmission response of the human body to impact severity and lower limb posture. **J Biomech**, v. 29, p. 1531-1537,

1996.

LAM, F. M. H. et al. Transmissibility and waveform purity of whole-body vibrations in older adults. **Clinic Biomech**, v. 51, p. 82–90, 2018.

LEVINGER, I. et al. BDNF, Metabolic risk factors, and resistance training in middle-aged individuals. **Med Sci Sports Exerc**, v. 40, n. 3, p. 535-41, 2008.

LICURCI, M. G. B. et al. Acute effects of whole body vibration on heart rate variability in elderly people. **J Bodyw Mov Ther**, v. 22, n. 3, p. 618-621, 2018.

LOCQUET, C. et al. Association between the decline in muscle health and the decline in bone health in older individuals from the sarcophage cohort. **Calcif Tissue Int.**, v. 104, n. 3, p. 273-284, 2019.

MACHADO, A. et al. Whole-body vibration training increases muscle strength and mass in older women: A randomized-controlled trial. **Scand J Med Sci Sports**, v. 20, n. 2, p. 200-207, 2010.

MACPHERSON, J. M. et al. **Princípios de Neurociências**. 5 ed. New York: Mc Graw Hill Education, 2014.

MADEIRAS, J. G. et al. Atividade física na agilidade de idosos. **Rev Uningá**, v. 44, p.78-82, 2015.

MAGISTRO, D. et al. Effect of ecological walking training in sedentary elderly people: act on aging study. **Gerontol**, v. 54, n. 4, p. 611-623, 2014.

MALMBERG, J. J. et al. Associations of leisure-time physical activity with mobility difficulties among middle-aged and older adults. **J Aging Phys Act**, v. 14, n. 2, p.133-153, 2006.

MANINI, T.M; CLARK, B.C. Dynapenia and aging: an update. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci**, v.67A, n.1, p.28-40, 2012.

MANSFIELD, N. J. Impedance methods (apparent mass, driving point mechanical impedance and absorbed power) for assessment of the biomechanical response of the seated person to whole-body vibration. **Ind Health**, v. 43, p. 378–389, 2005.

MATSUMOTO, H. et al. Sarcopenia is a risk factor for falling in independently living Japanese older adults: a 2-year prospective cohort study of the GAINA study. **Geriatr Gerontol Int**, v. 17, p. 2124–2130, 2017.

MCBRIDE, J. M. et al. Effect of an acute bout of whole body vibration exercise on muscle force output and motor neuron excitability. **J Strength Cond Res**, v. 24, n. 1, p. 184-189, 2010.

MELO, F. A T. et al. Whole-body vibration training protocols in obese individuals: a systematic review. **Rev Bras Med Esporte**, v. 25, n. 6, 2019.

- MELNYK, M. et al. Effect of a Whole-Body Vibration Session on Knee Stability. **Int J Sports Med**, v. 29, n. 10, p. 839–844, 2008.
- MESTER, J.; KLEINÖDER, H.; YUE, Z. Vibration training: benefits and risks. **J Biomech**, v. 39, p. 1056-1065, 2006.
- MILANESE, C. et al. Metabolic effect of bodyweight whole-body vibration in a 20-min exercise session: A crossover study using verified vibration stimulus. **PLoS ONE**, v. 13, n. 1, p. e0192046, 2018.
- MILEVA, K. N. et al. Acute effects of vibration like stimulus during knee extension exercise. **Med Sci Sports Exerc**, v. 38, p. 1317-1328, 2006.
- MILEVA, K. N.; BOWTELL, J. L.; KOSSEV, A. R. Effects of low-frequency whole-body vibration on motor-evoked potentials in healthy men. **Exp Physiol**, v. 94, n. 1, p. 103-116, 2009.
- MOCHIZUKI, L.; AMADIO, A. C. As funções do controle postural durante a postura ereta. **Rev Fisioter Univ**, v. 10, n. 1, p. 7-15, 2003.
- NAVEGA, M. T. et al. Efeitos do método Pilates Solo no equilíbrio e na hipercifose torácica em idosas: ensaio clínico controlado randomizado. **Rev Bras Geriatr Gerontol**, v. 19, n. 3, p. 465-472, 2016.
- NEUMANN, D. A. **Cinesiologia do Aparelho Musculoesquelético: Fundamentos para Reabilitação**. 2. ed. Rio de Janeiro, RJ: 2011.
- NEWMAN, A. B. et al. Strength, but not muscle mass, is associated with mortality in the health, aging and body composition study cohort. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci**, v. 61, n. 1, p. 72-77, 2006.
- NICHOLSON, V. P.; MCKEAN, M. R.; BURKETT, B. J. Twelve weeks of Body Balance (R) training improved balance and functional task performance in middle-aged and older adults. **Clin Interv Aging**, v. 9, p. 1895-904, 2014.
- NG, T. P. et al. Nutritional, physical, cognitive, and combination interventions and frailty reversal among older adults: a randomized controlled trial. **Am J Med**, v. 128, n. 11, p. 1225-1236, 2015.
- MUNERA, M. et al. Transmission of whole body vibration to the lower body in static and dynamic half-squat exercises. **Sports Biomech**, v. 15, n. 4, p. 409–428, 2016.
- OLSSON, I. N.; RUNNAMO, R.; ENGFELDT, P. Medication quality and quality of life in the elderly, a cohort study. **Health Qual Life Out**, v. 9, n. 1, p. 95, 2011.
- PENZER, F.; DUCHATEAU, J.; BAUDRY, S. Effects of short-term training combining strength and balance exercises on maximal strength and upright standing steadiness in elderly adults. **Exp**

Gerontol, v. 61, p. 38-46, 2015.

PERCHTHALER, D. et al. Acute Effects of Whole-Body Vibration on Trunk and Neck Muscle Activity in Consideration of Different Vibration Loads. **J Spor Sci Med**, v. 14, n.1, p. 155–162, 2015.

PETERS, D.M.; FRITZ, S.L.; KROTISH, D.L. Assessing the reliability and validity of a shorter walk test compared with the 10-meter walk test for measurements of gait speed in healthy, older adults. **J Geriatr Phys Ther**, v. 36, n.1, p. 24-30, 2013.

PETRELLA, R.J.; CHUDYK, A. Exercise prescription in the older athlete as it applies to muscle, tendon, and arthroplasty. **Clin J Sport Med**, v. 18, n. 6, p. 522–530. 2008.

PESSOA, M. F. et al. 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**, v. 00, n. 00, p. 1–6, 2016.

PESSOA, M. F. et al. Acute Whole Body Vibration Decreases the Glucose Levels in Elderly Diabetic Women. **Rehabil Res Pract**, v. 2018, p. 1-7, 2018.

PESSOA, M. F. et al. Effects of Whole Body Vibration on Muscle Strength and Quality of Life in Health Elderly: A Meta-Analysis. **Fisioter Mov**, v.30, n. 1, p. 171-182, 2017.

PIROUZI, S. et al. Effectiveness of Treadmill Training on Balance Control in Elderly People: A Randomized Controlled Clinical Trial. **Iran J Med Sci**, v. 39, n. 6, p. 565-570, 2014.

PLUCHINO, A. et al. Pilot Study Comparing Changes in Postural Control After Training Using a Video Game Balance Board Program and 2 Standard Activity-Based Balance Intervention Programs. **Arch Phys Med Rehabil**, v. 93, n.7, p. 1138-1146, 2012.

POCIASK, F. D. et al. Contribution of head position, standing surface, and vision to postural control in community-dwelling older adults. **Am J Occup Ther**, v. 70, n. 1, p. 1-8, 2016.

PODSIADLO, D.; RICHARDSON, S. The timed Up & Go”: a test of basic functional mobility for frail elderly persons. **J Am Geriatr Soc**, v. 39, n. 2, p.142-148, 1991.

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. **Clin Rehabil**, v. 26, p. 915–923, 2012.

RAICHLIN, D. A.; ALEXANDER, G. E. Adaptive Capacity: An Evolutionary Neuroscience Model Linking Exercise, Cognition, and Brain. **Trends Neurosci**, v. 40, p. 408-421, 2017.

RAMOS, L. A. X. et al. A single whole body vibration session influences quadriceps muscle strength, functional mobility and balance of elderly with osteopenia and/or osteoporosis? Pragmatic clinical trial. **J Diabetes Metab Disord**, 2019.

REBELLATO, J. R. et al. Equilíbrio estático e dinâmico em indivíduos senescentes e o índice de massa corporal. **Fisioter Mov**, v. 21, n. 3, p. 69- 75, 2008.

REICHERT, F. F. et al. The role of perceived personal barriers to engagement in leisure-time physical activity. **Am J Public Health**, v. 97, p.515-519, 2007.

RESENDE, F. A. C. et al. The Body Mass Index Applicability in the Body Fat Assessment. **Rev Bras Med Esporte**, v. 16, n. 2, p. 90-94, 2010.

RIKLI, R. E., JONES, C. J. Parâmetros do TAFI. In: Rikli, R. E., Jones, C. J. (Eds). **Teste de aptidão física para idosos**. Barueri: Manole, 2008. cap.2, p.13-27.

RITTWEGER, J. Vibration as an exercise modality: how it may work, and what its potential might be. **Eur J Appl Physiol**, v. 108, n. 5, p. 877–904, 2010.

RITTWEGER, J.; BELLER, G.; FELSENBURG, D. Acute physiological effects of exhaustive whole-body vibration exercise in man. **Clin Physiol**, v. 20, n. 2, p. 134-142, 2000.

RITTWEGER, J.; MUTSCHELKNAUSS, M.; FELSENBURG, D. Acute changes in neuromuscular excitability after exhaustive whole body vibration exercise as compared to exhaustion by squatting exercise. **Clin Physiol Funct Imaging**, v. 23, p. 81-86, 2003.

RITZMANN, R. et al. Acute whole-body vibration increases reciprocal inhibition. **Hum Mov Sci**, v. 60, p. 191-201, 2018.

ROGAN, E.D. 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. **Eur Rev Aging Phys Act**, v. 12, n. 1, p. 12-38, 2015.

ROGAN, S. et al. Effects of whole-body vibration on postural control in elderly: An update of a systematic review and meta-analysis. **Arch Gerontol Geriatr**, v. 73, p. 95-112, 2017.

ROLLAND, Y. et al. Physical performance measures as predictors of mortality in a cohort of community dwelling older French women. **Eur J Epidemiol**, v. 21, p. 113-122, 2006.

RUBIN, C. et al. Transmissibility of 15- hertz to 35-hertz vibrations to the human hip and lumbar spine: determining the physiologic feasibility of delivering low-level anabolic mechanical stimuli to skeletal regions at greatest risk of fracture because of osteoporosis. **Spine**, v.28, p.2621–627, 2003.

RUITER, C. J. et al. The effects of 11 weeks whole body vibration training on jump height, contractile properties and activation of human knee extensors. **Eur J Appl Physiol**, v. 90, p. 595-600, 2003.

SAHA, D.; GARD, S.; FATONE, S. The effect of trunk flexion on able-bodied gait. **Gait Posture**, v. 27, n. 4, p. 653-660, 2008.

SANTIN-MEDEIROS, F. et al. Effect of 8 months of whole-body vibration training on quality of life in elderly women. **Res Sports Med**, v. 25, n. 1, p. 101–107, 2017.

SANTOS-FILHO, S. D. et al. Exercícios de vibração de corpo inteiro em plataformas vibratórias: Interesse Científico. **Rev Saúde**, v. 41, n. 2, p.19-26, 2015.

SAYERS, S.P. et al. Use of self-report to predict ability to walk 400 meters in mobility limited older adults. **J Am Geriatr Soc**, v. 52, p. 2099-2103, 2004.

SECO, J. et al. A long-term physical activity training program increases strength and flexibility, and improves balance in older adults. **Rehabil Nurs**, v. 38, n. 1, p. 37-47, 2013.

SHINOHARA, M. Effects of prolonged vibration on motor unit activity and motor performance. **Med Sci Sports Exerc**, v. 37, p. 2120-2125, 2005.

SHUMWAY-COOK, A.; WOOLLACOTT, M. H. Controle da mobilidade normal. **Controle Motor: Teoria e aplicações práticas**. 2ª ed. Barueri: Manole; 2003. 179-208p.

SILVA, J. C. G.; ABOAGARRE-JUNIOR, A. M. Efeito do hidrotreinamento na força muscular e capacidades funcionais em idosas ativas. **Rev Investig Activ Acu**, v. 3, n. 5, p. 29-32, 2019.

SILVA, T. A. A. et al. Sarcopenia associada ao envelhecimento: aspectos etiológicos e opções terapêuticas. **Rev Bras Reumatol**, v. 46, n.6, p.391-397, 2006.

SILVA, T. O. et al. Avaliação da capacidade física e quedas em idosos ativos e sedentários da comunidade. **Rev Bras Clín Méd**, v. 8, n. 5, p. 392-398, 2010.

SIPILÄ, S. et al. Effects of strength and endurance training on isometric muscle strength and walking speed in elderly women. **Acta Physiol Scand**, v. 156, n. 4, p. 457-464, 1996.

SMITH, D. T. et al. Effects of bio density training and power plate whole-body vibration on strength, balance, and functional independence in older adults. **J Aging Phys Act**, v. 24, n. 1, p. 139–148, 2016.

SOARES, A. V. et al. Relação entre mobilidade funcional e dinapenia em idosos com fragilidade. **Einstein**, v. 15, n. 3, p. 278-282, 2017.

SPIRDUSO, W.W. **Dimensões Físicas do Envelhecimento**. 1ª ed. São Paulo: Manole, 2005.

STRATH, S. J. et al. Guide to the assessment of physical activity. Clinical and research applications: A scientific statement from the American Heart Association. **Circulation**, v. 128, n. 2013, p. 2259-2279, 2013.

SUI, X. et al. Cardiorespiratory fitness and adiposity as mortality predictors in older adults. **JAMA**, v. 298, n. 21, p.2507-2516, 2007.

SUNDQUIST, K. et al. Frequent and occasional physical activity in the elderly: a 12-year follow-up study of mortality. **Am J Prev Med**, v.27, n.1, p. 22-27, 2007.

TÁBUAS, C. S. D. **Análise da Pressão Plantar para fins de diagnóstico**. 2010. 34 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Biomédica) - Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2010.

TAKAHASHI, T. et al. Trunk deformity is associated with a reduction in outdoor activities of daily living and life satisfaction in community-dwelling older people. **Osteoporos Int**, v. 16, n. 3, p. 273-279, 2005.

TEIXEIRA, C. S. et al. Aspectos biomecânicos do caminhar em idosos. In: XVII Jornada Acadêmica Integrada. Anais Acadêmicos da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM): Santa Maria; 2002.

TSUJI, T. et al. Short-term effects of whole-body vibration on functional mobility and flexibility in healthy, older adults: a randomized crossover study. **J Geriatr Phys Ther**, v. 37, n. 2, p. 58-64, 2014.

TYROVOLAS, S. et al. The role of muscle mass and body fat on disability among older adults: a cross-national analysis. **Exp Gerontol**, v. 69, p. 27-35, 2015.

VALDUGA, R. et al. Relação entre o padrão postural e o nível de atividade física em idosos. **Rev Bras Ciênc Mov**, v. 21, n. 3, p. 5-12, 2013.

VANDERVOORT, A. A. Aging of the human neuromuscular system. **Muscle Nerve**, v. 25, n. 1, p. 17-25, 2002.

VANDERVOORT, A. A. **Alterações biológicas e fisiológicas. Fisioterapia na terceira idade**. 2ª ed. São Paulo: Santos Livraria 2000.

VASCONCELLOS, R. P. **Plataforma vibratória: magnitude e transmissibilidade sobre estruturas corporais de adultos em diferentes protocolos**. 2013. Dissertação (Mestrado em Educação Física) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

VASCONCELLOS, R. P. et al. The interference of body position with vibration transmission during training on a vibrating platform. **Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum**, v. 16, n. 6, p. 597-607, 2014.

WAKELING, J. M.; NIGG, B. M. Modification of soft tissue vibrations in the leg by muscular activity. **J Appl Physiol**, v. 90, n. 2, p. 412-420.

WANG, F. C.; DE PASQUA, V.; DELWAIDE, P. J. Age-related changes in fastest and slowest conducting axons of thenar motor units. **Muscle Nerve**, v. 22, n. 8, p. 1022-1029, 1999.

WEI, M. Cardiorespiratory Fitness, Adiposity, and Mortality. **JAMA**, v. 299, n.9, p.101-103.

2008.

WEI, N. et al. Optimal frequency/time combination of whole body vibration training for developing physical performance of people with sarcopenia: a randomized controlled trial. **Clin Rehabil**, v. 31, n. 10, p. 1313-1321, 2017.

YARDLEY, L. et al. Development and initial validation of the Falls Efficacy Scale-International (FES-I). **Age Ageing**, v. 34, n. 6, p. 614-619, 2005.

YIN, H. et al. Whole body vibration therapy: a novel potential treatment for type 2 diabetes mellitus. **Springerplus**, v. 4, 2015.

APÊNDICE A - REVISÃO SISTEMÁTICA

An overview of systematic reviews on the effectiveness of whole-body vibration on muscle strength and risk of falls in older adults

An overview of whole-body vibration in older adults

A. X. P. Araújo¹, M. G. R. Araújo¹, D. N. Paiva², H. K. B. Fuzari³,
W. S. Gomes³, M. Bernardo-Filho⁵, P. E. M. Marinho^{1*}

¹ Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, Brasil.

² Programa de Pós-Graduação em Promoção da Saúde, Universidade de Santa Cruz do Sul, Rio Grande do Sul, RS, Brasil.

³ Programa de Pós-Graduação em Neuropsiquiatria e Ciências do Comportamento, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, Brasil.

⁴ Programa de Pós-Graduação em Educação Física, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, Brasil.

⁵ Laboratório de Vibrações Mecânicas e Práticas Integrativas, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

*Corresponding Author:

Patrícia Érika de Melo Marinho

Departamento de Fisioterapia, Universidade Federal de Pernambuco

Av. Jorn. Aníbal Fernandes, 173, Cidade Universitária, Recife-PE, Brasil, CEP: 50740-560

Telefone: (81) 2126-8491

E-mail: patricia.marinho@ufpe.br

Título em inglês: An overview of systematic reviews on the effectiveness of whole-body vibration on muscle strength and risk of falls in older adults.

Título em português: Uma visão geral das revisões sistemáticas sobre a eficácia da vibração de corpo inteiro na força muscular e risco de quedas em idosos.

Título curto em inglês: An overview of whole-body vibration in older adults.

Título curto em português: Uma visão geral da vibração de corpo inteiro em idosos.

Abstract

Objective: This study aimed to evaluate systematic reviews which studied the efficacy of whole-body vibration (WBV) on muscle strength and risk of falls in older adults and to establish the best protocol for implementing training in this population. *Method:* Systematic reviews of randomized controlled trials were included in this overview, being conducted according to the PRISMA guidelines. To assess methodological quality and risk of bias, the instruments AMSTAR 2 and ROBIS were used, respectively. *Results:* Three systematic reviews were included in the study. The studies were classified as low and critically low methodological quality according to AMSTAR 2 and risk of low and uncertain bias according to ROBIS. *Conclusion:* Evidence of evidence of training with WBV was found on muscle strength and reduced risk of falls in the elderly. Studies with the best methodological quality according to the criteria developed so that the most appropriate WBV protocol is defined than the benefits of promotion in the considered outcomes.

Keywords: Aging. Exercise. Longevity. Physical and functional performance. Quality of life.

Resumo

Objetivo: Este estudo teve como objetivo avaliar revisões sistemáticas que estudaram a eficácia da vibração de corpo inteiro (VCI) na força muscular e no risco de quedas em idosos e estabelecer qual o melhor protocolo para implementação do treinamento nesta população.

Método: Revisões sistemáticas de ensaios clínicos randomizados foram incluídas nesta visão geral, sendo conduzidas de acordo com as diretrizes PRISMA. Para avaliação da qualidade metodológica e risco de viés foram utilizados os instrumentos AMSTAR 2 e o ROBIS, respectivamente.

Resultados: Três revisões sistemáticas foram incluídas no estudo. Os estudos foram classificados como qualidade metodológica baixa e criticamente baixa de acordo com AMSTAR 2 e risco de viés baixo e incerto de acordo com ROBIS.

Conclusão: Foi encontrada fraca evidência de eficácia do treinamento com VCI sobre a força muscular e redução do risco de quedas em idosos. Estudos com melhor qualidade metodológica necessitam ser desenvolvidos para que seja definido o protocolo de VCI mais adequado que promova benefícios nos desfechos considerados.

Palavras-chave: Envelhecimento. Exercício. Longevidade. Desempenho físico-funcional. Qualidade de vida.

INTRODUCTION

Aging is understood as a natural, inevitable and irreversible process of progressive reduction of functional reserve, which causes physical, psychological and social changes in the individual, and should be evaluated from chronological, biological, psychological and social perspectives^{1,2}. Aging causes functional changes in the musculoskeletal system which trigger a reduction in muscle strength and mass, postural instability and a consequent increased risk of falls³⁻⁶.

Although physical exercises, especially resistance exercises, are one of the main factors which can counteract the deleterious effects of aging, positively contributing to the general health of older adults, the older adult population has low adherence to these programs, increasing a sedentary lifestyle and enhancing dependence on activities of daily living^{7,8}.

New exercise modalities have emerged as an alternative to resistance exercises; among them, whole-body vibration (WBV) exercise offers a lower risk of complications, such as joint discomfort, muscle distension and fracture risk^{9,10}. It stands out for being an easy-to-perform method. In addition it does not require great effort or postures which hinder the execution¹¹. WBV exercise promotes improvement in muscular strength, static and dynamic balance, bone morphology, cardiopulmonary performance and functional capacity through fast and oscillatory movements by individuals with limited mobility and functionality, such as older adults^{9,10}.

Systematic reviews on the effects of WBV on muscle strength, postural balance, bone mineral density, fractures, and risk of falls in the older adult population are found in the literature^{12,13}. However, due to the great diversity of protocols used, the studies published so far present different results regarding the effectiveness of WBV training on muscle performance and reducing falls^{12,13}.

Therefore, the objective of this overview was to evaluate the systematic reviews which have analyzed the effectiveness of WBV on muscle strength and risk of falls in older adults and to establish the best protocol for implementing training in this population.

MATERIALS AND METHODS

This review was performed according to a previously registered protocol under number (CRD42020140374) in the International Prospective Register of Systematic Reviews

(PROSPERO) database. Systematic reviews of randomized controlled trials were included to compose this overview. Participants were active or sedentary older adults aged 65 years and older of both genders, undergoing WBV training for a period ≥ 4 weeks, evidencing better responses in muscle strength, postural balance, risk of falls compared to a simulated training (WBV Sham), no intervention, balance exercise, flexibility, strength and muscular endurance. Systematic reviews working with older adults with some neurological, auditory or visual impairment which prevented independent WBV training and acute effect WBV training were excluded.

Two independent reviewers (AXPA and HKBF) used the following databases for data collection: Cochrane Library, PubMed/MEDLINE, LILACS/BIREME, SciELO, CINAHL, Web of Science, Scopus, Physiotherapy Evidence Database (PEDro) and grey literature by means of research of theses and dissertations through the *IBICT (Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia)*. The search strategy consisted of the following descriptors (MeSH and DeCS) and keywords: “whole body vibration” OR “vibration exercise” OR “vibration training” OR “vibration therapy” OR “biomechanical oscillation” AND “clinical trial” OR “controlled clinical trial” OR “randomized controlled” OR “double-blind method” OR “single-blind” AND “systematic review” OR “review”. The search was performed from May 1, 2019 through August 1, 2019 and updated from February 1 through March 1, 2021. Language restrictions or year of publication were not imposed on the search. More detailed information about the protocol, including the full search strategy, is available at:

https://www.crd.york.ac.uk/prospero/display_record.php?RecordID=140374.

Data extraction was performed by two independent reviewers (AXPA and HKBF). Included revisions were read in full text and data were later extracted. The two reviewers performed methodological quality assessment using the Assessing the Methodological Quality of Systematic Reviews (AMSTAR 2) tool. *AMSTAR 2* performs a detailed review of the revisions and detects possible misconduct errors¹⁴. The instrument consists of 16 items, 7 items considered critical (Items 2, 4, 7, 9, 11, 13, 15)¹⁴. The risk of bias was assessed by the Risk of Bias in Systematic Reviews (ROBIS) tool consisting of three phases¹⁵ (Figure 2). Any disagreement in conducting the evaluations was resolved through a meeting between the two reviewers. If there was no consensus, a third reviewer would be contacted.

RESULTS

The search in the databases resulted in 5 746 252 articles. After identifying and deleting duplicate articles and selected articles for reading titles and abstracts, 12 articles were selected for full-text reading, 9 of which were excluded for not meeting the eligibility criteria. Finally, three systematic reviews were included in this overview¹⁶⁻¹⁸. These data are presented in more detail in Figure 1. The characteristics of the included reviews are presented in Table 1 and Table 2, with the data for the articles included in the systematic reviews.

Of the three systematic reviews included, two obtained poor methodological quality from the AMSTAR 2 assessment because they had a critical failure (Item 7)^{17,18} and one obtained critically poor methodological quality because of more than one critical failure (Items 2, 7, and 15)¹⁶ (Table 3). The two reviews that obtained low methodological quality were classified as low risk of bias by the ROBIS tool, presenting good study conduction, contrasting the result found in the methodological quality assessment by the AMSTAR 2^{17,18} instrument, while the one which obtained a critically low methodological quality was classified as presenting risk of uncertain bias; among the identified biases there was an absence of a previous protocol, confirming the findings of the evaluation by AMSTAR 2¹⁶ (Figure 2).

Data collection and extraction of all included reviews were performed in duplicate by consensus, with two reviews being performed by two independent reviewers^{16,18} and one by five reviewers¹⁷. Tables with characteristics of the included studies such as intervention, population, duration of training and main findings were presented in all included reviews, but the authors did not provide reasons for excluding the other articles¹⁶⁻¹⁸. Only one review did not define language limitation¹⁸, while the other reviews restricted the language in the studies into English and German¹⁷, and English, French and Spanish¹⁶. Restrictions were not justified in any of the revisions. Two reviews assessed the risk of publication bias by presenting a funnel plot^{17,18}.

The systematic reviews¹⁶⁻¹⁸ included in this study yielded a total of 86 articles. Among these studies, 29 met the eligibility criteria of more than one included systematic review, of which three¹⁹⁻²¹ were selected by all authors. WBV training was performed using three device categories: sinusoidal vertical, lateral alternating sinusoidal and stochastic resonance¹⁶⁻¹⁸.

Training using WBV with sinusoidal vertical stimulation¹⁶⁻¹⁸ used parameters with amplitude ranging from < 0.1 mm-5 mm with frequency between 12 Hz-40 Hz for 4 to 77 weeks, with

training ranging from 2 to 5 times per week; among these studies, one reported immediate effect without specifying the range used and one performed 2 sessions daily for 4 weeks (Table 2). For WBV training with lateral alternating sinus stimulus¹⁶⁻¹⁸, the amplitude varied between 0.05 mm-8 mm, frequency between 2.5 Hz and 35 Hz, lasting 5 to 48 weeks, with a total of 1 to 5 sessions per week (Table 2). Lastly, the training using stochastic resonance vibration^{17,18} used a frequency ranging from 3Hz to 6Hz for 4 weeks with 3 weekly sessions, with two of the studies being an immediate effect without specifying the amplitude used (Table 2).

DISCUSSION

Our overview found that evidence on the effectiveness of WBV training on muscle strength and risk of falls in the older adult population and the choice of the most appropriate protocol remain inconclusive due to the low methodological quality of the included systematic reviews.

The studies selected in this overview showed that WBC training can improve muscle strength and power when compared to a control group without intervention, as well as providing potential for postural balance gains, thereby reducing the risk of falls in older adults¹⁶⁻¹⁸. However, when compared to an exercise group, WBV training did not provide superior effects, leaving a gap in the true effectiveness of WBV training for this population¹⁶⁻¹⁸.

Despite little evidence, studies have shown that WBV training is considered an easy-to-perform and high-adherence method for functionality-impaired individuals, such as older adults, and is estimated to be preparatory training to engage these individuals in conventional exercise programs¹⁶⁻¹⁸.

Muscle strength

Studies have shown that WBV training for at least 8 weeks is effective in gaining muscle strength, mass and power, as well as reducing the risk of falls and improving mobility, positively contributing to quality of life and general health in older adults^{22,23}. Confirming these findings, Tseng and colleagues²⁴ found that WBV training promoted increased muscle strength and balance performance. In contrast, Bautmans and colleagues¹⁹ found no positive effects on muscle strength and power in an older adult population after training. Studies show that changes in muscle strength, mass, and power are directly related to functional disability, mobility deficit, and increased risk of falls in older adults^{25,26}.

Risk of falls

Regarding the risk of falls, Leung and colleagues demonstrated that WBV training reduced the incidence of falls, contributing to a decrease in the fracture rate in older adults²⁷. Similar results were observed in the study by Pollock, Martin and Newham²⁸, who observed that WBV training reduced the number of falls, improved postural balance and gait, providing functional independence in these individuals. The study by Buckinx et al.²⁹ found no reduction in falls after WBV training in older adults, however they reported improvement in motor performance.

The incidence of falls is one of the main consequences of inefficiency of the muscular system, leading to increased morbidity and mortality, increased hospitalization rates and restricting the lives of older adults^{6,30}. Studies indicate that balance deficit, reduced muscle strength, and postural changes increase the risk of falls in older adults, resulting in inability to perform daily living activities, higher incidence of fractures and impaired functional independence of these individuals^{29,30}.

WBV protocols

Regarding the protocol, studies indicate that WBV training is performed with amplitudes ranging from 0 mm to 12 mm, frequency between 1 Hz and 60 Hz, in addition to variable training duration, type of device and adopted posture^{31,32}.

Training using a device which provides a lateral alternating sinusoidal and sinus vertical vibratory stimulus is able to promote increased activity of the extensor and flexor muscles which stabilize the joints around the transverse and sagittal axis through a frequency range between 12 and 60 Hz and amplitude between 0 mm and 12 mm^{31,32}. Studies that performed training with these types of devices showed positive effects in strength gain and muscle power reducing the risk of falls in older adults^{23,33}. On the other hand, Raimundo et al.³⁴ performed WBV training on a platform with lateral alternating sinusoidal vibration stimulus and found no effects on muscle strength when compared to walking exercise in an older adult population.

The study developed with stochastic resonance vibration, which promoted a three-dimensional vibratory stimulus, found increased muscle activity around the joints when a frequency variation between 1 Hz and 12 Hz and amplitude between 0 mm and 12 mm was used³². Studies which used this type of vibration found positive results regarding improved functional performance, dynamic balance and strength development in older adults^{13,35,36}.

Some authors suggest that the response of WBV training in older adults depends on the level

of physical activity of these individuals, with better observed response to WBV training when they present lower physical performance level³⁷. Thus, the exercise prescription for this population should take into consideration the level of physical activity of older adult to obtain an improvement in functional performance³⁸.

Despite the diversity of parameters used by the studies, devices which promote sinusoidal, lateral alternating sinusoidal vertical vibration and stochastic resonance stimuli were able to promote benefits in muscle strength, gait and postural balance, reducing the risk of long-term falls in older adults¹⁶⁻¹⁸. Despite the variety of WBV protocols and devices used between studies, the authors suggest further studies to establish a more effective training protocol for the outcomes evaluated for this population¹⁶⁻¹⁸.

Adverse effects

Adverse events after WBV training are poorly reported and considered transient and mild³⁹. Studies have found erythema, edema, pruritus, pain located on the knees, lower back, quadriceps and gastrocnemius muscles after training, but none of these symptoms developed severely^{39,40}. According to Abercromby et al.⁴¹ these symptoms can be prevented with slight knee flexion during training enabling better responses using WBV.

Limitations

Limitations were found to achieve this overview. First, the age group of the population was considered high, excluding systematic reviews that included individuals under the age of 65 years. Intervention time was considered as another limitation. Some studies have considered WBV's acute intervention. Thus, we can say that the eligibility criteria of this overview may have minimized the real effect of WBV training in the elderly on the studied outcomes.

Strengths, innovation, application and perspectives

The strength of current overview is to related to present findings involving innovations and applications of the WBV in older population and due to the characteristics of the intervention there are important perspectives when well established protocols were defined.

CONCLUSION

This overview finds weak evidence of effectiveness on muscle strength and reduced risk of

falls in older adults through WBV training. Studies with better methodological quality need to be developed in order to define WBV protocols which promote benefits on the considered outcomes, as well as those which can report any possible adverse events of this training for this population.

REFERENCES

1. Terada M, Kosik K, Johnson N, Gribble P. Altered postural control variability in older-aged individuals with a history of lateral ankle sprain. *Gait Posture*. 2018; 60:88–92. Available in: <http://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2017.11.009>.
2. Bettio LEB, Rajendran L, Gil-Mohapel J. The effects of aging in the hippocampus and cognitive decline. *Neurosci Biobehav Rev*. 2017; 79:66–86. Available in: <http://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2017.04.030>.
3. Magnani PE, Porto JM, Genovez MB, Zanellato NFG, Alvarenga IC, Santos PF, et al. What is the best clinical assessment tool for identification of adults aged ≥ 80 years at high risk of falls?. *Physiotherapy*. 2020. Available in: <http://doi.org/10.1016/j.physio.2020.03.002>.
4. Matsumoto H, Tanimura C, Tanishima S, Osaki M, Noma H, Hagino H. Sarcopenia is a risk factor for falling in independently living Japanese older adults: a 2-year prospective cohort study of the GAINA study. *Geriatr Gerontol Int*. 2017; 17(11): 2124–2130. Available in: <http://doi.org/10.1111/ggi.13172>.
5. Locquet M, Beaudart C, Reginster JY, Bruyère O. Association between the decline in muscle health and the decline in bone health in older individuals from the sarcophage cohort. *Calcif Tissue Int*. 2019; 104(3): 273–284. Available in: <http://doi.org/10.1007/s00223-018-0503-4>.
6. Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, Bauer J, Boirie Y, Bruyère O, Cederholm T, et al. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing*. 2019;

- 48(1): 16-31. Available in: <http://doi.org/10.93 /ageing/ afy169>.
7. Raichlen DA, Alexander GE. Adaptive Capacity: An Evolutionary Neuroscience Model Linking Exercise, Cognition, and Brain. *Health Trends Neurosci.* 2017; 40: 408-421. <http://doi.org/10.1016 / j.tins.2017.05.001>.
 8. Flores BC, Machado GR, Pinto KP, Fischer NC, Waechter CF, Cardoso DM, et al. Efeitos do treino com plataforma vibratória sobre a força muscular em idosas híginas. *Rev Hupe.* 2018; 17(1): 17-21. Available in: <http://doi.org/10.12957/rhupe.2018.39271>.
 9. Licurci MDGB, Almeida AF, Arisawa EALS. Acute effects of whole body vibration on heart rate variability in elderly people. *J Bodyw Mov Ther.* 2018; 22(3): 618-621. Available in: <http://doi.org/10.1016 / j.jbmt.2017.10.004>.
 10. Pessoa MF, Brandão DC, Sá RB, Aguiar MI, Souza HCM, Barcelar JM, et al. Whole-Body Vibration Increases Cardiopulmonary Performance in the Elderly. *Top Geriatr Rehabil.* 2018; 34(4): 245-250. Available in: <http://doi.org/10.1016 / j.jbmt.2017.10.004>.
 11. Wuestefeld A, Fuermaier ABM, Bernardo-Filho M, Sá-Caputo DC, Rittweger J, Schoenau E, et al. Towards reporting guidelines of research using whole-body vibration as training or treatment regimen in human subjects-A Delphi consensus study. *PLoS One.* 2020; 15: e0235905. Available in: <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0235905>.
 12. Pessoa MF, Brandão DC, Sá RB, Souza HCM, Furazi HKB, Andrade AD. Effects of Whole Body Vibration on Muscle Strength and Quality of Life in Health Elderly: A Meta-Analysis. *Fisioter Mov.* 2017; 30(1): 171-182. Available in: <http://doi.org/10.1590/1980-5918.030.S01.AO17>.
 13. Jepsen DB, Thomsen K, Hansen S, Jørgensen NR, Masud T, Ryg J. Effect of whole-body vibration exercise in preventing falls and fractures: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open.* 2017; 7(12): e018342. Available in: <http://doi.org/10.1136 />

- bmjopen-2017-018342.
14. Shea BJ, Reeves BC, Wells G, Thuku M, Hamel C, Moran J, et al. AMSTAR 2: a critical appraisal tool for systematic reviews that include randomised or non-randomised studies of healthcare interventions, or both. *BMJ*. 2017; 358: j4008. Available in: <http://doi.org/10.1136/bmj.j4008>.
 15. Whiting P, Savovi J, Higgins PT, Caldwell DM, Reeves BC, Shea B, et al. ROBIS: A new tool to assess risk of bias in systematic reviews was developed. *J Clin Epidemiol*. 2016; 69: 225–234. Available in: <http://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2015.06.005>.
 16. Sitjà-Rabert M, David R, Azahara-Fort V, Romero-Rodríguez D, Subirana MB, Xavier B. Efficacy of whole body vibration exercise in older people: a systematic review. *Disabil Rehabil*. 2012; 34(11): 883–893. Available in: <http://doi.org/10.3109/09638288.2011.626486>.
 17. Rogan ED, Eling DB, Radlinger L, Joehr C, Wyss C, Neil-Jerome 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. *Eur Rev Aging Phys Act*. 2015; 12(1):12-38. Available in: <http://doi.org/10.1186 / s11556-015-0158-3>.
 18. Rogan S, Taeymans J, Radlinger L, Naepflin S, Ruppen S, Bruelhart Y, et al. Effects of whole-body vibration on postural control in elderly: An update of a systematic review and meta-analysis. *Arch Gerontol Geriatr*. 2017; 73: 95-112. Available in: <http://doi.org/10.1016/j.archger.2017.07.022>.
 19. Bautmans I, Van Hees E, Lemper JC, Mets T. The feasibility of Whole Body Vibration in institutionalised elderly persons and its influence on muscle performance, balance and mobility: a randomised controlled trial. *BMC Geriatr*. 2005; 5: 17. Available in: <http://doi.org/10.1186 / 1471-2318-5-17>.
 20. Bogaerts A, Verschueren S, Delecluse C, Claessens AL, Boonen S. Effects of whole body

- vibration training on postural control in older individuals: a 1 year randomized controlled trial. *Gait Posture*. 2007; 26(2): 309–316. Available in: <http://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2006.09.078>.
21. Rees SS, Murphy AJ, Watsford ML. Effects of vibration exercise on muscle performance and mobility in an older population. *J Aging Phys Act*. 2007; 15(4): 367–381. Available in: <http://doi.org/10.1123/japa.15.4.367>.
 22. Bembem 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. 2018; 16(4). Available in: <http://doi.org/10.1177/1559325818813066>.
 23. Smith DT, Judge S, Malone A, Moynes RC, Moynes RC, Conviser J, et al. Effects of bio density training and power plate whole-body vibration on strength, balance, and functional independence in older adults. *J Aging Phys Act*. 2016; 24(1): 139–148. Available in: <http://doi.org/10.1123/japa.2015-0057>.
 24. Tseng SY, Lai CL , Chang KL , Hsu PS , Lee MC , Wang CH . et al. Influence of whole-body vibration training without visual feedback on balance and lower-extremity muscle strength of the elderly: a randomized controlled trial. *Am J Med*. 2016; 95(5): 1-6. Available in: <http://doi.org/10.1097/MD.0000000000002709>.
 25. Iwamura M, Kanauchi M. A cross-sectional study of the association between dynapenia and higher-level functional capacity in daily living in community dwelling older adults in Japan. *BMC Geriatr*. 2017; 17(1). Available in: <http://doi.org/10.1186 / s12877-016-0400-5>.
 26. Soares AV, Marcelino E, Maia KC, Borges-Júnior NG. Relação entre mobilidade funcional e dinapenia em idosos com fragilidade. *Einstein*. 2017; 15(3): 278-282. Available in: <http://doi.org/10.1590 / S1679-45082017AO3932>.

27. Leung KS, Li CY, Tse YK, Choy TK, Leung PC, Hung VW, et al. Effects of 18-month lowmagnitude high-frequency vibration on fall rate and fracture risks in 710 community elderly—a clusterrandomized controlled trial. *Osteoporos Int.* 2014; 25(6): 1785–1795. Available in: <http://doi.org/10.1007/s00198-014-2693-6>.

28. 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. *Clin Rehabil.* 2012; 26: 915–923. Available in: <http://doi.org/10.1177/0269215511435688>.

29. Buckinx F, Beaudart C , Maquet D , Demonceau H , Crielaard JM , Reginster JY , et al. Evaluation of the impact of 6-month training by whole body vibration on the risk of falls among nursing home residents, observed over a 12-month period: a single blind, randomized controlled trial. *Aging Clin Exp Res.* 2014; 26(4): 369-376. Available in: <http://doi.org/10.1007/s40520-014-0197-z>.

30. Galloza J, Castillo B, Micheo W. Benefits of Exercise in the Older Population. *Phys Med Rehabil Clin N Am.* 2017; 28(4): 659-669. Available in: <http://doi.org/10.1016/j.pmr.2017.06.001>.

31. Rogan S, Radlinger L. Sturzprävention: mehr Sicherheit. *Med Move.* 2015: 32–34.

32. Rogan S, Hilfiker R. Training methods – increase muscle strength due to whole-body vibration – force with Hz. *Sportverletz Sportschaden.* 2012; 26(4): 185–187. Available in: <http://doi.org/10.1055/s-0032-1333364>.

33. Santin-Medeiros F, Santos-Lozano A, Cristi-Montero C, Garatachea Vallejo N. Effect of 8 months of whole-body vibration training on quality of life in elderly women. *Res Sports Med.* 2017; 25(1): 101–107. Available in: <http://doi.org/10.1080/15438627.2016.1258638>.

34. Raimundo AM, Gusi N, Tomas-Carus P. Fitness efficacy of vibratory exercise compared to walking in postmenopausal women. *Eur J Appl Physiol*. 2009; 106(5): 741–748. Available in: <http://doi.org/10.1007/s00421-009-1067-9>.
35. Rogan S, Kessler J, Baur H, Radlinger L. Feasibility study evaluating the effects of a four weeks stochastic resonance whole-body vibration intervention on functional performance in frail elderly. *Physiotherapy*. 2015; 101(1): e1250. Available in: <http://doi.org/10.1016/j.physio.2015.03.1153>.
36. Rogan S, Radlinger L, Baur H, Schmidtbleicher D, Bie RA, Bruin ED. Sensory-motor training targeting motor dysfunction and muscle weakness in long-term care elderly combined with motivational strategies: a single blind randomized controlled study. *Eur Rev Aging Phys Act*. 2016; 13(4). Available in: <http://doi.org/10.1186/s11556-016-0164-0>.
37. Rogan S, Radlinger L. From No-Go to Go—Go future training procedures for elderly. *J Gerontol Geriatric*. 2016; 5(1): 1000278. Available in: <http://doi.org/10.4172/2167-7182.1000278>.
38. Moura TG, Nagata CA, Garcia PA. The influence of isokinetic peak torque and muscular power on the functional performance of active and inactive community-dwelling elderly: a cross-sectional study. *Braz J Phys Ther*. 2020; 24(3): 256-263. Available in: <http://doi.org/10.1016/j.bjpt.2019.03.003>.
39. Sitjà-Rabert M, Martínez-Zapata MJ, Fort Vanmeerhaeghe A, Rey Abella F, Romero-Rodríguez D, Bonfill X. Effects of a whole body vibration (WBV) exercise intervention for institutionalized older people: a randomized, multicentre, parallel, clinical trial. *J Am Med Dir Assoc*. 2015; 16: 125–131. 14 / 5000. Available in: <http://doi.org/10.1016/j.jamda.2014.07.018>.
40. Lam FMH, Liao LR, Kwok TCYW, Pang MYC. Effects of Adding Whole-Body

Vibration to Routine Day Activity Program on Physical Functioning in Elderly With Mild or Moderate Dementia: A Randomized Controlled Trial. *Int J Geriatr Psychiatry*. 2018; 33(1): 21-30. Available in: <http://doi.org/10.1002/gps.4662>.

41. Abercromby AF, Amonette WE, Layne CS, McFarlin BK, Hinman MR, Paloski WH. Vibration exposure and biodynamic responses during whole-body vibration training. *Med Sci Sports Exerc*. 2007; 39: 1794–1800. Available in: <http://doi.org/10.1249/mss.0b013e3181238a>.

Table 1. Characteristics of the included systematic reviews. Recife - PE, Brasil, 2021.

Author Year Country	Type of study included	Total included studies	Primary outcome	Secondary outcome	Metanalysis conducted	Bias Risk Assessment / Methodological Quality
SITJÀ- RABERT <i>et al.</i> ,2012 Spain	Randomized Controlled Clinical Trial	16	Muscle strength and postural balance	Risk of falls, fractures, bone mineral density and adverse events	Yes	Cochrane Collaboration's Risk of Bias (RoB)
ROGAN <i>et al.</i> , 2015 Switzerland	Randomized Clinical Trial	37	Maximum voluntary contraction, strength development rate, power, functional strength	None	Yes	Cochrane Collaboration's Risk of Bias (RoB)
ROGAN <i>et al.</i> , 2017 Switzerland	Randomized Controlled Clinical Trial	33	Dynamic balance	Static and functional balance	Yes	Cochrane Collaboration's Risk of Bias (RoB)

Table 2. Characteristics of studies included in systematic reviews. Recife - PE, Brasil, 2021.

Systematic review	Included studies	Device Category	Intervention group	Control group	Frequency/Amplitude	Intervention duration	Number of Participants
SITJÀ-RABERT <i>et al.</i> , 2012.	1. BAUM, VOTTELER, SCHIAB, 2007.	SV	WBV + RE	Flexibility	30-35Hz/2mm	12w/(3/w)	40 (16W/24M)
	2. BAUTMANS <i>et al.</i> , 2005.	SV	WBV + SE	SE	30-40Hz/2-5mm	6w/(3/w)	24 (15W/9M)
	3. BOGAERTS <i>et al.</i> , 2007.	SV	1. WBV + SE and DE 2. ME ^c	No intervention ^b	30-40Hz/2.5-5mm	48w/(3/w)	220 (106W/114M)
	3. BOGAERTS <i>et al.</i> , 2009.	SV	1. WBV + SE +DE 2. FITNESS ^c	No intervention ^b	30-40Hz/2.5-5mm	48w/(3/w)	220 (106W/114M)
	4. BRUYÈRE <i>et al.</i> , 2005.	LS	WBV + Physiotherapy ^d	Physiotherapy ^d	10-26Hz/3-7mm	6w/(3/w)	42 (30W/12M)
	5. CORRIE <i>et al.</i> , 2007.	SV	WBV	No intervention ^b	?	48w/(3/w)	49
	6. CHEUNG <i>et al.</i> , 2007.	LS	WBV	No intervention ^b	20Hz/0.5- 3mm	12w/(3/w)	69W
	7. RAIMUNDO <i>et al.</i> , 2009.	LS	WBV + SE	Walking	12.6Hz/3mm	8w/(3/w)	37W
	7. GUSI <i>et al.</i> , 2006.	LS	WBV + SE	Walking, strengthening	12.6Hz/3mm	32w/(3/w)	28W
	8. IWAMOTO <i>et al.</i> , 2005.	LS	WBV + Alendronate	Alendronate	20Hz/4.2mm	48w/(1/w)	50W
	9. JOHNSON, 2007	SV	WBV + physiotherapy ^d	Physiotherapy ^d	35Hz/2-5mm	4w/(3/w)	16 (6W/10M)

			(35Hz 2–5mm)				
10. MACHADO <i>et al.</i> , 2010.	SV	WBV + SE + DE	No intervention ^b	20-40Hz/2-4mm	10w/(3-5/w)	26W	
11. REES <i>et al.</i> , 2008.	LS	WBV + SE +DE	SE + DE	26Hz/5-8mm	8w/(3/w)	30 (14W/16M)	
11. REES <i>et al.</i> , 2009.	LS	1. WBV + SE + DE 2. SE + DE	No intervention ^b	26Hz/5-8mm	8w/(3/w)	43 (20W/23M)	
11. REES <i>et al.</i> , 2007.	LS	1. WBV + SE + DE + Walking 2. SE + DE + Walking	Walking	26Hz/5-8mm	8w/(3/w)	43 (20W/23M)	
12. ROELANTS <i>et al.</i> , 2004.	SV	1. WBV + SE + DE 2. RE	No intervention ^b	35-40Hz/2.5-5mm	24w/(3/w)	89W	
13. RUBIN <i>et al.</i> , 2004.	SV	WBV	Placebo	30Hz	48w	70W	
14. RUSSO <i>et al.</i> , 2003.	LS	WBV	No intervention ^b	12-28Hz	24w/(2/w)	29W	
15. TRANS <i>et al.</i> , 2009.	SV	1. WBV + SE +DE 2. WBV + BE	No intervention ^b	25-35Hz	8w	52	
16. VERSHUEREN <i>et al.</i> , 2004.	SV	1. WBV +SE + DE 2. RE	No intervention ^b	35-40Hz/1.7-2.5mm	24w/(3/w)	70W	
ROGAN <i>et al.</i> , 2015							
1. AMARAL <i>et al.</i> ,	SV	WBV + SE	No	30-40Hz/2-4mm	12w/(3/	18W	

2014.			intervention ^b		w)	
2. ÁLVAREZBARBOSA <i>et al.</i> , 2014.	SV	WBV + DE + NC ^a	NC ^a No intervention ^b	30-35Hz/4mm	8w/(3/w)	29 (23W/6M)
3. BAUTMANS <i>et al.</i> , 2005.	SV	WBV + SE	SE	30-40Hz/2-5mm	6w/(3/w)	24 (15W/9M)
4. BECK <i>et al.</i> , 2010.	SV	1. WBV (high) 2. WBV (low)	No intervention ^b	1. 12.5Hz 2. 30Hz	24w	47W
5. BOGAERTS <i>et al.</i> , 2011.	SV	1. WBV + SE and DE 2. EM ^c	No intervention ^b	30-40Hz/2.5-5mm	48w/(3/w)	220 (106W/114M)
6. BOGAERTS <i>et al.</i> , 2007.	SV	1. WBV + SE and DE 2. ME ^c	No intervention ^b	30-40Hz/2.5-5mm	48w/(3/w)	220 (106W/114M)
7. BOGAERTS <i>et al.</i> , 2009.	SV	1. WBV + SE + DE 2. FITNESS ^e	No intervention ^b	30-40Hz/2.5-5mm	48w/(3/w)	220 (106W/114M)
8. CORRIE <i>et al.</i> , 2015.	SV	1. WBVL + BE 2. WBVV + BE	WBV Sham	1. 30Hz/1.3mm 2. 30Hz/2.9mm	12w/(3/w)	49 (37W/12M)
9. GOMEZ-CABELLO <i>et al.</i> , 2013.	SV	WBV + SE	No intervention ^b	40Hz/2mm	11w/(3/w)	49 (29W/20M)
10. KEMMLER <i>et al.</i> , 2010.	SV	1. SE + DE 2. WBV + SE + DE	FITNESS ^e	25-35Hz	48w/(2/w)	151W
11. KENNIS <i>et al.</i> , 2013.	SV	1. RE + EA 2. WBV + SE + DE	No intervention ^b	30-40Hz/2.5-5mm	48w/(3/w)	72M
12. KLARNER <i>et al.</i> ,	SV	1. WBV	Relaxing	1. 35Hz/1.7mm	48w/(3/w)	108W

2011.						
13. LACHANCE, 2012.	SV	2. WBV WBV + RE	RE	2. 12.5Hz/12mm 35Hz/2mm	w) 8w/(2/w)	55
14. LEUNG <i>et al.</i> , 2014.	SV	WBV	No intervention ^b	35Hz/0.1mm	77w/(5/ w)	710W
15. MACHADO <i>et al.</i> , 2010.	SV	WBV + SE + DE	No intervention ^b	20-40Hz/2-4mm	10w/(3-5/ w)	26W
16. MIKHAEL <i>et al.</i> , 2010.	SV	1. WBV (BK) 2. WBV (EK)	WBV <i>sham</i>	12Hz/0.3mm	13w/(3/ w)	19 (8W/ 11M)
17. ROELANTS <i>et al.</i> , 2004.	SV	1. WBV + SE + DE 2. RE	No intervention ^b	35-40Hz/2.5-5mm	24w/(3/ w)	89W
18. SITJÀ-RABERT <i>et al.</i> , 2015.	SV	WBV + SE +DE	SE + DE	30-35Hz/2-4mm	6w/(3/w)	159 (107W/ /52M)
19. VERSCHUEREN <i>et al.</i> 2011.	SV	WBV + SE + DE + Vit D	Vit D	30-40Hz	24w/(3/ w)	113W
20. VERSCHUEREN <i>et al.</i> 2004.	SV	1. WBV +SE + DE 2. RE	No intervention ^b	35-40Hz/1.7-2.5mm	24w/(3/ w)	70W
21. CALDER <i>et al.</i> , 2013.	LS	WBV + Physiotherapy ^d	Physiotherapy ^d	20Hz/2mm	6w/(3/w)	41 (30W/ 11M)
22. FURNESS; MASCHETTE, 2009	LS	WBV +SE (4groups)	-----	15-25Hz/0.5mm	6w/(0/1/ 2/3/w)	73 (38W/ 35M)
23. FURNESS <i>et al.</i> , 2010.	LS	WBV + SE	No intervention ^b	15-25Hz/1mm	6w/(3/w)	37 (21W/ 16M)
24. IWAMOTO <i>et al.</i> , 2012.	LS	WBV + SE	No intervention ^b	20Hz	36w/(2/ w)	52W
25. KLARNER <i>et al.</i> ,	LS	1. WBV	Relaxing	1. 35Hz/1.7mm	48w/(3/ w)	108W

2011.		2. WBV		2. 12.5Hz/12mm	w)	
26. OCHI <i>et al.</i> , 2015.	LS	WBV + SE + DE + BE	SE + DE + BE	10-21Hz/3-7mm	12w/(3/ w)	20W
27. RAIMUNDO <i>et al.</i> , 2009.	LS	WBV + SE	Walking	12.6Hz/3mm	8w/(3/w)	37W
28. REES <i>et al.</i> , 2007.	LS	1. WBV + SE + DE + Walking 2. SE + DE + Walking	Walking	26Hz/5-8mm	8w/(3/w)	43 (20W/ 23M)
29. REES <i>et al.</i> , 2008.	LS	WBV + SE +DE	SE + DE	26Hz/5-8mm	8w/(3/w)	30 (14W/ 16M)
30. RUSSO <i>et al.</i> , 2003.	LS	WBV	No intervention ^b	12-28Hz	24w/(2/ w)	29W
31. SIEVÄNEN <i>et al.</i> , 2014.	LS	WBV + SE + DE	WBV <i>sham</i>	12-18/26Hz/2-8mm	10w/(2/ w)	15 (12W/ 3M)
32. STOLZENBERG <i>et al.</i> , 2013.	LS	WBV + SE + DE	BE + PE	22-24Hz/2-4mm	36w/(2/ w)	68W
33. VON STENGEL <i>et al.</i> , 2012.	LS	1. WBV + ME ^c 2. ME ^c	Relaxing	25-35Hz/1.7-2mm	74w/(2/ w)	151W
34. ZHANG <i>et al.</i> , 2014.	LS	WBV	NC ^a + pedaling	6-26Hz/1-3mm	24w/(3-5/ w)	37 (5W /32M)
35. KESSLER <i>et al.</i> , 2014.	SR	WBV	WBV <i>Sham</i>	1-12Hz/3mm	4w/(3/w)	24 (16W /8M)
36. ROGAN <i>et al.</i> , 2012.	SR	WBV	?	52Hz	4w/(3/w)	?
37. ROGAN <i>et al.</i> , 2014.	SR	1. WBV + WBV <i>sham</i> 2. WBV <i>sham</i> + WBV	Crossover	1-6Hz	Acute	12 (8W /4M)

et al.,
2017

1. ALVAREZ- BARBOSA <i>et al.</i> , 2014.	SV	WBV + DE + NC ^a	NC ^a	30-35Hz/4mm	8w/(3/w)	29 (23W/ 6M)
2. BAUTMANS <i>et al.</i> , 2005.	SV	WBV + SE	SE	30-40Hz/ 2-5 mm	6w/(3/w)	24 (15W/ 9M)
3. BEAUDART <i>et al.</i> , 2013.	SV	WBV	No intervention ^b	30Hz/2mm	13w/(3/ w)	62 (47W/ 15M)
4. BECK; NORLING, 2011.	SV and LS	1. LOW WBV 2. HIGH WBV	No intervention ^b	1. 30Hz/2mm 2. 12.5Hz/2mm	32w/(2/ w)	47W
5. BOGAERTS <i>et al.</i> , 2007.	SV	1. WBV + SE and DE 2. ME ^c	No intervention ^b	30-40Hz/2.5-5mm	48w/(3/ w)	220 (106W /114M)
6. BOGAERTS <i>et al.</i> , 2011.	SV	WBV + SE and DE + Vit D3	No intervention ^b + Vit D3	30-40Hz/1.6-2.2mm	24w/(3/ w)	113W
7. BRUYERE <i>et al.</i> , 2005.	LS	WBV + Physiotherapy ^d	Physiotherapy ^d	10-26Hz/ 3-7mm	6w/(3/w)	42 (30W/ 12M)
8. BUCKINX <i>et al.</i> , 2014.	SV	WBV + SE	No intervention ^b	30Hz/2mm	24w/(3/ w)	62 (47W/ 15M)
9. CHEUNG <i>et al.</i> , 2007.	LS	WBV	No intervention ^b	20Hz/0.5- 3mm	12w/(3/ w)	69W
10. CORRIE <i>et al.</i> , 2015.	SV and SE	1. WBV + BE 2. WBV + BE	WBV Sham	1. 30Hz/1.3mm 2. 30Hz/2.9mm	12w/(3/ w)	49 (37W/ 12M)
11. DITTRICH <i>et al.</i> , 2012.	SR	WBV	No intervention ^b	?	12w/(?/w)	?
12. FURNESS;	LS	WBV +SE		15-25Hz/0.5mm	6w/(0/1/	73 (38W/

MASCHETTE, 2009.		(4groups)	-----		2/3/w)	35M)
13. FURNESS <i>et al.</i> , 2010.	LS	WBV + SE	No intervention ^b	15-25Hz/1mm	6w/(3/w)	37 (21W/16M)
14. GOMEZ-CABELLO <i>et al.</i> , 2013.	SV	WBV + SE	No intervention ^b	40Hz/2mm	11w/(3/w)	49 (29W/20M)
15. GUSI <i>et al.</i> , 2006.	LS	WBV + SE	Walking, strengthening	12.6Hz/3mm	32w/(3/w)	28W
16. IWAMOTO <i>et al.</i> , 2012.	SV	WBV + SE	No intervention ^b	20Hz	36w/(2/w)	52W
17. JOHNSON <i>et al.</i> , 2010.	SV	WBV + DE	RE	35Hz/2-5mm	4w/(3/w)	16 (6W/10M)
18. LEE <i>et al.</i> , 2013.	LS	1. WBV + SE and DE + BE 2. SE, DE + BE	No intervention ^b	15-35Hz/1-3mm	6w/(3/w)	55 (24W/31M)
19. LEUNG <i>et al.</i> , 2014.	SV	WBV	No intervention ^b	35Hz/0.1mm	77w/(5/w)	710W
20. MARIN <i>et al.</i> , 2011.	SV	1. WBV + DE 2. WBV + DE	No intervention ^b	35-40Hz/1.05-2.11mm	1. 8w/(2/w) 2. 8w/(4/w)	34 (18W/16M)
21. MIKHAEL <i>et al.</i> , 2010.	SV	1. WBV (BK) 2. WBV (EK)	WBV <i>sham</i>	12Hz/0.3mm	13w/(3/w)	19 (8W/11M)
22. OCHI <i>et al.</i> , 2015.	LS	WBV + SE + DE + BE	SE + DE + BE	10-21Hz/3-7mm	12w/(3/w)	20W
23. POLLOCK <i>et al.</i> , 2012.	LS	1. WBV + Physiotherapy ^d	Physiotherapy ^d	15-30Hz/2-8mm	8w/(3/w)	77 (52W/25M)
24. REES <i>et al.</i> , 2007.	LS	1. WBV + SE	Walking	26Hz/5-8mm	8w/(3/w)	43 (20W/

			+ DE + Walking			23M)
			2. SE + DE + Walking			
25. REES <i>et al.</i> , 2009.	LS	1. WBV + SE + DE	No intervention ^b	26Hz/ 5-8mm	8w/(3/w)	43 (20W/ 23M)
26. ROGAN, RADLINGER <i>et al.</i> , 2012.	SR	2. SE + DE WBV (BK)	WBV <i>Sham</i>	5Hz	Acute	20 (10W/ 10M)
27. ROGAN, RADLINGER, HILFIKER <i>et al.</i> , 2015.	SR	1. WBV (BK) 2. WBV (BK)	Crossover	1. 5Hz 2. 1Hz	4w/(3/w)	20 (10W/ 10M)
28. SIEVANEN <i>et al.</i> , 2014.	LS	WBV + SE + DE	WBV <i>sham</i>	12-18/26Hz/2-8mm	10w/(2/ w)	15 (12W/ 3M)
29. SITJA-RABERT <i>et al.</i> , 2015.	SV	WBV + SE +DE	SE + DE	30-35Hz/2-4mm	6w/(3/w)	159 (107W/ /52M)
30. STOLZENBERG <i>et al.</i> , 2013.	LS	WBV + SE + DE	BE + PE	22-24Hz/2-4mm	36w/(2/ w)	68W
31. TSUJI <i>et al.</i> , 2014.	SV	1. WBV + SE 2. SE	Crossover	40Hz/2-4mm	Acute	18 (9W/ 9M)
32. VERSCHUEREN <i>et al.</i> 2004.	SV	1. WBV +SE + DE	No intervention ^b	35-40Hz/1.7-2.5mm	24w/(3/ w)	70W
33. ZHANG <i>et al.</i> , 2014.	LS	2. RE WBV	NC ^a + pedaling	6-26Hz/1-3mm	24w/(3-5 /w)	37 (5W /32M)

^a NC = normal care (nursing, physiotherapy, massage therapy, mobility, stretching, occupational therapy). ^b No intervention = Activities of daily living. ^c ME = multimodal exercise (resistance, balance, stretching). ^d Physical therapy = balance, gait, transfer training, muscle strengthening. ^e Fitness = resistance and cardiovascular exercise. WBV = Whole body vibration, SV = Sinusoidal vertical, LS = Lateral alternating sinusoidal, SR = Stochastic resonance, DE = Dynamic exercise, SE = Static exercise, Vit D3 = Vitamin D3, BE = Balance exercise, BK = Bent knee, EK = Extended knee, RE = Resistance exercise, PE = Proprioceptive exercise, Vit D = Vitamin D, W = Woman, M = Man, W = week

Table 3. Evaluation of revisions by *AMSTAR 2*. Recife - PE, Brasil, 2021.

SYSTEMATIC REVIEW	SITJÁ- RABERT <i>et al.</i> , 2012	ROGAN <i>et al.</i> , 2015	ROGAN <i>et al.</i> , 2017
AMSTAR 2			
1. Presents PICO?	No	Yes	Yes
2. Declare protocol? Record?	No	Yes	Yes
3. Explanation for study design selection?	No	No	No
4. Comprehensive search strategy?	Partially yes	Partially yes	Partially yes
5. Duplicate study selection?	Yes	Yes	Yes
6. Data extraction in duplicate?	Yes	Yes	Yes
7. Studies excluded list?	No	No	No
8. Description of included articles?	Partially yes	Partially yes	Partially yes
9. Bias risk assessment?	Yes	Yes	Yes
10. Sources of funding?	No	No	No
11. Appropriate methods for statistical combination (meta- analysis)?	Yes	Yes	Yes
12. Assessment of the potential impact of bias risk?	No	No	No
13. Did ROB evaluate individual studies to interpret/discuss review results?	Yes	Yes	Yes
14. Discussion of heterogeneity?	Yes	Yes	Yes
15. Proper investigation of publication bias?	No	Yes	Yes
16. Conflict of interest?	No	No	No

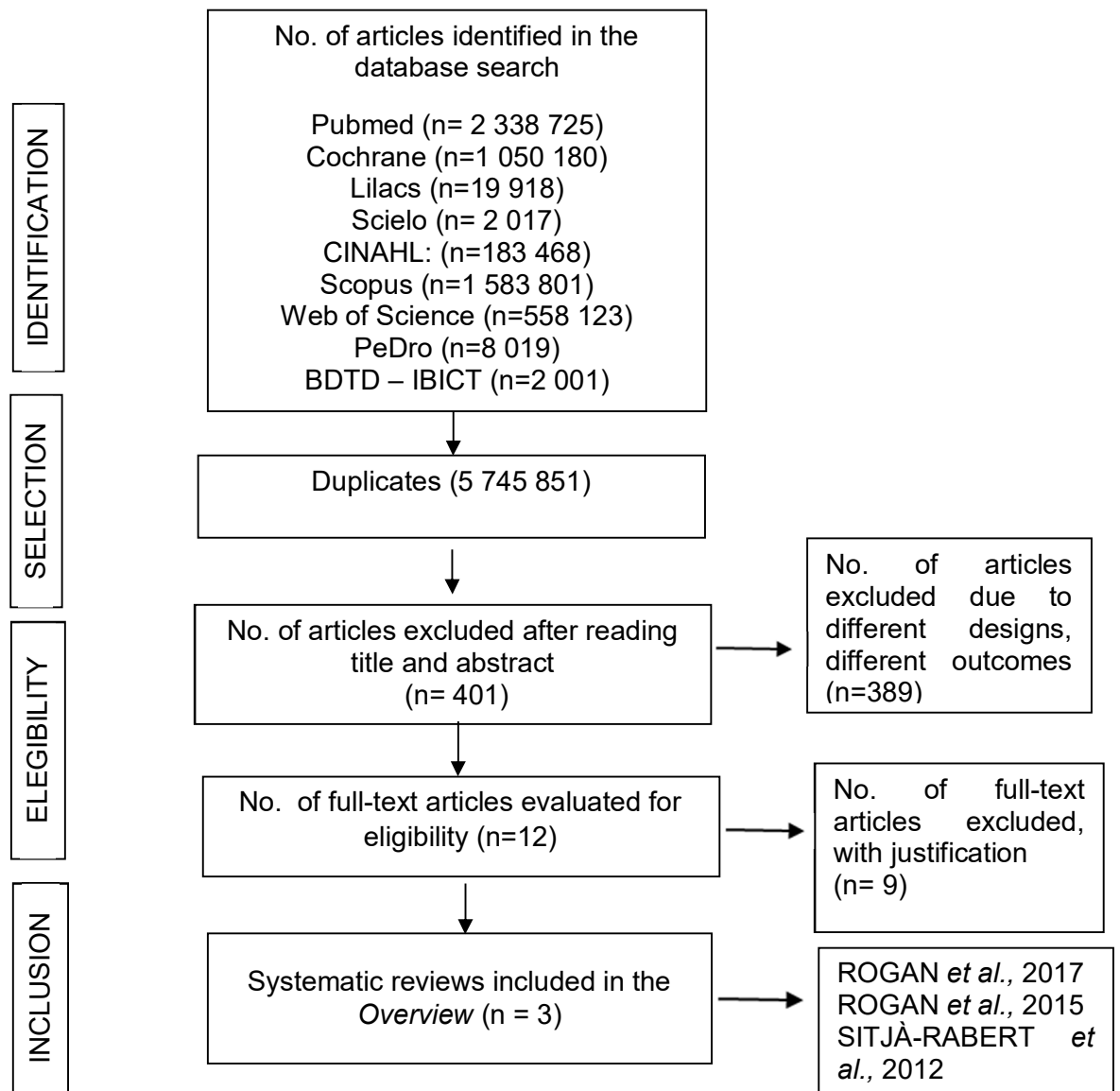


Figure 1. Research process for the inclusion of systematic reviews in the *Overview*. Recife - PE, Brasil, 2021.

Systematic Review	Phase 2				Phase 3
	1. STUDY ELIGIBILITY CRITERIA	2. IDENTIFICATION AND SELECTION OF STUDIES	3. DATA COLLECTION AND STUDY EVALUATION	4. SUMMARY AND RESULTS	RISK OF BIAS IN THE REVIEW
SITJÁ-RABERT <i>et al.</i> , 2012	☹	?	😊	?	?
ROGAN <i>et al.</i> , 2015	☹	😊	😊	😊	😊
ROGAN <i>et al.</i> , 2017	😊	😊	😊	😊	😊

😊 = low risk; ☹ = high risk; ? = uncertain risk

Figure 2. Tabular presentation for the *ROBIS* results. Recife - PE, Brasil, 2021.

APÊNDICE B - ARTIGO ORIGINAL

Acute effects of two whole-body vibration amplitudes on postural balance, gait speed, muscle strength, and functional mobility in older women: A crossover randomized controlled trial

Acute effects of whole-body vibration in sedentary older women

Anna Xênya Patrício de Araújo¹, Maria das Graças Rodrigues de Araújo¹, Luís Augusto Mendes Fontes¹, Patrícia Érika de Melo Marinho^{1,*}

¹Post-Graduate Program in Physiotherapy, Department of Physiotherapy, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, Brazil.

Corresponding Author:

Patrícia Érika de Melo Marinho

Departamento de Fisioterapia, Universidade Federal de Pernambuco

Av. Jorn. Aníbal Fernandes, 173, Cidade Universitária, Recife-PE, Brasil,

CEP: 50740-560

Telefone: +55 (81) 2126-8491

E-mail: patricia.marinho@ufpe.br

Abstract

Background: Although whole-body vibration (WBV) is an alternative form of intervention for sedentary older, the prescription of an exercise program to improve postural balance, gait speed, muscle strength, and functional mobility has not yet been clearly defined, differing among studies.

Objective: To evaluate the effects of a single 2 mm or 4 mm amplitude WBV session on static postural balance, gait speed, muscle strength, and functional mobility in older women.

Methods: A randomized crossover clinical trial with healthy sedentary older women who underwent a single WBV session with 2 mm and 4 mm vibration amplitudes. A vertical vibration plate was used, with a fixed 35 Hz frequency and vibration amplitudes of 2 mm and 4 mm, which were randomized after one week a washout period between the sessions for each amplitude. Postural balance, gait speed, lower limb muscle strength and functional mobility before and immediately after the sessions were evaluated.

Results: The 4 mm amplitude was enough to increase muscle strength (13.28 vs.12.29 repetitions, $z = -2.379$, $p = 0.017$) and improve functional mobility (9.24 vs.10.06 seconds, $z = -2.166$, $p = 0.030$), with a moderate effect size (0.45 and 0.41 respectively). There were no changes in static postural balance and gait speed between amplitudes.

Conclusion: The 4 mm amplitude increased the muscle strength of the lower limbs and improved functional mobility in sedentary older women, but it was not enough to improve static postural balance and gait speed.

Trial registration: Brazilian Registry of Clinical Trials - RBR-2HPJJK.

Keywords: Vibration; Aging; Physical functional performance; Health services for the elderly.

Introduction

The deleterious effects of aging, such as postural balance deficit, muscle strength loss, and increased risk of falls, are commonly observed in individuals over 60 years of age and considered predictors for functional dependence.¹ Physical exercise programs have shown effectiveness in decelerating these effects and have contributed to a longer life,² although some conventional programs may show low support by this population.^{3,4}

The training provided by whole-body vibration (WBV) can be considered an alternative modality for improving both musculoskeletal system and quality of life.⁵⁻⁷ However, the exercise protocols vary among studies regarding frequency, amplitude, duration, number of sessions, positioning, performing dynamic exercises or maintaining a static posture, resulting in diverging outcomes.⁸⁻¹¹

Considering that WBV training prescription varies between studies for outcomes such as static postural balance,^{12,13} gait speed,^{14,15} muscle strength^{16,17} and functional mobility^{8,18} with frequencies ranging from 15 to 40 Hz, vibration amplitude between 0.5 and 4 mm, knee flexion angles between 60° and 110°, duration of training from acute to 12 weeks, and exposure to vibration from 5 to 22 minutes per session, the development of better prescription protocols that can be applied to different populations and specific outcomes is necessary.

Thus, considering WBV as an alternative training method for the elderly population, and the need to adapt the best prescription for these individuals regarding the outcomes described above, the present study aims to evaluate the effects of a single WBV session on postural balance, gait speed, muscle strength, and functional mobility, when performed with 2 mm and 4 mm vibration amplitudes. The study hypothesis is that the 4 mm amplitude improves those outcomes when compared to the 2 mm amplitude after a single WBV session.

Methods

Design and setting

A crossover randomized clinical trial that followed the CONSORT guidelines.¹⁹ This research was carried out at the Cardiopulmonary Physiotherapy Laboratory and at the Kinesiotherapy and Manual Therapy Resources Laboratory of the Federal University of Pernambuco Department of Physiotherapy from October 2019 to February 2020. This study was approved by the Research Ethics Committee of CCS / UFPE (registry N° 3.617.829) and registered in the Brazilian Registry of Clinical Trials (REBEC) (RBR-2HPJJK), respecting the guidelines of Resolution N° 466/12 of the National Health Council and the Declaration of Helsinki (1964). Participants signed the Informed Consent Form after being informed of the

objectives, risks, and benefits of the research.

Inclusion and Exclusion Criteria

Were included in this study elderly women aged 60 to 80 years who could walk independently, with body mass index between ≤ 22 (underweight) and ≥ 27 (overweight), sedentary or irregularly active according to the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ), absence of neurological, hearing or cognitive deficit that would make it impossible to understand the assessment or the verbal cues. Were excluded individuals who presented electronic implants (pacemaker, brain stimulators), prosthetics, pins or plates in the lower limbs, had epilepsy, diagnosis of a malignant tumor, recent unconsolidated fracture, thromboembolism risk, infectious diseases, also insulin-dependent individuals; hypertension, osteoporosis or osteopenia no treatment and those who could not adapt to the exercise protocol.

Randomization and Allocation procedure

Two WBV protocols were developed for this study, coded as Protocol A (AP, 2 mm amplitude) and Protocol B (BP, 4 mm amplitude). The participants underwent a single WBV session with a previously randomized amplitude, undergoing the other session after a one-week washout period.^{20,21} Figure 1 represents the flowchart of the volunteers (FIGURE 1).

Randomization for session order (A and B protocols) was done by a researcher not involved in the study, and performed with the randomization.com software, 30 minutes before the intervention. To ensure allocation concealment black and opaque sealed envelopes were used, with a number referring to each participant, which were later delivered to the researcher responsible for the intervention. The researcher responsible for outcomes evaluation was blinded to the participants' allocation. Participants involved in the research remained blind to the order of the protocols.

Outcomes

Static postural balance was considered the primary outcome in this study, and muscle strength, gait speed, and functional mobility were considered the secondary outcomes.

Outcomes assessment

Before the initial assessment, the volunteers were informed about the evaluation procedures. Functional tests were previously performed so that the participants could become familiar with them and avoid the learning effect.²² For sample characterization, data on age, body mass index (BMI), presence of comorbidities, falls risk and IPAQ assessment were collected. One week later, the functional tests were performed before and immediately after

each WBV exercise session to measure the results.

Risk of Falls

To assess the risk of falls, the Brazilian version of the Falls Efficacy Scale–International (FES-I) was used.²³ The FES-I score was interpreted as follows: < 23 = low risk of falls, ≥ 23 = risk of sporadic falls, and ≥ 31 = risk of recurrent falls.²³

Static Postural Balance

Postural balance was evaluated with a baropodometric platform (Sensor Medica, Freemed™ model, Rome, Italy), considering the medial-lateral (CoPx) and anteroposterior (CoPy) center of pressure (CoP) coordinates displacement, expressed in mm.^{24,25} For the assessment, the subjects remained on the platform with bipedal support, with slightly separated feet (shoulder width), arms relaxed along the body, staring forward for 20 seconds.

Gait speed

Gait speed was evaluated using the 10-meter Walk Test (10MWT). To perform the test, the individuals were instructed to walk 20 m with their usual speed, where the initial and final 5 meters were disregarded to eliminate the acceleration and deceleration periods.²⁶ The test was performed three times, with a 1-minute interval between each repetition. The highest value with a 10% minimal difference between the measurements was considered. The results were expressed in meters per second.

Lower limbs muscle strength

The 30-second sit-to-stand test was used to assess muscle strength.²⁷ The volunteers stand up from the sitting position on a chair, feet resting on the floor, knees flexed at 90 degrees, arms crossed over the chest, and spine against the chair.²⁸ After a verbal cue, they performed the movement of sitting and standing up from the chair as many times as possible for 30 seconds. The test was timed in seconds by the researcher and the number of repetitions with complete movements were counted.

Functional mobility

Functional mobility assessment was performed through the Brazilian version of the Timed Up and Go Test.²⁹ For this test, patients were instructed to get up from a chair (seat and arm height, respectively, 46 cm and 20 cm), walk three meters, return, and sit again.²⁹ The time to perform this task was verified by the researcher and the results expressed in seconds.

Heart rate, peripheral oxygen saturation, respiratory rate, and blood pressure were evaluated before and after each WBV session for control and were not part of the study outcomes.

WBV protocol

The vibratory platform used in the study was the Power Plate model MY3® (London, UK). To perform the protocol a frequency of 35 Hz and 2 mm and 4 mm vertical vibration amplitudes were used, with the volunteer in a static position, knees semi-flexed at 30° (measured with a goniometer), and the feet 20cm apart.³⁰ The volunteer kept her head and eyes forward and her arms on the platform during training. The vibration duration was 60 seconds interspersed with 60 seconds of rest, totaling 2 minutes of exercise.³¹

Statistical analysis

After checking data for normality with the Shapiro-Wilk test, the measurements performed at 2 mm and 4 mm interventions were compared. Considering that data distribution was not normal, the Friedman test was used, with post hoc Wilcoxon test for the main outcome variables (static balance, lower limbs strength, distance walked in the 10 meter test, and mobility).

To verify the effects of the 2 mm and 4 mm WBV interventions, the Wilcoxon test was used for the main outcomes (2 mm post-intervention was compared with 4 mm post-intervention). For the variables with normal distribution, the paired t-test was used when necessary.

Effect size calculation for the intervention was performed using the equation $r = z/\sqrt{N}$, considering the z-statistics obtained from the Wilcoxon test and N being the number of observations from the study.³² For the interpretation of the effect size values, we considered Cohen's reference: 0.1 to 0.3 = small, 0.3 to 0.5 = moderate and above 0.5 = strong effect.³³

The percentage change for each outcome was calculated as the mean difference (Δ)[post-pre intervention] for each outcome, divided by the mean value for this variable in the pre-intervention, and then multiplied by 100. Data analysis was performed using the SPSS version 20.0 software (SPSS Inc., Chicago, IL) for Windows, and a lower than 0.05 significance level was considered.

Results

The study sample consisted of 14 elderly women (63.3 ± 4.63 years), with a BMI of 26.40 ± 2.99 Kg/m², sedentary (5, 35.7%) or irregularly active (9, 64.3%), with hypertension (10, 71.4%), diabetes (4, 28.6%), arthrosis (8, 57.1%) and osteoporosis (6, 42.9%) as their main comorbidities. (Table 1)

Two of them reported itching (n=6, 42.9%) and fatigue (14.3%), as adverse effects, which disappeared two hours after the end of the intervention. The other participants (n=6, 42.9%) reported no discomfort during the study period.

According to the analysis performed by Friedman's test, we can observe that WBV, when performed with 4 mm amplitude, resulted in better strength [$\chi^2(3) = 22.983, p < 0.000$] and mobility [$\chi^2(3) = 26.476, p < 0.000$] outcomes. To identify the difference between these outcomes, Wilcoxon's post hoc was performed, as can be seen in Table 2. According to the results, WBV performed with 4 mm amplitude promoted an increase in strength ($p = 0.001$) and reduced the duration of the mobility test ($p < 0.000$). The mean difference (Δ) in the 4 mm amplitude WBV was significantly greater for strength ($p = 0.005$).

When we analyzed the effects of 2 mm and 4 mm WBV training on the main outcomes, we could observe that there was superiority of the 4 mm amplitude training when compared to the 2 mm training for strength (13.28 vs. 12.29 repetitions, $z = -2.379, p = 0.017$) and for the mobility test (9.24 vs. 10.06 seconds, $z = -2.166, p = 0.030$), with moderate effect sizes (0.45 and 0.41, respectively).

Although we did not observe a difference between the amplitudes used for the other outcomes, we verified a small effect size for gait speed (1.33 vs. 1.30 m/s, $z = -0.660, p = 0.50$ and 0.12 size) and a moderate for anteroposterior postural balance (-1.70 vs. -0.55 mm, $z = -1.886, p = 0.059$ and 0.35 size) when the 4 mm amplitude was used, in comparison to the 2 mm.

On the medial-lateral postural balance, no difference was observed at the end of training when applying the 2mm or the 4mm amplitude.

Discussion

A single WBV session with a 4 mm vibration amplitude was sufficient to improve muscle strength and reduce the execution time of the mobility test in elderly women. However, it did not modify the static postural balance and gait speed.

Static Postural Balance

Postural balance did not change after WBV exposure with an amplitude of 2 mm or 4 mm in our study. Gomes et al.⁹ also did not report improvements in static postural balance after a single WBV session in active older women, using a 4 mm vertical vibration platform, 30 Hz and 45 Hz frequencies, knees flexed at 110° and three sets of 60 seconds of vibration.⁹

Ramos et al.¹¹ reported improvement in postural balance in elderly women after a single WBV session, using a lateral vibration platform, with different frequency, vibration time and knee flexion angle from our study, but with the same 4 mm amplitude.¹¹ Possibly the vertical vibratory stimulus in our study was not enough to transmit to the hip joint. That can be achieved through platforms with lateral vibration, as the postural balance disturbance in the

elderly is better stimulated by hip movement, and hip displacement is directly related to static postural balance.³⁴⁻³⁶ Lateral vibration platforms produce vibratory stimulus alternately between the feet and act with a wide adjustment range for frequency and vibration amplitude (5 Hz - 30 Hz; 1 mm - 14 mm) allowing the choice of a more precise protocol when compared to vertical vibration platforms.³⁷⁻⁴⁰

Gait Speed

The gait speed of the women in the present study also did not change after exposure to a single session of WBV, which may be associated with the lack of improvement in postural balance. Studies indicate that elderly individuals need good postural balance to develop an efficient gait because as they start walking with the trunk forward flexed, they hinder postural stability, which results in decreased gait speeds.⁴¹⁻⁴⁴

The study by Salmon, Roper and Tillman⁴⁵ also found no significant changes in the execution of a 20-meter walking test, similar to our results. These authors used the platform with vertical vibration with the same frequency as ours but differing in amplitude (4 mm and 6 mm) and length of vibratory exposure (10 minutes). Human gait is a complex activity that requires a synchronized pattern of movements of the foot, ankle, knee, hip, and pelvis, thus requiring the stimulus of the WBV to reach the joints above the knee to improve this pattern in elderly people, which may not have been obtained by the platform with vertical vibration.^{44,46}

Training with a lateral-type platform may improve gait speed test results. The study by Kawanabe et al.⁴⁷ reported an improvement in gait speed in the elderly after a single WBV session, evaluated by the 10-meter gait speed test.⁴⁷ The vibration exposure duration (4 minutes) and the frequencies used (12 Hz and 20 Hz) were sufficient to promote those changes.^{39,40,46,48,49}

Muscle Strength

According to our results, lower-limb muscle strength in the elderly women was higher when WBV was used with an amplitude of 4 mm. A probable explanation for this result can be attributed to the type of platform used, since vertical vibration induces short and rapid changes in the size of muscle fibers, stimulating reflex muscle contraction, which results in increased muscle activity, .^{31,39,50} thus promoting a more efficient increase in muscle strength.

However, we should also consider the possibility that other factors may be

contributing to these results. Giombini et al.⁵¹ training elderly women with the same type of vertical vibration, also found an increase in lower limb muscle strength. Their protocol, however, differed from ours regarding the amplitude used (2 mm), the frequency (between 30 Hz and 35 Hz), the knee flexion angled (70°), and the duration of the vibratory intervention (10 minutes).⁵¹

The study by Ramos et al.¹¹ also observed an increase in quadriceps femoris muscle strength in older women after a single WBV session. Although the amplitude used was similar to ours, the frequency was lower (16Hz), knee flexion angle was around 40°, vibration exposure lasted 8 minutes, and the vibration used was lateral.¹¹ Lateral vibration platforms, unlike the vertical ones, promote an asymmetric disturbance of the legs, as a greater distance between the feet and the platform rotation axis results in higher vibration amplitude,³⁹ possibly providing more significant effects on the lower limbs muscles.⁵²

Although we discussed the use of frequencies between 30 Hz and 40 Hz on lower limb muscle activation, this study restricted the results to the quadriceps femoris muscle.¹¹ Thus, the difference between the results can be justified by the natural frequency of the quadriceps muscle, which is between 8 Hz and 11 Hz.⁵³ According to Friesenbichler et al.⁵⁴ the WBV exercise performed with a vibration frequency close to the natural frequency of the muscle promotes greater transmissibility to the muscular system, enhancing the results.

Functional Mobility

The functional mobility of the old women improved when the WBV was performed with an amplitude of 4 mm, reducing the execution time of the TUG test. Similar findings were obtained in the study by Miller et al.²² who reported a reduction in the TUG execution time and muscle power improvement after a WBV session. The protocol in that study was similar to ours, differing only in frequency (30 Hz) and vibration duration (6 minutes).⁵⁵

Our results can be attributed to the increase in lower limb muscle strength. According to the literature, the greater the knee extensors and flexors muscle strength, the greater the movement speed of getting up from a chair, and the shorter the execution time of the TUG test.^{56,57}

The reflex response of the lower limbs muscles and the activation of the tonic and phasic muscles to stabilize the center of gravity on the base of support are observed during the TUG, especially the knee flexors and extensors actions during the sitting and standing up movements.^{56,58,59}

WBV using the vertical platform, with an amplitude of 4 mm and frequency of 35 Hz, contributed to improved lower limbs muscle strength and functional mobility in older women

but did not increase static postural balance and gait speed. The protocol used in the present study was well accepted and considered comfortable by the volunteers.

Adverse Events

There were no severe adverse effects in this study related to WBV. Some patients showed transient fatigue and itching, which disappeared a few hours after the intervention, and no volunteers ceased to participate in the study. Studies conducted by other authors also reported transient adverse effects,^{39,60} which also did not hinder the continuity of the protocol.

Limitations

The reduced sample caused by the current COVID-19 pandemic represented the major limitation for the development of the present study. Despite the great acceptance by the elderly population, and the recognition of the importance of exercise with WBV, the interruption of the protocol was essential since continuity would hurt the ethical precepts related to the safety of the population involved. Once the pandemic is solved and sample safety is guaranteed, we will continue the study with a more robust sample for more expressive results.

Conclusion

The present study concludes that the acute effects of a single WBV session with an amplitude of 4 mm was sufficient to improve the muscular strength of the lower limbs and functional mobility in sedentary women, but not static postural balance and gait speed. To ensure the prescription of effective WBV training protocols for the outcomes evaluated in the present study, future research needs to be developed with a larger sample size and a greater number of sessions in the long term including follow up, because we understand that WBV may provide benefits for individuals in this age group.

Funding

This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Declaration of competing interest

The authors declare that they have no conflicts of interest.

References

1. Cruz-Jentoft AF, Bahat G, Bauer J, et al. Sarcopenia: revised European consensus on

- definition and diagnosis. *Age Ageing*. 2019; 48(1):16-31.
<https://doi.org/10.1093/ageing/afy169>.
2. Galloza J, Castillo B, Micheo W. Benefits of exercise in the older population. *Phys Med Rehab Clin N Am*. 2017; 28:659-669. <https://doi.org/10.1016/j.pmr.2017.06.001>.
 3. Lopes MA, Krug RR, Bonettia A, Mazo GZ. Barreiras que influenciaram a não adoção de atividade física por longevas. *Rev Bras Ciênc Esporte*. 2016; 38(1).
<http://dx.doi.org/10.1016/j.rbce.2015.10.011>.
 4. Ribeiro LB, Rogatto GP, Machado AA, Valim-Rogatto PC. Motivos de adesão e de desistência de idosos a prática de atividade física. *Rev Bras Prom Saúde*. 2013; 26(4).
<http://dx.doi.org/10.5020/18061230.2013.p58>.
 5. Yang F, King GA, Dillon L, Su X. Controlled whole-body vibration training reduces risk of falls among community-dwelling older adults. *J Biomech*. 2015; 48(12):3206-3212. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2015.06.029>.
 6. Ritzmann R, Krause A, Freyler K, Gollhofer A. Acute whole-body vibration increases reciprocal inhibition. *Hum Mov Sci*. 2018; 60:191-201.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.humov.2018.06.011>
 7. Bembem 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*. 2018; 16(4): <https://doi.org/10.1155/2018/5798265>.
 8. Goudarzian M, Ghavi S, Shariat A, et al. Effects of whole body vibration training and mental training on mobility, neuromuscular performance, and muscle strength in older men. *J Exerc Rehab*. 2017; 13:573-580. <https://doi.org/10.12965/jer.1735024.512>.
 9. Gomes PSC, Campos O, Oliveira LF, et al. Whole-body vibration does not seem to affect postural control in healthy active older women. *Rehab Res Pract*. 2018; 18.
<https://doi.org/10.1155/2018/5798265>.

10. Lam FMH, Chan PFL, Liao LR, et al. Effects of whole-body vibration on balance and mobility in institutionalized older adults: a randomized controlled trial. *Clin Rehab*. 2018; 32(4):462-472. <https://doi.org/10.1177/0269215517733525>.
11. Ramos LAX, Rodrigues FTM, Shirahige L, et al. A single whole body vibration session influences quadriceps muscle strength, functional mobility and balance of elderly with osteopenia and/or osteoporosis? Pragmatic clinical trial. *J Diab Metabol Dis*. 2019; 18(1):73-80. <http://dx.doi.org/10.1007/s40200-019-00392-4>.
12. Delafontaine A, Vialleron T, Fischer M, et al. Acute effects of whole-body vibration on the postural organization of gait initiation in young adults and elderly: a randomized sham intervention study. *Front Neurol*. 2019; 10. <https://doi.org/10.3389/fneur.2019.01023>.
13. Furness T, Bate N, Welsh L, et al. Efficacy of a whole-body vibration intervention to effect exercise tolerance and functional performance of the lower limbs of people with chronic obstructive pulmonary disease. *BMC Pulmon Med*. 2012; 12(Art. ID: e71), 1 - 6. <https://doi.org/10.1186/1471-2466-12-71>.
14. Furness TP and Maschette WE. Influence of whole body vibration platform frequency on neuromuscular performance of community-dwelling older adults. *J Strength Cond Res*. 2009; 23(5):1508-1513. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181a4e8f9>.
15. Wei N, Pang MYc, Ng SSm, Ng GYf. Optimal frequency/time combination of whole-body vibration training for developing physical performance of people with sarcopenia: a randomized controlled trial. *Clin Rehab*. 2017; 31(10):1313-1321. <https://doi.org/10.1177/0269215517698835>.
16. Santin-Medeiros F, Santos-Lozano A, Cristi-Montero CS, Vallejo NG. Effect of 8 months of whole-body vibration training on quality of life in elderly women. *Res Sports Med*. 2017; 25(1):101–107. <https://doi.org/10.1080/15438627.2016.1258638>.

17. Smith DT, Judge S, Malone A, et al. Effects of bio density training and power plate whole-body vibration on strength, balance, and functional independence in older adults. *J Aging Phys Act.* 2016; 24(1):139–148. <https://doi.org/10.1123/japa.2015-0057>.
18. **Machado** A, Garcia-Lopez D, Gonzalez-Gallego **J**, Garatachea **N**. Whole-body vibration training increases muscle strength and mass in older women: a randomized-controlled trial. *Scand J Med Sci Sports.* 2010; 20(2):200–207. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2009.00919.x>.
19. Schulz KF, Altman DG, Moher D. CONSORT 2010 statement: updated guidelines for reporting parallel group randomized trials. *BMC Med.* 2010; 8(1):18. <https://doi.org/10.1136/bmj.c332>.
20. Hoyo M, Carrasco L, Silva-Grigoletto M, et al. Impact of an acute bout of vibration on muscle contractile properties, creatine kinase and lactate dehydrogenase response. *Eur J Sport Sci.* 2013; 13(6):666–673. <http://dx.doi.org/10.1080/17461391.2013.774052>.
21. Milanese C, Cavedon V, Sandri M, et al. Metabolic effect of bodyweight whole-body vibration in a 20-min exercise session: A crossover study using verified vibration stimulus. *PLoS ONE.* 2018; 13(1), e0192046. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0192046>.
22. Ruiter CJ, Raak SMV, Schilperoort JV, et al. The effects of 11 weeks whole body vibration training on jump height, contractile properties and activation of human knee extensors. *Eur J Appl Physiol.* 2003; 90:595-600. <https://doi.org/10.1007/s00421-003-0931-2>.
23. Camargos MCS, Gonzaga MR. Viver mais e melhor? Estimativas de expectativa de vida saudável para a população brasileira. *Cad Saúde Pub.* 2015; 7(31): 1460-1472. <https://doi.org/10.1590/0102-311X00128914>.

24. Tábuas CSD. Análise da Pressão Plantar para fins de diagnóstico. 2010. 34 f.
Dissertation (Master) - Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2010.
25. Bankoff ADP, Ciol P, Zamai CA, et al. Estudo do equilíbrio corporal postural através do sistema de baropodometria. *Conexões*. 2007; 2(2):87-104.
<https://doi.org/10.20396/conex.v2i2.8637918>.
26. Peters DM, Fritz SL, Krotish DL. Assessing the reliability and validity of a shorter walk test compared with the 10-meter walk test for measurements of gait speed in healthy, older adults. *J Ger Phys Ther*. 2013; 36(1):24-30.
<http://dx.doi.org/10.1519/JPT.0b013e318248e20d>.
27. Fahlman M, Morgan A, Mcnevin NH, Topp R. Combination training and resistance training as effective interventions to improve functioning in elders. *J Aging Phys Act*. 2007; 15(2):195-205, 2007. <https://doi.org/10.1123/japa.15.2.195>.
28. Lord SR, Murray SM, Chapman K, et al. Sit-to-stand performance depends on sensation, speed, balance, and psychological status in addition to strength in older people. *J Gerontol: Series A*. 2002; 57(8). <https://doi.org/10.1093/gerona/57.8.M539>.
29. Dutra MC, Cabral ALL, Carvalho G A. Tradução para o português e validação do teste timed up and go. *Rev Interf Saúde Hum Tecnol*. 2016; 3(9):81-88. <https://doi.org/10.16891/2317-434X.430>.
30. Braz-Júnior DS, Andrade AD, Teixeira AS, et al. Whole-body vibration improves functional capacity and quality of life in patients with severe chronic obstructive pulmonary disease (COPD): a pilot study. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*. 2015; 10:125–132. <https://doi.org/10.2147/COPD.S73751>.
31. 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. *Clin Rehab*. 2012; 26:915–923.

- <https://doi.org/10.1177/0269215511435688>.
32. Field A. (2009). *Descobrimos a Estatística usando o SPSS*. (2nd ed.). Porto Alegre: Artmed.
 33. Cohen J. *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). 1988. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
 34. Horak FB, Nashner LM. Central Programming of Postural Movements: Adaptation to Altered Support-Surface Configurations. *J Neurophysiol*. 1986; 55(6).
 35. Horak FB, Shupert CL, Mirka A. Components of postural dyscontrol in elderly: A review. *Neurobiol Aging*. 1989;10: 727-738.
 36. Winter DA. Human balance and posture control during standing and walking. *Gait Post*. 1995; 3:193–214. [https://doi.org/10.1016/0966-6362\(96\)82849-9](https://doi.org/10.1016/0966-6362(96)82849-9).
 37. Rittweger J. Vibration as an exercise modality: how it may work, and what its potential might be. *Eur J Appl Physiol*. 2010; 108(5):877–904. <http://dx.doi.org/10.1007/s00421-009-1303-3>.
 38. Rittweger J, Schiess H, Fetsenberger D. Oxygen uptake during whole body vibration exercise: comparison with squatting as a slow voluntary movement. *Eur J Appl Physiol*. 2001; 86:169-173. <https://doi.org/10.1007/s004210100511>.
 39. Abercromby AF, Amonette WE, Layne CS, et al. Vibration exposure and biodynamic responses during whole-body vibration training. *Med Sci Sports Exerc*. 2007; 39:1794–1800. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e3181238a0f>.
 40. Cochrane DJ. The potential neural mechanisms of acute indirect vibration. *J Sports Sci Med*. 2011; 10:19-30.
 41. Guedes RC, Dias RC, Pereira LSM, et al. Influence of dual task and frailty on gait parameters of older community-dwelling individuals. *Braz J Phys Ther*. 2014; 18(5):445–452. <http://dx.doi.org/10.1590/bjpt-rbf.2014.0034>.

42. Freire-Júnior RC, Porto JM, Rodrigues NC, et al. Spatial and temporal gait characteristics in pre-frail community-dwelling older adults. *Ger Gerontol Int.* 2016; 16(10):1–7. [https://doi.org/ 10.1111/ggi.12594](https://doi.org/10.1111/ggi.12594).
43. Kirkwood RN, Gomes HÁ, Sampaio RF, et al. Spatiotemporal and variability gait data in community-dwelling elderly women from Brazil. *Braz J Phys Ther.* 2016; 30(3):258-266. <http://dx.doi.org/10.1590/bjpt-rbf.2014.0157>
44. Cruz-Jimenez M. Normal changes in gait and mobility problems in the elderly. *Phys Med Rehab Clin N Am.* 2017; 28:713–725. <https://doi.org/10.1016/j.pmr.2017.06.005>
45. Salmon JR, Roper JA, Tillman MD. Does acute whole-body vibration training improve the physical performance of people with knee osteoarthritis? *J Strength Cond Res.* 2012; 26(11):2983–2989. <http://dx.doi.org/10.1519/JSC.0b013e318242a4be>.
46. Huang M, Tang CY, Pang M. Use of whole body vibration in individuals with chronic stroke: transmissibility and signal purity. *J Biomech.* 2018; 73, 80-91. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2018.03.022>.
47. Kawanabe K, Kawashima K, Sashimoto I, et al. Effect of whole-body vibration exercise and muscle strengthening, balance, and walking exercises on walking ability in the elderly. *The Keio J Med.* 2007; 56(1):28-33. <https://doi.org/10.2302/kjm.56.28>.
48. Devita P, Hortobagyi T. Ages causes a redistribution of joint torques and powers during gait. *J Appl Physiol.* 2000; 88(5):1804-1811. <https://doi.org/10.1152/jappl.2000.88.5.1804>.
49. Rees S, Murphy A, Watsford M. Effects of vibration exercise on muscle performance and mobility in an older population. *J Aging Phys Act.* 2007; 15(4):367-381. <http://dx.doi.org/10.2522/ptj.20070027>
50. Mileva KN, Bowtell JL, Kossev AR. Effects of low-frequency whole body vibration on motor-evoked potentials in healthy men. *Exp Physiol.* 2009; 94(1):103–116.

<https://doi.org/10.1113/expphysiol.2008.042689>.

51. Giombini A, Macaluso A, Laudani L, et al. Acute effect of whole-body vibration at optimal frequency on muscle power output of the lower limbs in older women. *Am J Phys Med Rehab*. 2013; 92(9):797–804.
<https://doi.org/10.1097/PHM.0b013e31828cd375>.
52. Abercromby AF, Amonette WE, Layne CS, et al. Variation in neuromuscular responses during acute whole-body vibration exercise. *Med Sci Sports Exerc*. 2007; 39:1642-1650. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e318093f551>.
53. Wakeling JM, Nigg BM. Modification of soft tissue vibrations in the leg by muscular activity. *J Appl Physiol*. 2001; 90(2): 412-420.
<https://doi.org/10.1152/jappl.2001.90.2.412>.
54. Friesenbichler B, Lienhard K, Vienneau J, Nigg BM. Vibration transmission to lower extremity soft tissues during whole-body vibration. *J Biomech*. 2014; 47(12): 2858-2862. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2014.07.028>.
55. Miller BM, Heishman AD, Freitas EDS, Bemben MG. Comparing the acute effects of intermittent and continuous whole-body vibration exposure on neuromuscular and functional measures in sarcopenia and nonsarcopenic elderly women. *Dose Response*. 2018; 16(3). <https://doi.org/10.1177/1559325818797009>.
56. Evangelista RACT. Relação da força muscular do joelho com o equilíbrio postural semi-estático e mobilidade em mulheres idosas. 2018. 65f. Dissertation (Master) - Universidade São Judas Tadeu, São Paulo, 2018.
57. Filippin LI, Miraglia F, Teixeira VNO, Boniatti MM. Timed Up and Go test as a sarcopenia screening tool in home-dwelling elderly persons. *Rev Bras Geriatr Gerontol*. 2017; 20(4):561-565. <https://doi.org/10.1590/1981-22562017020.170086>.
58. Serra MM, Alonso AC, Peterson M, et al. Balance and muscle strength in elderly

women who dance samba. *PLoS One*. 2016;11, e0166105.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0166105>.

59. Cheng MH, Chang SF. Frailty as a risk factor for falls among community dwelling people: evidence from a meta-analysis. *J Nurs Scholarsh*. 2017; 49:529-36.

<https://doi.org/10.1111/jnu.12322>.

60. Sitjà-Rabert M, Martínez-Zapata MJ, Fort-Vanmeerhaeghe A, et al. Effects of a whole body vibration (WBV) exercise intervention for institutionalized older people: a randomized, multicentre, parallel, clinical trial. *J Am Med Directors*. 2015; 16:125–131. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2014.07.018>.

Table 1 Baseline characteristics of the elderly women who participated in the study.

Variables	Mean $\pm$ SD/ n (%)
(n = 14)	
Age (years)	63.3 $\pm$ 4.63
BMI (kg/m ²)	26.40 $\pm$ 2.99
Physical Activity Level	
Sedentary	5 (35.7)
Irregularly active	9 (64.3)
Comorbidities	
Hypertension	10 (64.3)
Diabetes Mellitus	4 (28.6)
Arthrosis	8 (57.1)
Osteoporosis	6 (42.9)
FES-I	26.36 $\pm$ 4.98
Coded FES-I	
≥ 23 points	12 (85.7)
≥ 31 points	2 (14.3)

SD: standard deviation; BMI: body mass index;

FES I: *Falls Efficacy Scale–International*.

Table 2 Pre- and post-session values for balance, gait speed, sit-to-stand, and TUG.

Outcomes	Intervention	Pre-intervention	Post-intervention	Mean difference (Δ)	95% CI for the difference	% of change
Static Balance	WBV 2 mm	-0.17 $\pm$ 2.55	-4.59 $\pm$ 13.77	4.41 $\pm$ 13.32	-12.10 ; 3.28	137.70 $\pm$ 632.60
Medial-lateral	WBV 4 mm	-0.17 $\pm$ 2.55	-1.89 $\pm$ 2.76	1.72 $\pm$ 2.44	-3.13 ; -0.30	42.31 $\pm$ 226.94
Static Balance	WBV 2 mm	-1.49 $\pm$ 1.86	-0.55 $\pm$ 1.91	0.94 $\pm$ 2.22	-0.34 ; 2.22	13.60 $\pm$ 163.81
Anteroposterior	WBV 4 mm	-1.49 $\pm$ 1.86	-1.70 $\pm$ 1.26	-0.21 $\pm$ 1.56	-1.11 ; 0.69	4.85 $\pm$ 134.72
Gait Speed	WBV 2 mm	1.29 $\pm$ 0.34	1.30 $\pm$ 0.36	0.07 $\pm$ 0.19	- 0.10 ; 0.11	1.00 $\pm$ 16.60
	WBV 4 mm	1.29 $\pm$ 0.34	1.33 $\pm$ 0.31	0.04 $\pm$ 0.21	- 0.08 ; 0.16	4.95 $\pm$ 16.87
Sit-to-stand	WBV 2 mm	11.79 $\pm$ 2.86	12.29 $\pm$ 3.45	0.50 $\pm$ 1.45 [§]	- 0.34 ; 1.33	4.14 $\pm$ 11.99
	WBV 4 mm	11.89 $\pm$ 2.86	13.28 $\pm$ 2.72 ^{#¥}	1.50 $\pm$ 1.34	0.72 ; 2.27	14.73 $\pm$ 14.99
TUG	WBV 2 mm	11.22 $\pm$ 3.14	10.06 $\pm$ 3.44	- 1.16 $\pm$ 1.77	- 2.18 ; - 0.14	10.71 $\pm$ 17.51
	WBV 4 mm	11.22 $\pm$ 3.14	9.24 $\pm$ 2.57 ^{*¥}	- 1.97 $\pm$ 2.24	- 3.27 ; - 0.67	16.24 $\pm$ 16.44

[#] Mean difference between 4 mm pre- and post-intervention, p=0.001; ^{*} Mean difference between 4 mm pre- and post-intervention, p<0.000;

[¥]Mean difference between 2 mm pre- and 4mm post-intervention, p<0.000; [§]Δ significant difference between 2 mm and 4 mm interventions, p=0.005 (Paired t-test). Friedman test with post hoc Wilcoxon sign ranks test.

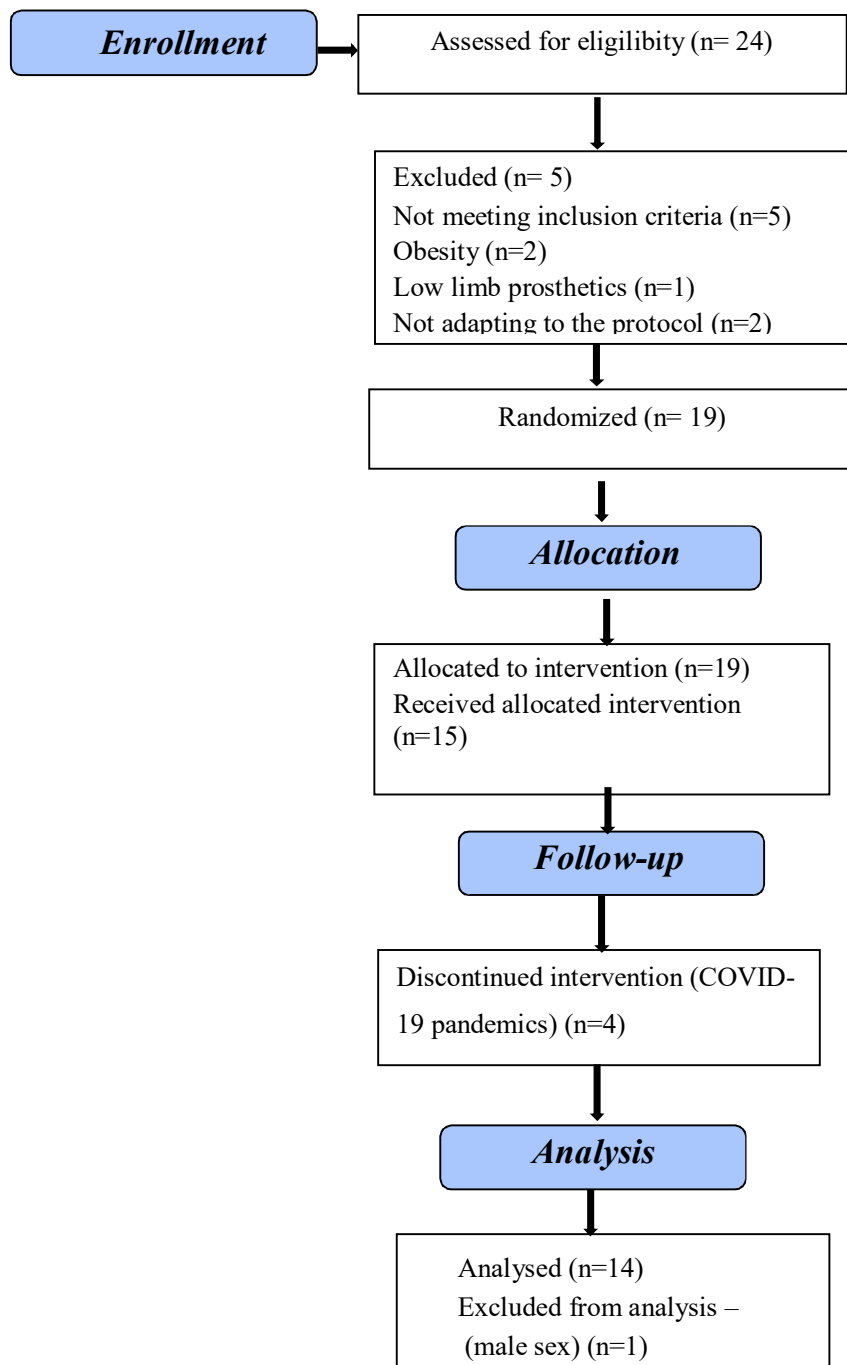


Figure 1 Participant enrollment and randomization flow chart.

APÊNDICE C - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
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 **“Influência de um protocolo de treinamento com vibração de corpo inteiro de diferentes amplitudes sobre equilíbrio postural, velocidade da marcha, força muscular e mobilidade funcional em idosos: Ensaio clínico randomizado tipo *Crossover*”** que está sob a responsabilidade do (a) pesquisador (a) Anna Xênya Patrício de Araújo, residente na Rua José Vieira de Vasconcelos, 16, centro, Tracunhaém -PE – Telefone do pesquisador: (81) 9 9723-1571 e e-mail: annaxenya91@gmail.com e está sob a orientação de: Profª Drª Patrícia Érika de Melo Marinho, Telefone para contato: (81) 99106-9204 e-mail: patricia.marinho@ufpe.br. Também participa desta pesquisa como co-orientadora: Profª Drª Maria das Graças Rodrigues de Araújo, Telefone para contato: (81) 99972-9856, e-mail: maria.raraujo@ufpe.br.

Este Termo de Consentimento pode conter alguns tópicos que o/a senhor/a não compreenda. Caso haja alguma dúvida, pergunte à pessoa a quem está lhe entrevistando, para que o/a senhor/a esteja bem esclarecido (a) sobre tudo que está respondendo. Após ser esclarecido (a) sobre as informações a seguir, caso aceite em fazer parte do estudo, rubrique as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável. Em caso de recusa o (a) sr (a) não será penalizado (a) de forma alguma. Também garantimos que o (a) senhor (a) tem o direito de retirar o consentimento da sua participação em qualquer fase da pesquisa, sem qualquer penalidade.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

Objetivo: Avaliar os efeitos agudos da VCI com frequência de 35Hz e amplitudes de 2mm e de 4mm sobre o equilíbrio postural estático, velocidade da marcha, força muscular e mobilidade funcional de idosos sedentários.

Procedimento do estudo: Os pacientes realizarão sessões com a plataforma vibratória com alternância de amplitude. O treinamento consiste em ficar de pé em cima de um aparelho que produz estímulo vibratório de forma segura. Será realizada uma avaliação inicial e uma avaliação e reavaliação antes e após cada protocolo. O paciente será submetido a 2 sessões com período de descanso (*washout*) de uma semana para cada sessão.

Justificativa: Estudos recentes têm demonstrado benefícios do treinamento com plataforma vibratória em indivíduos com diferentes idades e capacidade funcional. Nesse contexto, pretende-se verificar por meio de uma pesquisa qual o protocolo de treinamento promove melhores respostas em idosos.

Riscos e Desconfortos: Durante a pesquisa o paciente poderá sofrer riscos ínfimos como,

tontura ou cansaço, porém os voluntários estarão sob monitorização específica de equipamentos e profissionais capacitados para o socorro de prontidão. Caso qualquer problema seja observado, o treinamento será interrompido. Se ainda assim o problema não for sanado, o paciente será imediatamente encaminhado para um pronto atendimento de urgência mais próximo.

Benefícios: Como benefícios diretos de um programa de treinamento com vibração de corpo inteiro já foi cientificamente comprovado que melhora do equilíbrio postural, velocidade da marcha, força muscular e redução do risco de quedas em idosos, promove melhor adesão ao tratamento, minimizando esforço e impacto nas articulações quando comparado a programas de exercícios convencionais. Os benefícios indiretos desse estudo poderão contribuir para aperfeiçoar o conhecimento sobre a eficácia desse programa, podendo ser um importante instrumento para reduzir os efeitos deletérios causados pelo envelhecimento.

Caráter confidencial dos registros: Este termo de consentimento respeita a privacidade do participante e os seus direitos estão acima da ciência e da sociedade de acordo com a Declaração de Helsinque. 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 (gravações, entrevistas e fotos), ficarão armazenados em computador institucional, sob a responsabilidade da pesquisadora Anna Xênya Patrício de Araújo, no endereço: Av. Jorn. Anibal Fernandes, s/n, Cidade Universitária CEP: 50740-560, Recife – PE, pelo período de 5 anos. A coleta de dados só poderá ser iniciada após a aprovação do projeto de pesquisa pelo CEP e o cronograma será devidamente cumprido.

O (a) senhor (a) não pagará nada para participar desta pesquisa. Se houver necessidade, as despesas para a sua participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento de despesas). Fica também garantida indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extrajudicial.

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 “Influência de um protocolo de treinamento com VCI de diferentes amplitudes sobre equilíbrio postural, velocidade da marcha, força muscular e mobilidade funcional em idosos: Ensaio clínico randomizado tipo *Crossover*” como voluntário (a). Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo (a) pesquisador (a) sobre a pesquisa, os objetivos, métodos e 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: _____

Impressão digital
(opcional)

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 D - Ficha de Avaliação

Paciente: _____ Data da avaliação: ____ / ____ / ____

Dados Sociodemográficos

Nome:	Sexo: F () M ()
Profissão / Ocupação:	Naturalidade:
Data de nascimento: / /	Idade:
Cor: Branca () Preta () Parda () Outra () Especifique:	

Enderenço:	
Telefone:	Email:
Instituição:	

Estado Civil

Casado (a) ()	Viúvo (a) ()
União Estável ()	Solteiro (a) ()

Escolaridade

Fundamental Completo ()	Fundamental Incompleto ()
Médio Completo ()	Médio Incompleto ()
Superior Completo ()	Superior Incompleto ()
Analfabeto ()	Não sabe informar ()

Socioeconômico

Classe econômica A ()	Classe econômica B ()
Classe econômica C ()	Não sabe informar ()

Estado de Saúde

Hipertenso (a) ()	Diabético (a) ()
Cardiopata () Especifique:	Osteoporose ()
Neurológico () Especifique:	Labirintite ()
Auditivo ()	Visual ()
Tabagista ()	Etilista ()
Artrose ()	Prótese ()
Outros () Especifique:	Medicação Controlada () Especifique: Frequência:

Composição Corporal e Antropometria

Altura	
Massa Corporal Total	
IMC	

Força Muscular De Membros Inferiores

Teste de sentar-levantar	Avaliação (PRÉ)	Reavaliação Protocolo A (PÓS)	Avaliação (PRÉ)	Reavaliação Protocolo B (PÓS)
	Data: / /	Data: / /	Data: / /	Data: / /
Número de repetições				

Velocidade da Marcha

Teste de caminhada de metros (TCM10)	Avaliação (PRÉ)	Reavaliação Protocolo A (PÓS)	Avaliação (PRÉ)	Reavaliação Protocolo B (PÓS)
	Data: / /	Data: / /	Data: / /	Data: / /
1ª tentativa (m/s ²)				
2ª tentativa (m/s ²)				
3ª tentativa (m/s ²)				

Equilíbrio Postural

Equilíbrio Estático	Avaliação (PRÉ)	Reavaliação Protocolo A (PÓS)	Avaliação (PRÉ)	Reavaliação Protocolo B (PÓS)
	Data: / /	Data: / /	Data: / /	Data: / /
Anteroposterior				
CoPx				
CoPy				
Médio-lateral				
CoPx				
CoPy				

Mobilidade Funcional

Timed up and go test (TUG)	Avaliação (PRÉ)	Reavaliação Protocolo A (PÓS)	Avaliação (PRÉ)	Reavaliação Protocolo B (PÓS)
	Data: / /	Data: / /	Data: / /	Data: / /
Tempo total (Segundos)				

**Falls Efficacy Scale–International - Brasil (FES-I- Brasil) (Preenchida em anexo próprio
- ANEXO –G)**

APÊNDICE E - Ficha de Exercício

Nome: _____

Data: __/__/__ Idade: _____ Sexo: F() M()

Protocolo	Frequência	Amplitude	Distanciamento Entre os Pés	Duração	Tempo de Treino
A	35Hz	2mm	20cm	60/60	20 minutos
B	35Hz	4mm	20cm	60/60	20 minutos

1ª Sessão

Protocolo: _____ Data: __/__/__

	Repouso	Após o treinamento
PA		
FC		
FR		
SpO ₂		
Eventos Adversos:		

2ª Sessão

Protocolo: _____ Data: __/__/__

	Repouso	Após o treinamento
PA		
FC		
FR		
SpO ₂		
Eventos Adversos:		

ANEXO A – Comprovante de Submissão – Revisão Sistemática



Título em inglês: An overview of systematic reviews on the effectiveness of whole-body vibration on muscle strength and risk of falls in older adults.

Journal:	Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia
Manuscript ID:	RBGG-2021-0058
Manuscript Type:	Review Article
Keyword:	Aging, Exercise, Longevity, Physical and functional performance, Quality of life

SCHOLARONE™
Manuscripts

ANEXO B – Comprovante de Submissão – Artigo Original

Brazilian Journal of Physical Therapy

Acute effects of two whole-body vibration amplitudes on postural balance, gait speed, muscle strength, and functional mobility in older women: A crossover randomized controlled trial
--Manuscript Draft--

Manuscript Number:	
Article Type:	Research Paper
Keywords:	Vibration; Aging; Physical functional performance; Health services for the elderly.
Corresponding Author:	Patrícia Érika de Melo Marinho, PhD Universidade Federal de Pernambuco Recife, Pernambuco BRAZIL
First Author:	Anna Xênya Patrício de Araújo, MSc
Order of Authors:	Anna Xênya Patrício de Araújo, MSc Maria das Graças Rodrigues de Araújo, PhD Luis Augusto Mendes Fontes, MSc Patrícia Érika de Melo Marinho, PhD
Abstract:	Abstract Background: Although whole-body vibration (WBV) is an alternative form of intervention for sedentary older, the prescription of an exercise program to improve postural balance, gait speed, muscle strength, and functional mobility has not yet been





Role: **Author**
Username: annaxenya91@gmail.com

ing Processed for Author ANNA ARAUJO

Page: 1 of 1 (1 total submissions)

Display 10 results per page.

Manuscript Number ▲▼	Title ▲▼	Authorship ▲▼	Initial Date Submitted ▲▼	Status Date ▲▼	Current Status ▲▼
BJPT-D-21-00249	Acute effects of two whole-body vibration amplitudes on postural balance, gait speed, muscle strength, and functional mobility in older women: A crossover randomized controlled trial	Other Author	Mar 29, 2021	Mar 29, 2021	Submitted to Journal

Page: 1 of 1 (1 total submissions)

Display 10 results per page.

ANEXO C – Parecer consubstanciado do CEP**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

Título da Pesquisa: Influência de um protocolo de treinamento com VCI de diferentes amplitudes sobre equilíbrio postural, velocidade da marcha, força muscular e risco de quedas em idosos: Ensaio clínico randomizado tipo Crossover

Pesquisador: Patrícia Érika de Melo Marinho

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 19894619.0.0000.5208

Instituição Proponente: CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.617.829

ANEXO D – Registro PROSPERO

NIHR | National Institute
for Health Research

PROSPERO
International prospective register of systematic reviews

ID	Title	Status	Last edited
CRD42020140374	Systematic reviews on the effectiveness of whole body vibration on muscle strength and risk of falls in the elderly using AMSTAR 2 and ROBIS as quality assessment tools	Registered	28/07/2020 

ANEXO E – Parecer do Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos

Estudo publicado
RBR-2hpijk Influence of an exercise protocol with VCI of different amplitudes on postural balance, gait speed, muscle strength and...
Data de registro: 11/11/2019 (dd/mm/yyyy)
Última data de aprovação: 28/12/2020 (dd/mm/yyyy)
Tipo de estudo:
Intervenções
Título científico:
en
Influence of an exercise protocol with VCI of different amplitudes on postural balance, gait speed, muscle strength and functional mobility in the elderly: a randomized crossover clinical trial
pt-br
Influência de um protocolo de exercício com VCI de diferentes amplitudes sobre equilíbrio postural, velocidade da marcha, força muscular e mobilidade funcional em idosos: Ensaio clínico randomizado tipo Crossover
Identificação do ensaio
• Número do UTN: U1111-1239-5792

ANEXO F - Questionário Internacional de Atividade Física – versão curta – IPAQ

Nome: _____

Data: ____/____/____ Idade: _____ Sexo: F() M()

IMPORTANTE! Nós estamos interessados em saber em que tipos de atividade física as pessoas fazem como parte do seu dia a dia. Este projeto faz parte de um grande estudo que está sendo feito em diferentes países ao redor do mundo. Suas respostas nos ajudarão a entender que tão ativos nós somos em relação à pessoa de outros países. As perguntas estão relacionadas ao tempo que você gasta fazendo atividade física na **ÚLTIMA** semana. As perguntas incluem as atividades que você faz no trabalho, para ir de um lugar a outro, por lazer, por esporte, por exercício ou como parte das suas atividades em casa ou no jardim. Suas respostas são muito importantes. Por favor responda cada questão mesmo que considere que não seja ativo. Obrigada por sua participação.

Para responder as questões lembre-se que:

- As atividades físicas **VIGOROSAS** são aquelas que precisam de um grande esforço físico e que fazem respirar **MUITO** mais forte que o normal.
- Atividades físicas **MODERADAS** são aquelas que precisam de algum esforço físico e que fazem respirar **UM POUCO** mais forte que o normal.

Para responder as perguntas pense somente nas atividades que você realiza por pelo menos 10 minutos contínuos de cada vez.

1.a) Em quantos dias da última semana você **CAMINHOU** por pelo menos 10 minutos contínuos em casa ou no trabalho, como forma de transporte para ir de um lugar para outro, por lazer, por prazer ou como forma de exercício?

Dias ____ por semana () Nenhum

1.b) Nos dias em que você caminhou por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou caminhando por dia?

Horas ____ Minutos ____

2.a) Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **MODERADAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo pedalar leve na bicicleta, nadar, dançar, fazer ginástica aeróbica leve, jogar vôlei recreativo, carregar pesos leves, fazer serviços domésticos na casa, no quintal ou no jardim como varrer, 115 aspirar, cuidar do jardim, ou qualquer atividade que fez aumentar moderadamente sua respiração ou batimentos do coração (POR FAVOR NÃO INCLUIR CAMINHADA).

Dias _____ por SEMANA () Nenhum

2.b) Nos dias em que você fez essas atividades moderadas por pelo menos 10 minutos contínuos, quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades por dia?

Horas _____ Minutos _____

3.a) Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **VIGOROSAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo: correr, fazer ginástica aeróbica, jogar futebol, pedalar rápido na bicicleta, jogar basquete, fazer serviços domésticos pesados em casa, no quintal ou cavoucar no jardim, carregar pesos elevados ou qualquer atividade que fez aumentar **MUITO** sua respiração ou batimentos do coração.

Dias _____ por SEMANA () Nenhum

3.b) Nos dias em que você fez essas atividades vigorosas por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades por dia?

Horas _____ Minutos _____

Estas últimas questões são sobre o tempo que você permanece sentado todo o dia, no trabalho, na escola ou faculdade, em casa e durante seu tempo livre. Isto inclui o tempo sentado estudando, sentado enquanto descansa, fazendo lição de casa, visitando um amigo, lendo, sentado ou deitado assistindo TV. Não inclua o tempo gasto sentando durante o transporte em ônibus, trem, metrô ou carro.

4.a) Quanto tempo no total você gasta sentado durante um dia de semana?

Horas ____ Minutos ____

4.b) Quanto tempo no total você gasta sentado durante um dia de final de semana?

Horas ____ Minutos ____



CLASSIFICAÇÃO DO NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA IPAQ

1. MUITO ATIVO: aquele que cumpriu as recomendações de:

- a) VIGOROSA: ≥ 5 dias/sem e ≥ 30 minutos por sessão ou
- b) VIGOROSA: ≥ 3 dias/sem e ≥ 20 minutos por sessão + MODERADA ou CAMINHADA: ≥ 5 dias/sem e ≥ 30 minutos por sessão.

2. ATIVO: aquele que cumpriu as recomendações de:

- a) VIGOROSA: ≥ 3 dias/sem e ≥ 20 minutos por sessão; ou
- b) MODERADA ou CAMINHADA: ≥ 5 dias/sem e ≥ 30 minutos por sessão; ou
- c) Qualquer atividade somada: ≥ 5 dias/sem e ≥ 150 minutos/sem (caminhada + moderada + vigorosa).

3. IRREGULARMENTE ATIVO: aquele que realiza atividade física, porém, de forma insuficiente para ser classificado como ativo pois não cumpre as recomendações quanto à frequência ou duração. Para realizar essa classificação soma-se a frequência e a duração dos diferentes tipos de atividades (caminhada + moderada + vigorosa).

4. SEDENTÁRIO: aquele que não realizou nenhuma atividade física por pelo menos 10 minutos contínuos durante a semana.

Exemplos:

Indivíduos	Caminhada		Moderada		Vigorosa		Classificação
	F	D	F	D	F	D	
1	-	-	-	-	-	-	Sedentário
2	4	20	1	30	-	-	Irregularmente Ativo
3	3	30	-	-	-	-	Irregularmente Ativo
4	3	20	3	20	1	30	Ativo
5	5	45	-	-	-	-	Ativo
6	3	30	3	30	3	20	Muito Ativo
7	-	-	-	-	5	30	Muito Ativo

F = Frequência – D = Duração

ANEXO G - Falls Efficacy Scale–International – Brasil

Escala de eficácia de quedas – Internacional – Brasil (FES-I-Brasil)				
Agora nós gostaríamos de fazer algumas perguntas sobre qual é sua preocupação a respeito da possibilidade de cair. Por favor, responda imaginando como você normalmente faz a atividade. Se você atualmente não faz a atividade (por ex. alguém vai às compras para você), responda de maneira a mostrar como você se sentiria em relação a quedas se você tivesse que fazer essa atividade. Para cada uma das seguintes atividades, por favor, marque o quadradinho que mais se aproxima de sua opinião sobre o quão preocupado você fica com a possibilidade de cair, se você fizesse esta atividade.				
	Nem um pouco preocupado 1	Um pouco preocupado 2	Muito preocupado 3	Extremamente preocupado 4
1. Limpando a casa (ex: passar pano, aspirar ou tirar a poeira)	1	2	3	4
2. Vestindo ou tirando a roupa	1	2	3	4
3. Preparando refeições simples	1	2	3	4
4. Tomando banho	1	2	3	4
5. Indo às compras	1	2	3	4
6. Sentando ou levantando de uma cadeira	1	2	3	4
7. Subindo ou descendo escadas	1	2	3	4
8. Caminhando pela vizinhança	1	2	3	4
9. Pegando algo acima de sua cabeça ou do chão	1	2	3	4
10. Indo atender o telefone antes que pare de tocar	1	2	3	4
11. Andando sobre superfície escorregadia (ex: chão molhado)	1	2	3	4
12. Visitando um amigo ou parente	1	2	3	4
13. Andando em lugares cheios de gente	1	2	3	4
14. Caminhando sobre superfície irregular (com pedras, esburacada)	1	2	3	4
15. Subindo ou descendo uma ladeira	1	2	3	4
16. Indo a uma atividade social (ex: ato religioso, reunião de família ou encontro no clube)	1	2	3	4