



Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Centro Biomédico
Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes

Alexandre Gonçalves de Meirelles

**Efeitos do exercício de vibração de corpo inteiro na resposta muscular e no
risco de quedas em idosos: uma revisão sistemática**

Rio de Janeiro
2022

Alexandre Gonçalves de Meirelles

Efeitos do exercício de vibração de corpo inteiro na resposta muscular e no risco de quedas em idosos: uma revisão sistemática

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre no Mestrado Profissional em Saúde, Medicina Laboratorial e Tecnologia Forense, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Orientadora: Prof^ª. Dra. Danúbia da Cunha de Sá-Caputo

Coorientador: Prof. Dr. Mário Bernardo-Filho

Rio de Janeiro

2022

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ/REDE SIRIUS/BIBLIOTECA CB-A

M514 Meirelles, Alexandre Gonçalves de.
Efeitos do exercício de vibração de corpo inteiro nas respostas musculares e no risco de quedas em idosos: uma revisão sistemática / Alexandre Gonçalves de Meirelles. – 2022.
77 f.

Orientadora: Danúbia da Cunha de Sá-Caputo.

Coorientador: Mário Bernardo-Filho.

Dissertação (Mestrado) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes. Programa de Pós-Graduação em Saúde, Medicina Laboratorial e Tecnologia Forense.

1. Exercícios físicos – Uso terapêutico – Teses. 2. Vibração – Uso terapêutico – Teses. 3. Idosos – Acidentes por quedas – Teses. 4. Exercícios físicos para idosos – Teses. I. Sá-Caputo, Danúbia da Cunha de. II. Bernardo-Filho, Mário. III. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes. IV. Título.

CDU 615.825-053.9

Bibliotecário: Felipe Caldonazzo
CRB7/7341

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação, desde que citada a fonte.

Assinatura

Data

Alexandre Gonçalves de Meirelles

Efeitos do exercício de vibração de corpo inteiro na resposta muscular e no risco de quedas em idosos: uma revisão sistemática

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre no Mestrado Profissional em Saúde, Medicina Laboratorial e Tecnologia Forense, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Aprovada em 28 de abril de 2022.

Coorientador: Prof. Dr. Mario Bernardo-Filho

Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes - UERJ

Banca Examinadora: _____

Prof^ª. Dra. Danúbia da Cunha de Sá-Caputo (Orientadora)

Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes - UERJ

Prof^ª. Dra. Thaís Porto Amadeu

Faculdade de Ciências Médicas - UERJ

Prof^ª. Dra. Anelise Souza

Universidade do Estado de Santa Catarina

Rio de Janeiro

2022

DEDICATÓRIA

Dedico esta dissertação à memória de meu querido e amado avô, Narcy Gonçalves da Silva, a toda a minha família, a minha noiva Ana Claudia que sempre compreendeu minha ausência nos momentos em que precisei me dedicar a este trabalho, a ciência e a docência.

AGRADECIMENTOS

Aos meus orientadores Danúbia da Cunha de Sá Caputo e Mario Bernardo Filho.

Aos demais colegas do Laboratório de Vibrações Mecânicas e Práticas Integrativas – LAVIMPI.

Aos professores e colegas do Mestrado Profissional.

A banca examinadora pela disponibilidade em participar da avaliação do meu trabalho.

Aos meus amigos Eloá Moreira Marconi e Ygor da Sila Teixeira, Júlio César de Oliveira pela parceria e ajuda nos momentos de dificuldade.

Ao meu grande amigo e mentor Henrique Baumgarth.

RESUMO

MEIRELLES, Alexandre Gonçalves de. *Efeitos do exercício de vibração de corpo inteiro nas respostas musculares e no risco de quedas em idosos: uma revisão sistemática*. 2022. 77 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Saúde, Medicina Laboratorial e Tecnologia Forense) – Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2022.

Os idosos, geralmente, apresentam mobilidade e capacidade funcional reduzidas devido à diminuição da massa e da força muscular, que contribuem para a fragilidade e aumento do risco de quedas. O exercício físico é recomendado para manter ou aumentar a força e a massa muscular dos idosos. O exercício de vibração de corpo inteiro (EVCI) melhora a funcionalidade e apresenta boa adesão nessa população. O objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão sistemática sobre os efeitos do EVCI na resposta muscular e no risco de quedas em idosos. Foram seguidas as recomendações do *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA). A revisão sistemática foi registrada no *International Prospective Register of Systematic Reviews* (PROSPERO) com o número CRD42020198858. Foram realizadas buscas em cinco bases de dados em 20 de julho de 2020 e repetiram em 23 de fevereiro de 2021. Os critérios de inclusão foram: a) ser um ensaio clínico randomizado (ECR) sobre os efeitos do EVCI na resposta muscular e no risco de quedas em idosos; b) ser publicado em inglês; c) ter como intervenção o EVCI. Para avaliação da qualidade metodológica foi utilizada a ferramenta *Physiotherapy Evidence Database*, para o risco de viés, a ferramenta da Colaboração Cochrane e para o nível de evidência, a hierarquia de evidência do *National Health and Medical Research Council-NHMRC*. Cinco ensaios clínicos randomizados foram incluídos. Dois estudos apresentaram baixo risco de viés, dois, alto e um, pouco claro. A qualidade metodológica foi considerada "alta" em 3 artigos e "regular" em 2. Todos os estudos selecionados relataram melhora no risco de quedas e na resposta muscular após o EVCI. É possível concluir que o EVCI pode reduzir o risco de quedas e melhorar a resposta muscular em idosos. No entanto, devido ao baixo número de publicações, sugere-se que mais estudos (com melhor qualidade metodológica) sejam realizados para uma melhor compreensão sobre os efeitos do EVCI nesta população, com relação aos desfechos estudados.

Palavras-chave: Exercício físico. Terapia vibratória sistêmica. Fragilidade. Reabilitação. Idoso.

ABSTRACT

MEIRELLES, Alexandre Gonçalves de. *Effects of whole-body vibration exercises on muscle responses and on risk of falls in elderly: a systematic review*. 2022. 77 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Saúde, Medicina Laboratorial e Tecnologia Forense) – Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2022.

The elderly generally have reduced mobility and functional capacity due to decreased muscle mass and strength, which contribute to frailty and increased risk of falls. Physical exercise is recommended to maintain or increase strength and muscle mass in the elderly. Whole-body vibration exercise (WBV) improves functionality and has good adherence in this population. The objective of this study was to carry out a systematic review on the effects of WBV on muscle response and the risk of falls in the elderly. The recommendations of the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) were followed. The systematic review was registered in the International Prospective Register of Systematic Reviews (PROSPERO) under the number CRD42020198858. Searches were carried out in five databases on July 20, 2020 and repeated on February 23, 2021. Inclusion criteria were: a) randomized clinical trials (RCT) on the effects of WBV on muscle response and risk of falls in the elderly; b) publications in English; c) studies with WBV as an intervention. To assess the methodological quality, the Physiotherapy Evidence Database tool was used, for the risk of bias, the Cochrane Collaboration tool and for the level of evidence, the evidence hierarchy of the National Health and Medical Research Council-NHMRC. Five randomized controlled trials were included. Two studies had a low risk of bias, two, high, and one, unclear. Methodological quality was considered "high" in 3 articles and "fair" in 2. All selected studies reported an improvement in the risk of falls and in the muscular response after the WBV. It is possible to conclude that WBV can reduce the risk of falls and improve muscle response in the elderly. However, due to the low number of publications, it is suggested that more studies (with better methodological quality) be carried out for a better understanding of the effects of WBV in this population, in relation to the outcomes studied.

Keywords: Physical exercise. Vibration systemic therapy. Frailty. Rehabilitation. Aged.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 –	Pirâmide populacional brasileira.....	13
Figura 2 –	Deslocamento de onda sinusoidal em relação ao tempo.....	15
Figura 3 –	Nível de evidência adaptado do <i>National Health and Medical Research Council</i>	21
Figura 4 –	Fluxograma PRISMA do processo de seleção da literatura.....	22
Tabela 1 –	Tabela de resumo dos estudos incluídos na revisão com as principais conclusões.....	23
Figura 5 –	Resumo do risco de viés.....	27

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A	Amplitude
BBS	<i>Borg Balance Scale</i>
CINAHL	<i>Web of Science, Cumulative Index to Nursing e Allied Health Literature</i>
D	Deslocamento Pico a Pico
DP	Desvio Padrão
ECR	Ensaio Clínico Randomizado
EEB	Oscilação Postural e Escala de Equilíbrio de Berg
EVCI	Exercício de Vibração de Corpo Inteiro
F	Frequência
FIM	<i>Functional Independence Measure</i>
FRT	<i>Functional Reach Test</i>
FTSTS	<i>Five-times-sit-to stand test</i>
GC	Grupo Controle
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MFES	<i>Modified Falls Efficacy Scale</i>
NHMRC	<i>National Health and Medical Research Council</i>
OLS	<i>One Leg Stance</i>
TAF	Teste de Alcance Funcional
TCP	Teste de caminhada paralela
TSL	Teste de sentar e levantar da cadeira cinco vezes
TUG	<i>Timed Up and Go Test</i>
OMS	Organização Mundial da Saúde
PEDro	<i>Physiotherapy Evidence Database</i>
PPA	<i>Physiological Profile Assessment</i>
PWT	<i>Parallel Walking Test</i>
PU	Postura Unilateral
PV	Plataforma Vibratória

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO	11
1	REVISÃO DA LITERATURA	13
1.1	Envelhecimento	13
1.2	Exercício de vibração de corpo inteiro	15
2	OBJETIVO	16
2.1	Objetivo específico	16
3	MATERIAIS E MÉTODOS	17
3.1	Protocolo e Registro	17
3.2	Critérios de inclusão	17
3.3	Critérios de exclusão	17
3.4	Questão de pesquisa	18
3.5	Estratégia de pesquisa utilizada para a busca das publicações	18
3.6	Seleção dos estudos e extração de dados	20
3.7	Qualidade metodológica, risco de viés e níveis de evidência dos artigos selecionados	21
4	RESULTADOS	22
4.1	População do estudo	26
4.2	Protocolos de EVCI	26
4.3	Qualidade metodológica	26
4.4	Risco de viés	27
4.5	Desfechos	28
4.6	Publicação	29
5	DISCUSSÃO	30
5.1	Limitações	32
5.2	Relevância	32
	CONCLUSÃO	34
	REFERÊNCIAS	35
	APÊNDICE – Effects of whole-body vibration exercises on muscle responses and on risk of falls in elderly: a systematic reviewEffects of whole-body vibration exercises on muscle responses and on risk of falls in elderly: a	

systematic review (Manuscrito).....	42
ANEXO A - Acute Effects of Whole-Body Vibration Exercise on Pain Level, Functionality, and Rating of Exertion of Elderly Obese Knee Osteoarthritis Individuals: A Randomized Study.....	71
ANEXO B - Effect of the Combined Intervention with Passive Whole-Body Vibration and Auriculotherapy on the Quality of Life of Individuals with Knee Osteoarthritis Assessed by the WHOQOL-Bref: A Multi-Arm Clinical Trial.....	72
ANEXO C - Effect of Whole-Body Vibration on the Functional Responses of the Patients with Knee Osteoarthritis by the Electromyographic Profile of the Vastus Lateralis Muscles during the Five-Repetition Chair Stand Test: A Randomized Crossover Trial.....	73
ANEXO D - Whole-Body Vibration as Antihypertensive Non-Pharmacological Treatment in Hypertensive Individuals with Knee Osteoarthritis: Randomized Cross-Over Trial.....	74
ANEXO E - Effects of the Whole-Body Vibration and Auriculotherapy on the Functionality of Knee Osteoarthritis Individuals.....	75
ANEXO F - Evaluation of Whole-Body Vibration Exercise on Neuromuscular Activation Through Electromyographic Pattern of Vastus Lateralis Muscle and on Range of Motion of Knees in Metabolic Syndrome: A Quasi-Randomized Cross-Over Controlled Trial.....	76
ANEXO G – Whole-body vibration exercises benefit individuals with knee osteoarthritis: a narrative review.....	77

INTRODUÇÃO

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), a população idosa (indivíduos com mais de 60 anos) vem aumentando gradativamente em todo mundo¹. Assim, existe a preocupação em proporcionar saúde, melhora da qualidade de vida e da capacidade funcional destes indivíduos, minimizando as consequências relacionadas com o processo fisiológico do envelhecimento. A diminuição dos hormônios sexuais, disfunções mitocondriais e apoptose, que ocorrem naturalmente devido ao envelhecimento, podem estar associadas à sarcopenia. Segundo Cruz-Jentoft et al.², a sarcopenia é definida como uma doença que causa alterações musculares, caracterizada por: (i) fraqueza muscular; (ii) redução da quantidade/qualidade muscular; (iii) diminuição do desempenho físico, podendo ser exacerbada pela inatividade física^{3,4}.

Estudos mostram que a sarcopenia é mais prevalente em homens com hipogonadismo, também conhecido como andropausa, devido ao declínio da testosterona, sendo sugerida a reposição hormonal^{5,6,7}. Além disso, Bondarev et al.⁸ observaram que mulheres na perimenopausa precoce e tardia apresentaram declínio da força e potência muscular durante a transição para a pós-menopausa, sugerindo que o exercício físico pode influenciar no desempenho físico dessa população durante a transição da menopausa.

Outras doenças relacionadas ao envelhecimento, como a osteoartrite, podem favorecer a inatividade física devido à alterações musculoesqueléticas que geram dor persistente e diminuição da mobilidade^{9,10}. Dessa forma, a população idosa apresenta fragilidade quanto à mobilidade e capacidade funcional devido à diminuição da massa e força muscular, velocidade ou estabilidade da marcha e propriocepção, que diminuem o equilíbrio e aumentam o risco de quedas^{3, 2,10}.

Um dos principais fatores de risco para quedas é a idade avançada, que pode aumentar o risco de morte ou lesões graves^{1,11}. O risco de quedas pode ser favorecido por alterações físicas, sensoriais e cognitivas associadas ao envelhecimento e ambientes não adaptados para essa população¹¹. O “Relatório global da OMS sobre prevenção de quedas em idosos” descreve que a taxa de admissão hospitalar devido às quedas em pessoas com mais de 60 anos na Austrália, Canadá, Reino Unido e Irlanda do Norte varia entre 1 e 3 a cada 10 000 habitantes. Ademais, as lesões causadas por queda, resultam em taxas mais elevadas de visitas ao departamento de emergência na Austrália Ocidental e no Reino Unido (variando entre 5 e 9

a cada 10 000 habitantes)¹². Indivíduos com mais de 65 anos têm maior probabilidade de sofrer quedas fatais do que pessoas mais jovens¹¹.

Estima-se que cerca de 10% dos idosos caem pelo menos duas vezes ao ano e que, após a primeira queda, o medo de cair aumenta, tornando esses indivíduos menos ativos e com redução da qualidade de vida^{13,14}. Além disso, os idosos podem sofrer lesões graves que requerem cuidados de longa duração e/ou institucionalização, favorecendo a inatividade física¹¹. Em idosos, os déficits de marcha e equilíbrio são os principais fatores de risco para quedas¹⁴. Portanto, são necessárias estratégias para prevenir quedas nessa população^{11,15}.

A prática de exercícios físicos é recomendada como estratégia para prevenir quedas em idosos^{10,15}. Autores descrevem que estes exercícios podem contribuir para a redução de quedas em idosos por melhorar a força muscular, flexibilidade, resistência e equilíbrio^{10,16,17}. O exercício de vibração de corpo inteiro (EVCI), considerado um exercício físico, induz respostas musculares na exposição do indivíduo à vibração mecânica, produzida pela plataforma vibratória (PV)¹⁸⁻²¹. Esses estímulos vibratórios podem produzir respostas físicas e/ou fisiológicas, promovendo uma resposta direta da musculatura (reflexo miotônico) ou uma resposta sistêmica (respostas hormonais ou alteração de biomarcadores)²⁰.

A intervenção por meio do EVCI pode contribuir para o manejo de doenças relacionadas ao envelhecimento, tais como: (i) osteoartrite²², (ii) síndrome metabólica²³, (iii) acidente vascular cerebral²⁴, (iv) doença de Parkinson²⁵, (v) osteoporose²⁶, (vi) hipertensão arterial²⁷.

Para a elaboração de um protocolo de intervenção com EVCI, existem alguns parâmetros biomecânicos importantes a serem considerados. Rauch et al.²¹ e Wuestefeld et al.¹⁹ recomendam que estudos sobre EVCI precisam descrever em detalhes os protocolos utilizados por meio de parâmetros biomecânicos (frequência, deslocamento pico a pico e aceleração de pico), posicionamento do indivíduo sobre a base da PV, número de vezes que o indivíduo será exposto ao estímulo vibratório por sessão, periodicidade semanal e o tempo total do protocolo de EVCI. A intensidade do exercício produzida pelo EVCI pode ser calculada de acordo com a frequência e o deslocamento pico a pico utilizados^{20,21,28}. Dessa forma, estudar os efeitos do EVCI na resposta muscular e no risco de quedas na população idosa é altamente desejável.

capacidades físicas dos idosos³²⁻³⁶. Quando relacionado ao conceito biológico, o envelhecimento está atrelado a aspectos nos planos molecular, celular, tecidual e orgânico de cada indivíduo, enquanto o conceito psíquico se dá pela relação das dimensões cognitivas e psicoativas, interferindo na personalidade e afeto^{29,30,34}. Sendo assim, o envelhecimento pode causar uma redução das aptidões da vida diária e uma fragilidade podendo fazer com que o idoso se torne cada vez mais dependente (físico ou emocionalmente) no ambiente doméstico^{29,30}.

Essas condições podem aumentar o risco de quedas como também os riscos de acidentes domésticos, fraturas e internações, reduzindo assim, a independência desses idosos e gerando maiores custos relacionados à saúde pública^{29,30,37,38}. Por esse motivo, existem algumas recomendações da OMS para reduzir as condições deletérias do envelhecimento. Estas recomendações estão relacionadas com orientações para o envelhecimento ativo, por medidas que abrangem não só mudanças físicas como também mudanças sociais, individuais e coletivas dos idosos. As principais características do envelhecimento ativo são: (i) melhora da autonomia, que é a capacidade de lidar com tomadas de decisões individuais diariamente; (ii) aumento da independência, que é a capacidade de realizar funções relacionadas com a vida diária, de forma a não depender de terceiros ou precisar de pouca ajuda; (iii) melhora da percepção do indivíduo na sociedade, sendo um pilar da qualidade de vida e (iv) aumento da expectativa de vida saudável, sem a presença de doenças incapacitantes³⁹.

A atuação do fisioterapeuta na prevenção de quedas é de extrema importância, pois ele pode planejar medidas educacionais, ofertando orientações que promovam saúde, que serão capazes de estimular o autocuidado e de proporcionar uma vida mais independente para o idosos⁴⁰⁻⁴². Além disso, o fisioterapeuta pode utilizar a plataforma vibratória, gerando EVCI na sua estratégia de tratamento (COFFITO Referencial Nacional de Procedimentos Fisioterapêuticos - RNPF 2019; N°131069119)⁴³ tendo como objetivo uma série de benefícios já descritos na literatura, incluindo a diminuição do risco de quedas⁴⁴. Alguns benefícios mostrados em estudos envolvendo o EVCI são: melhora da força muscular⁴⁵ melhora do equilíbrio⁴⁶.

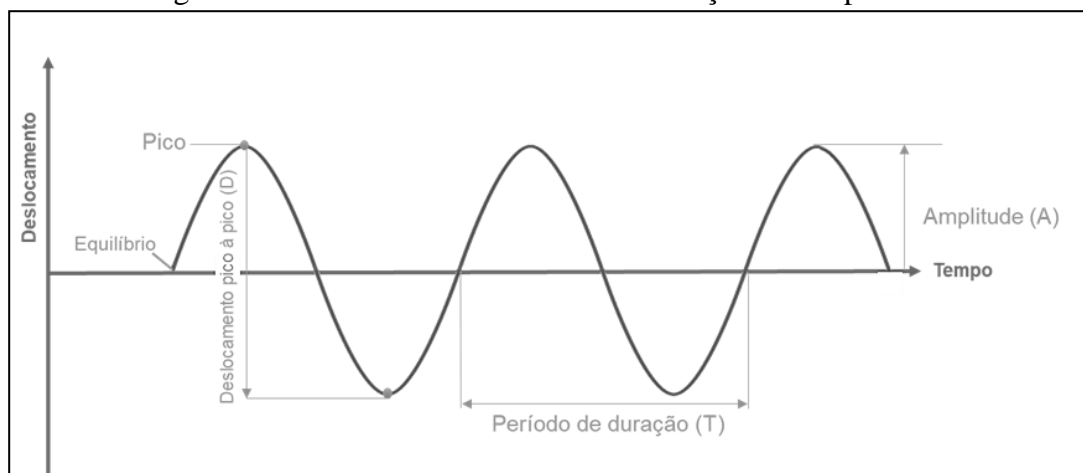
1.2 Exercício de vibração de corpo inteiro

O EVCI é uma intervenção que tem como característica o uso de uma PV que também pode ser chamada de atuador, que transmite para um ressonador, corpo humano, vibração mecânica. A partir do momento em que o indivíduo (ressonador) está em contato com a PV, temos o EVCI. A vibração mecânica produzida pela PV tem algumas características importantes, sendo um agente físico com deslocamento sinusoidal, determinista e harmônico. Essa vibração mecânica é caracterizada por uma oscilação forçada do corpo, onde a energia é transferida de um atuador PV para um ressonador (corpo humano)⁴⁷⁻⁴⁹.

Para a realização correta do EVCI, parâmetros biomecânicos, o posicionamento do indivíduo, o número de sessões, o tempo de exposição à vibração mecânica e o tempo de repouso do indivíduo durante o EVCI, assim como a frequência (f), expressa em Hertz (Hz) e o deslocamento pico-a-pico (D), deverão ser ajustados de acordo com os objetivos clínicos almejados⁵⁰ (Figura 2).

As variáveis biomecânicas que determinam a intensidade do exercício são a f e o D , pela fórmula descrita por Rauch et al. 2010 ($2 \times \pi^2 \times f^2 \times D$). Essa intensidade é denominada aceleração de pico (a_{pico}) e pode ser expressa em múltiplos da gravidade (g)⁴⁷.

Figura 2 - Deslocamento sinusoidal em relação ao tempo



Nota: A frequência (f) correspondente à duração do período é igual a: $f = 1 / T$, expressa em Hertz (Hz).
 Legenda: Adaptada de Rauch et al. 2010.

2 OBJETIVO

Investigar, por meio de uma revisão sistemática, o efeito do exercício de vibração de corpo inteiro, na resposta muscular e no risco de quedas em idosos.

2.1 Objetivo específico

Publicar o presente estudo em uma revista científica internacional visando auxiliar os profissionais de saúde quanto à utilização dos EVCI na população idosa.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Protocolo e Registro

O protocolo desta revisão sistemática foi previamente registrado no *International Prospective Register of Systematic Reviews* (PROSPERO) sob o número CRD42020198858 de acordo com o *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA)⁵¹.

3.2 Critérios de inclusão

A seleção dos artigos seguiu os critérios de inclusão:

- a) Ser um ensaio clínico randomizado ECR sobre os efeitos do EVCI na resposta muscular e no risco de quedas em idosos;
- b) Ser publicado em inglês; e
- c) Ter como intervenção o EVCI.

3.3 Critérios de exclusão

Os critérios de exclusão utilizados foram:

- a) Artigos de revisão;
- b) Artigos de protocolo do estudo;
- c) Estudos com indivíduos com idade inferior à 60 anos; e
- d) Estudos que abordassem protocolos com a realização de EVCI associado a intervenções farmacológicas.
- e) Estudo experimental e revisões.
- f) Artigos que não tivessem correlação com o desfecho.

Após a busca, as publicações selecionadas de acordo com os critérios de inclusão e exclusão.

3.4 Questão de pesquisa

O presente estudo teve como objetivo responder à seguinte questão: Quais são os efeitos do EVCI na resposta muscular e no risco de quedas em idosos? Para definir os componentes da questão de pesquisa, foi utilizada a estratégia PICOS (P = *population* [pacientes], I = *intervention* [intervenção], C = *comparison* [comparação], O = *outcome* [desfechos S= *studies* [estudos]) foi usado para definir estes componentes principais para a pesquisa⁵²: (P = Pacientes - idosos com 60 anos ou mais; I = Intervenção - EVCI; C = Comparação - EVIC versus sem EVCI; O = Desfechos - resposta muscular e risco de quedas; S = Estudos - Ensaio Clínico Randomizado - ECR)⁵¹.

3.5 Estratégia de pesquisa utilizada para a busca das publicações

Três revisores independentes (AGM, ACGS e EMM) acessaram cinco bases de dados em 20 de julho de 2020 e repetiram em 23 de fevereiro de 2021. As bases de dados *MEDLINE/PubMed*, *Physiotherapy Evidence Database (PEDro)*, *Web of Science*, *Cumulative Index to Nursing* e *Allied Health Literature (CINAHL)* e *Scopus* foram pesquisados usando as seguintes *strings* de pesquisa: (i) *CINAHL* - ((*older adults OR elderly OR geriatric OR geriatrics OR aging OR senior OR seniors OR older people OR aged 65 OR 65+ OR aged*) AND (*whole body vibration OR whole-body vibration OR wbv*) AND ((*falls prevention OR preventing falls OR prevent falls OR reduce falls OR fall prevention*) OR *fear of falling OR fall risk*) AND (*muscle OR musculoskeletal OR musculature OR muscles*); (ii) *Web of Science* - (*TS=("older adults") OR TS=(elderly) OR TS=(geriatrics) OR TS=(geriatrics) OR TS=(aged) OR TS=(aging) OR TS=(senior) OR TS=("older people")*) AND (*TS=("whole body vibration") OR TS=(wbv) OR TS=("whole-body vibration ")*) AND (*TS=("falls prevention") OR TS=("preventing falls") OR TS=("prevent falls") OR TS=("reduce falls") OR*

TS=("fall prevention") OR TS=("fear of falling") OR TS=("fall risk")) AND (TS=(muscle) OR TS=(muscles) OR TS=(musculoskeletal) OR TS=(musculature)); (iii) Scopus - ((TITLE-ABS-KEY ("whole body vibration") OR TITLE-ABS-KEY (wbv) OR TITLE-ABS-KEY ("whole-body vibration")) AND ((TITLE-ABS-KEY (muscle) OR TITLE-ABS-KEY (muscles) OR TITLE-ABS-KEY (musculoskeletal) OR TITLE-ABS-KEY (musculature))) AND ((TITLE-ABS-KEY ("older adults") OR TITLE-ABS-KEY (elderly) OR TITLE-ABS-KEY (geriatric) OR TITLE-ABS-KEY (geriatrics) OR TITLE-ABS-KEY (aging) OR TITLE-ABS-KEY (senior) OR TITLE-ABS-KEY (seniors) OR TITLE-ABS-KEY ("older people") OR TITLE-ABS-KEY (aged))) AND ((TITLE-ABS-KEY ("falls prevention") OR TITLE-ABS-KEY ("preventing falls") OR TITLE-ABS-KEY ("prevent falls") OR TITLE-ABS-KEY ("reduce falls") OR TITLE-ABS-KEY ("fall prevention") OR TITLE-ABS-KEY ("fear of falling") OR TITLE-ABS-KEY ("fall risk"))); (iv) MEDLINE/PubMed - (((((((((((("aged"[MeSH Terms]) OR ("aged, 80 and over"[MeSH Terms])) OR ("elderly"[All Fields])) OR ("geriatric"[All Fields])) OR ("geriatrics"[All Fields])) OR ("aging"[All Fields])) OR ("senior"[All Fields])) OR ("seniors"[All Fields])) OR ("older adults"[All Fields])) OR ("older people"[All Fields])) AND (((("whole body vibration") OR WBV) OR "vibration"[MeSH Terms]))) AND (((("muscle"[All Fields]) OR ("musculoskeletal"[All Fields])) OR ("musculature"[All Fields])) OR ("muscles"[All Fields])) OR ("muscle, skeletal"[MeSH Terms])) AND (((((((("accidental falls"[MeSH Terms]) OR ("falls prevention"[All Fields])) OR ("fall prevention"[All Fields])) OR ("preventing falls"[All Fields])) OR ("prevent falls"[All Fields])) OR ("reduce falls"[All Fields])) OR ("fall prevention"[All Fields])) OR ("fear of falling"[All Fields])) OR ("fall risk"[All Fields])) and the PEDro were searched using the following search keywords: (a) "muscle" "whole body vibration" "fall" "elderly"; (b) "muscle" "whole body vibration" "fall" "aged"; (c) "musculature" "whole body vibration" "fall" "elderly"; (d) "musculature" "whole body vibration" "fall" "aged"; (e) "musculature" "whole body vibration" "fall" "elderly"; (f) "musculoskeletal" "whole body vibration" "fall" "elderly"; (g) "musculoskeletal" "whole body vibration" "fall" "aged".

Todas as publicações foram examinadas e selecionadas de acordo com os critérios de elegibilidade.

3.6 Seleção dos estudos e extração de dados

Todos os artigos encontrados nas cinco bases de dados foram exportados para o *software* de gerenciamento de dados (Excel), e as duplicatas foram removidas. A revisão foi realizada seguindo algumas etapas:

- a) Identificação - os artigos foram identificados por meio de pesquisa de banco de dados e triagem de referências;
- b) Triagem - dois revisores (ACGS e YTS) examinaram independentemente títulos e resumos e aplicaram os critérios de elegibilidade para incluir os trabalhos; e
- c) Elegibilidade - textos completos relevantes foram analisados pelos mesmos revisores para inclusão na revisão sistemática. Um terceiro revisor (AGM) resolveu as divergências entre os dois revisores.

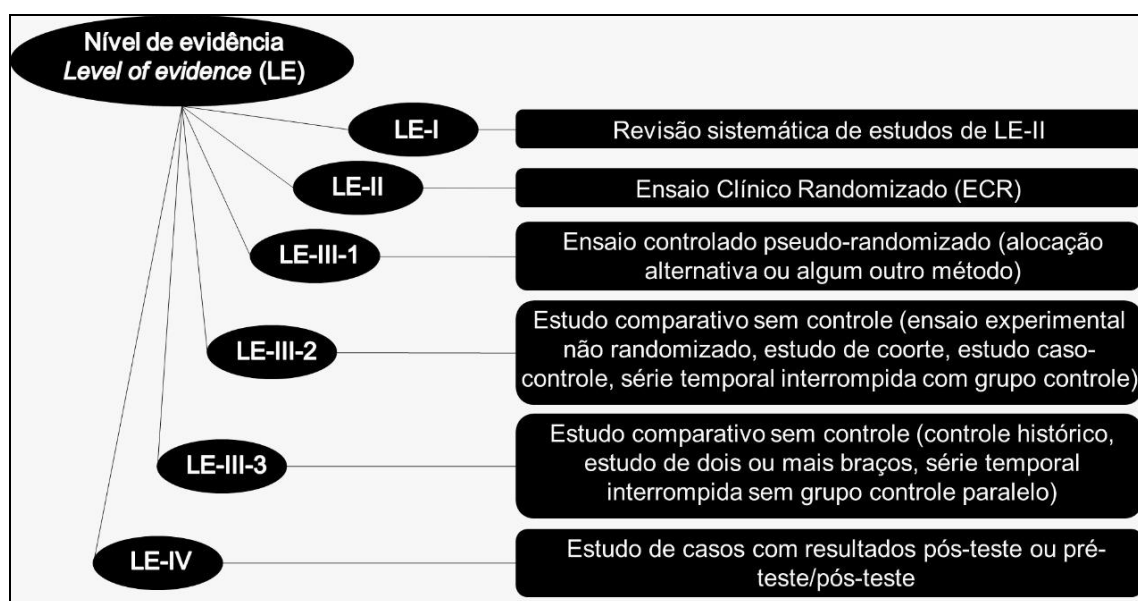
Foi elaborada uma planilha Excel contendo os dados extraídos de cada artigo:

- a) Autor e ano;
- b) Participantes/grupos (tamanho da amostra, idade, sexo);
- c) Objetivo;
- d) Avaliação muscular;
- e) Risco de avaliação de quedas;
- f) Protocolos de EVCI;
- g) Parâmetros biomecânicos (frequência, deslocamento pico a pico e aceleração de pico);
- h) Nível de evidência classificado pelo *National Health and Medical Research Council* (NHMRC) e qualidade metodológica avaliados com a escala PEDro;
- i) Resultados sobre as respostas musculares e risco de quedas. Dois pesquisadores (ACGS e VSC) extraíram os dados e as discordâncias foram resolvidas por um terceiro revisor (AGM).

3.7 Qualidade metodológica, risco de viés e nível de evidência dos artigos selecionados

Os artigos selecionados foram avaliados de forma independente por dois revisores (VCS e YTS), e quando houve discordâncias, um terceiro (AGM) resolveu as divergências. A qualidade metodológica foi classificada seguindo a escala PEDro. Essa escala avalia a qualidade metodológica de ensaios clínicos de intervenções fisioterapêuticas (10 itens estabelecidos com base em um “consenso de especialistas”)⁵³. A classificação foi estabelecida como 'alta' (escore ≥ 7); 'regular' (pontuação 5 e 6) e 'ruim' (pontuação ≤ 4)⁵⁴. O nível de evidência de cada trabalho selecionado foi baseado na hierarquia de evidência do NHMRC (Figura3)^{55,56}.

Figura 3 - Nível de evidência adaptado do *National Health and Medical Research Council*



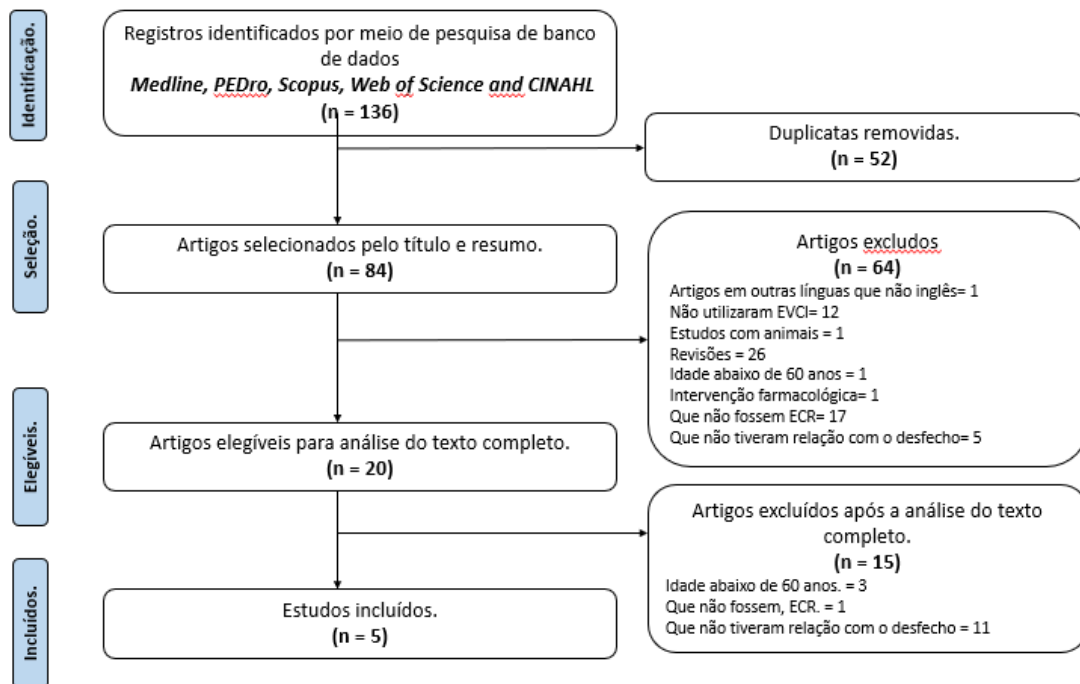
Fonte: O autor, 2021.

A ferramenta da Colaboração Cochrane foi usada para analisar o risco de viés dos estudos incluídos. Esta ferramenta avalia a validade interna do estudo e a avaliação do risco de possível viés em diferentes etapas dos estudos (geração de sequência aleatória, ocultação de alocação, cegamento de participantes, avaliação de pessoal e de resultados, medidas de resultados incompletas, relatórios seletivos de resultados e outras fontes de viés). Cada item do instrumento foi qualificado como baixo risco (verde), risco incerto (amarelo) ou alto risco (vermelho)^{57,58}. Os artigos selecionados foram avaliados de forma independente por dois revisores (VCS e ACGS), e quando houve discordância, um terceiro (EMM) foi consultado.

4 RESULTADOS

Cento e trinta e seis publicações foram inicialmente encontradas (CINAHL = 17, Web of Science = 53, MEDLINE/PubMed = 40, PEDro = 3, Scopus = 23). Em seguida, as duplicatas foram removidas e 84 artigos foram selecionados. Os critérios de elegibilidade foram aplicados e cinco trabalhos atenderam aos critérios de inclusão. A Figura 4 mostra o fluxograma PRISMA do processo de seleção⁵¹.

Figura 4 - Fluxograma PRISMA do processo de seleção da literatura



Fonte: O autor, 2021.

A Tabela 1 mostra diferentes informações sobre os artigos selecionados: autor e ano; participantes/grupos; objetivo; avaliação dos músculos; avaliação do risco de quedas; protocolos de EVCI; parâmetros biomecânicos; nível de evidência e qualidade metodológica; e resultados sobre as respostas musculares e risco de quedas.

Tabela 1 – Principais dados dos estudos incluídos na revisão.

Autor/Ano	Participantes/ grupos/ idade	Objetivo	Avaliação muscular	Avaliação do risco de quedas	Protocolos de EVCI	Frequência/ deslocamento de pico a pico ou amplitude/um pico	NHMRC/ Escala PEDro	Resultados
Parsons et al., ⁴⁴ 2016	N= 56 indivíduos (feminino) Grupo EVCI: n=22 (82,07 ± 6,4 anos) GC: n=23 (81,76 ± 8,0 anos)	Determinar o efeito do EVCI na capacidade funcional e risco de quedas.	<i>Physiological Profile Assessment</i> (PPA) (domínio de força muscular) FIM	PPA (domínio de saldo) FES	PV: não relatado Três vezes por semana (durante a internação) Posição: Semi agachamento 6 exercícios estáticos 2 séries de 30 segundos	F: 30 até 50 Hz D: 2 a 5 mm a _{pico} : não informado.	E=2 PEDro 8/10	Não houve diferença significativa no PPA (ambos os domínios) Melhorias significativas na pontuação da <i>Functional Independence Measure</i> ($p = 0,03$) e MFES ($p = 0,007$)
Leung et al., ⁴⁵ 2014	N= 661 indivíduos (mulheres na pós-menopausa) Grupo EVCI: n=334 (74,5 ± 7,1 anos) GC: n=327 (71,3 ± 7,2 anos)	Investigar os efeitos a longo prazo da vibração de alta frequência de baixa magnitude nas taxas de queda e fratura, desempenho muscular e qualidade óssea.	Pico de força isométrica de extensão do joelho (dinamômetro) repetido três vezes em cada membro e foi utilizada a força máxima.	Autorrelato da incidência de quedas e fraturas em um calendário de quedas e fraturas	PV: vertical 5 dias/semana durante 18 meses Posição: Fique na plataforma Tempo: 20 minutos	F: 35Hz /D < 0,1 mm a _{pico} = 0,3 g	E=2 PEDro 8/10	Melhora significativa na força muscular do quadríceps Menor taxa de incidência de fraturas e quedas em relação ao GC.
Lee et al. ⁵⁹ , 2013	N=55 indivíduos (masculino e feminino) GC: n= 18 (n=8 masculino e n=10 feminino) (75,77 ± 5,69 anos) Grupo EVCI e Equilíbrio: n= 19 (n=9 masculino e n=10 feminino) (76,31 ± 4,78 anos) Grupo equilíbrio: n=18 (n=7 masculino e n=11 feminino) (74,05 ± 5,42 anos)	Investigar os efeitos da EVCI mais um programa de exercícios de equilíbrio no equilíbrio e na força.	STF	STF Teste TUG BBS FRT Balanço postural (plataforma de força) OLS	PV: alternância lateral 3 vezes/semana durante 6 semanas Posição: agachamento 110° Sessão: 3 vezes de 3 min de vibração e 1 min de descanso	F: 15 até 30 Hz D: 1 a 3 mm a _{pico} : não informado.	E=2 PEDro 6/10	A oscilação postural, o FTSTS, o teste TUG, o BBS e o OLS mostraram uma melhora significativa no grupo EVCI em comparação com os outros grupos, e o FRT mostrou melhorias significativas nos grupos EVCI e BE, mas não no controle grupo.
W adsworth; Lark ⁶⁰ , 2020	N=117 indivíduos (masculino e feminino) Idade 82,5±7,9 (média±DP) Masculino e feminino Grupo WBV: n= 36 (n= 15 masculino e n= 21 feminino) (79,4 ± 1,1 anos) GC: n= 46 (n= 18 masculino e	Investigar a viabilidade e os benefícios do EVCI como uma ferramenta de treinamento segura e eficaz para combater sarcopenia e	10mTW Teste TUG	Teste TUG PWT	PV: alternância lateral 3vezes/semana durante 16 semanas Posição: joelho isométrico flexão ≈ 20° (±5°) Sessão: 5 a 10 vezes de 1 min de vibração e	F: 6 até 26 Hz R: 2 até 4mm a _{pico} : não informado.	E=2 PEDro 7/10	Melhorias significativas no teste TUG, PWT e 10mTW.

	n= 28 feminino) (84,3 ±1,3 anos) Grupo Shan: n= 35 (n= 8 masculino e n= 27 feminino) (83,7± 1,2 anos)	declínios relacionados à idade na mobilidade e função.			1 min de descanso			
Dudoniene et al. ⁴⁶ , 201	N=40 indivíduos (feminino) (67,7 ± 4,1 anos) Grupo EVCI + exercício (n = 20) Grupo Exercício (n = 20).	Determinar o efeito da adição de EVCI a um programa de exercícios convencionais para melhorar o equilíbrio em mulheres idosas que vivem de forma independente.	teste de suporte de cadeira de 30 s	Teste clínico modificado para interação sensorial de equilíbrio teste TUG Índice de marcha dinâmica	PV: vertical duas vezes por semana durante 8 semanas exercícios estáticos realizados no PV sessão: 30 s de vibração em cada exercício e 1 min de descanso	F: 27Hz D : 3mm a _{pico} : não informado.	E=2 PEDro 6/10	Uma melhora significativa (em ambos os grupos) foi encontrada considerando todas as medidas de desfecho.

Legenda: EVCI - Exercício de vibração de corpo inteiro; GC – grupo controle, PV – plataforma vibratória, f – frequências; D - deslocamento pico a pico; A - amplitude; apico - aceleração de pico; NHMRC - níveis de evidência de acordo com o *National Health and Medical Research Council*; DP – desvio padrão; FIM - *Functional Independence Measure*, MFES - *Modified Falls Efficacy*; FTSTS - *Five-times-sit-to stand test*, BBS - *Berg balance scale*; FRT - *functional reach test*; OLS - *one leg stance*; 10mTW - *10-meters Timed Walk*; TUG Test - *timed Up and Go test*; PWT - *parallel walking test*; *Physiological Profile Assessment (PPA)* pontuação PEDro - (a) qualidade metodológica "alta" ≥7, (b) qualidade metodológica "regular" = 5 ou 6, (c) "ruim" ≤4
Fonte: O autor, 2022.

4.1 População do estudo

Os estudos selecionados incluíram principalmente mulheres em um total de 929 idosos (n= 65 homens e n= 864 mulheres), três estudos incluíram indivíduos de ambos os sexos e dois estudos incluíram apenas mulheres.

4.2 Protocolos de EVCI

Os parâmetros biomecânicos da PV são importantes para a determinação de um protocolo ideal. No entanto, os artigos incluídos no presente estudo, apresentaram protocolos de EVCI diferentes. A PV alternada foi utilizada em dois estudos^{59, 60} e PV vertical em outros dois estudos^{45,46}. Em um trabalho⁴⁴ o tipo de PV não foi relatado. Com relação a f e ao D , Parsons et al⁴⁴ utilizou uma variação de f entre 30 e 50 Hz e um D de 2 a 5 mm. Leung et al⁴⁵., utilizou uma f de 35 Hz e um $D < 0,1$ mm, além disso foi o único estudo que informou a $a_{\text{pico}} = 0,3$ g. Lee et al.⁵⁹, utilizaram uma variação de f entre 15 e 30 Hz e um D de 1 a 3 mm. Wadsworth; Lark⁶⁰ utilizou uma variação de f entre 6 e 26 Hz e um D de 2 a 4 mm. Dudoniene et al.⁴⁶ utilizaram uma f de 27 Hz e um D de 3 mm.

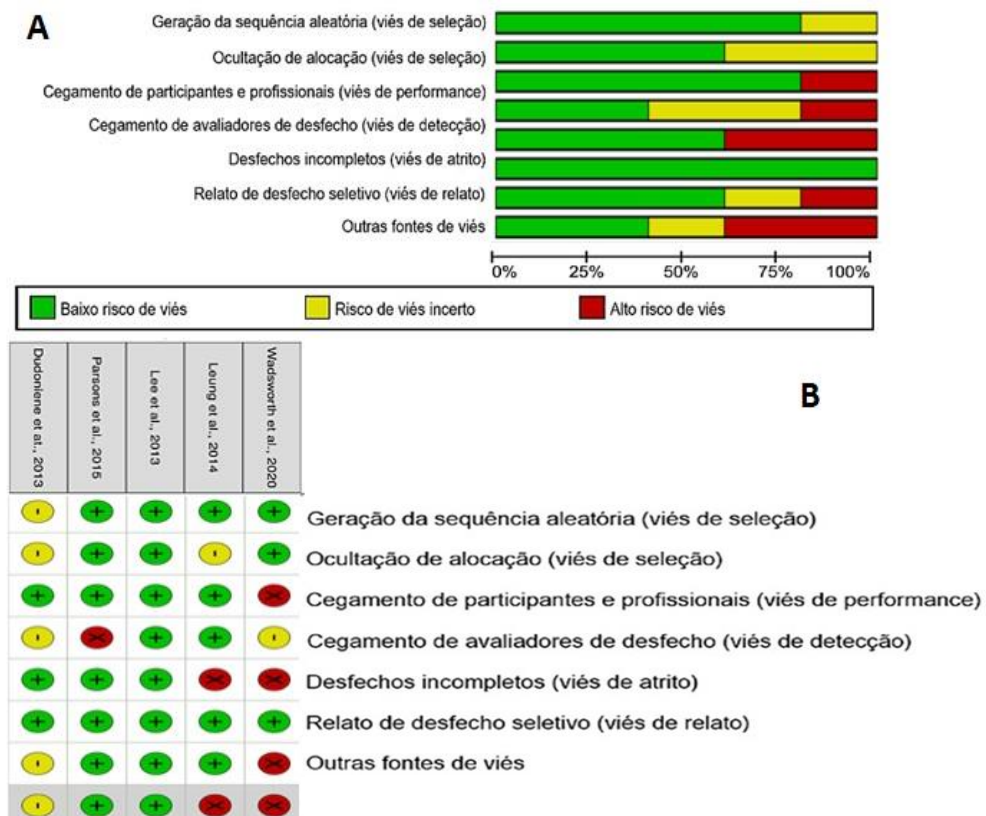
4.3 Qualidade metodológica

Todos os estudos foram classificados como Nível II de acordo com a classificação do NHMRC⁵⁶, ratificando que só foram incluídos nesta revisão apenas ECR. Quanto à qualidade metodológica (score PEDro), as publicações Parsons et al.⁴⁴, Leung et al.⁴⁵ e Wadsworth; Lark⁶⁰ foram considerados como alta qualidade metodológica (≥ 7) e Dudoniene et al.⁴⁶ e Lee et al.⁵⁹, foram considerados como qualidade metodológica regular (ambos com a pontuação 6).

4.4 Risco de viés

O risco de viés está representado na Figura 5 e foi avaliado de acordo com a ferramenta da Cochrane Collaboration^{57,58}. As publicações Parsons et al.⁴⁴ e Lee et al.⁵⁹ apresentaram baixo risco de viés, Leung et al.⁴⁵ e Wadsworth; Lark⁶⁰ apresentaram alto risco de viés, por não pontuarem em mais de dois itens da ferramenta Cochrane Collaboration^{57,58}, e apenas um estudo, Dudoniene et al.⁴⁶, apresentou risco de viés incerto, por falta de informações sobre quatro dos itens exigidos na classificação.

Figura 5 – Resumo do risco de viés



Legenda: a) Risco de viés geral e b) Risco de viés de cada estudo incluído. “+” (verde), “x” (vermelho) e “-” (amarelo) simbolizam se o estudo apresenta conformidade positiva, negativa ou incerta para baixo risco de viés, respectivamente ⁶¹.

Fonte: O autor, 2021.

4.5 Desfechos

O *Physiological Profile Assessment* (PPA) apresenta testes de visão, sensação periférica, força muscular, tempo de reação e oscilação postural^{62,63}. O PPA foi utilizada por Parsons et al.⁴⁴ para avaliar a força muscular e o risco de quedas em idosas durante o período de internação (domínios força muscular e equilíbrio). A escala *Functional Independence Measure* (FIM) foi utilizada para avaliar a independência dos indivíduos⁶⁴. Além disso, para avaliar o risco de quedas, Parsons et al.⁴⁴ utilizaram a *Modified Falls Efficacy* (MFES), que consiste em uma escala de 14 itens, que exige que os participantes avaliem sua confiança em realizar uma série de atividades sem cair⁶⁵. Leung et al.⁴⁵, utilizaram um instrumento de autorrelato de queda e incidência de fratura para avaliar o risco de quedas e um dinamômetro para avaliar o pico de força isométrica dos extensores do joelho.

Três dos estudos selecionados^{59,60,46} utilizaram o teste *Timed Up and Go* (TUG), que é uma ferramenta sensível, validada e confiável, originalmente proposta para testar habilidades básicas de mobilidade funcional e risco de quedas em idosos (função de marcha, equilíbrio ao girar, força de membros inferiores e risco de quedas)^{52,62,66}. Wadsworth e Lark⁶⁰ utilizaram o teste TUG para avaliar a força muscular e o risco de quedas, e Dudoniene et al.⁴⁶ utilizaram o TUG teste para avaliar o risco de quedas juntamente com o teste clínico modificado para interação sensorial de equilíbrio que mede a capacidade da pessoa de usar entradas somatossensoriais, visuais e vestibulares para o equilíbrio⁶⁷ e o índice de marcha dinâmica que é uma ferramenta para avaliar marcha, equilíbrio e risco de quedas⁶⁸. Além disso, Wadsworth e Lark⁶⁰ e Dudoniene et al.⁴⁶ avaliaram a força muscular de membros inferiores por meio do teste *Timed Walk* de 10 metros e do teste de levantar da cadeira de 30 s, respectivamente⁶¹. Wadsworth e Lark⁶⁰ também utilizaram o *Parallel walking test* (PWT) para avaliar o risco de queda, pois é uma ferramenta que avalia o equilíbrio dinâmico e a estabilidade dinâmica durante a marcha, sendo considerado um teste com associação ótima com o risco de quedas.

O *Five-times-sit-to stand test* (FTSTS), *Functional reach test* (FRT), *One leg stance* (OLS), *Berg balance scale* (BBS) foram descritos como testes adequados para prever quedas em idosos^{55,62}. O FTSTS foi utilizado por Lee et al.⁵⁹, para avaliar a força muscular e risco de quedas e o BBS, FRT, OLS e oscilação postural (utilizando uma plataforma de força) foram utilizados para avaliar o risco de quedas. O FRT é utilizado para mensurar a

estabilidade física, o equilíbrio dinâmico e a flexibilidade durante a realização de tarefas funcionais, e o OLS é utilizado para avaliar o equilíbrio postural⁶².

Todos os estudos incluídos relataram melhora no risco de quedas e nas respostas musculares, como mostrado na Tabela 1.

4.6 Publicação

Todos os resultados do presente estudo gerou um manuscrito intitulado “Effects of whole-body vibration exercises on muscle responses and on risk of falls in elderly: a systematic reviewEffects of whole-body vibration exercises on muscle responses and on risk of falls in elderly: a systematic review”. Este manuscrito foi submetido para publicação na revista Archives of Gerontology and Geriatric, e está em processo de análise para publicação (APÊNDICE).

5 DISCUSSÃO

A atual revisão sistemática investigou os efeitos do EVCI na resposta muscular e no risco de quedas em idosos. Todos os artigos incluídos avaliaram a força muscular e o risco de quedas usando instrumentos de avaliação subjetiva e/ou medidas funcionais. É importante considerar que a análise da qualidade metodológica (pontuação PEDro) (Tabela 1) evidenciou que três^{44,45,60} trabalhos tiveram qualidade metodológica 'alta' (≥ 7) e dois^{36,39} tiveram qualidade metodológica 'razoável' (5 ou 6). A avaliação do risco de viés apresentou dois estudos com baixo risco de viés^{44,59}, dois com alto risco de viés^{45,60} e um com risco incerto de viés⁴⁶ (Figura 3).

A elaboração de um protocolo ideal de EVCI para melhorar o risco de quedas e a resposta muscular em idosos, poderia ser benéfico, trazendo uma opção segura e eficaz. Entretanto, para que isso ocorra, faz-se necessário estabelecer parâmetros biomecânicos bem definidos como: frequência, deslocamento pico a pico, amplitude, pico de aceleração, tempo de exposição à vibração mecânica e tempo de repouso^{69,20,70}. No entanto, considerando que os protocolos incluídos no presente estudo variaram nesses parâmetros e que apenas um⁴⁵ relatou o pico de aceleração, não foi possível determinar se os resultados foram melhores em baixa ou alta intensidade do EVCI.

Os achados do presente trabalho sugerem que o EVCI pode ser útil para diminuir o risco de quedas devido à sua capacidade de melhorar a função física em idosos. Os protocolos utilizados nos estudos incluídos foram altamente heterogêneos. Portanto, não é possível determinar um protocolo ouro para redução do risco de quedas em idosos. Da mesma forma, Yang e Butler⁷¹ concluíram em uma meta-análise que o EVCI pode beneficiar a mobilidade e o equilíbrio imediatamente, mas seu efeito pode não persistir entre pessoas com AVC, sugerindo que mais estudos com alta qualidade metodológica são necessários para determinar os efeitos cumulativos do EVCI nesta população.

Há evidência de que programas de exercícios físicos, incluindo exercícios de equilíbrio e funcionais, reduzem o risco de quedas em idosos^{37,42}. Bembem et al.⁷² concluíram que o EVCI foi eficaz para reduzir a perda de força muscular associada à sarcopenia em idosos, sugerindo que a melhora do equilíbrio e da força dos flexores plantares e das pernas têm um impacto positivo no risco de quedas, fragilidade e incidência de fraturas. Jepsen et al.⁷³ em uma meta-análise sugeriram que o EVCI pode prevenir fraturas por diminuir o risco de quedas, sem produzir efeito sobre a densidade mineral óssea ou microarquitetura óssea.

Isso poderia corroborar os achados do presente estudo, reforçando a ideia de que a redução do risco de quedas pode estar relacionada à melhora da força muscular.

Nesse contexto, a fraqueza muscular relacionada à idade pode ser induzida por alterações fisiológicas como: (i) distúrbios hormonais, (ii) apoptose celular, (iii) inatividade física e (iv) envelhecimento inflamatório^{2,3,7,8,74,75}. Pesquisas anteriores sugerem que essas alterações fisiológicas podem ser retardadas ou prevenidas pelo exercício físico, incluindo o EVCI⁷⁶⁻⁷⁹. Portanto, o mecanismo de ação do EVCI para reduzir o risco de quedas e melhorar a força muscular em idosos poderia ser explicado por alterações diretas ou indiretas causadas pelo estímulo vibratório, atuando diretamente no componente muscular ou indiretamente por meio das respostas fisiológicas desencadeadas por esse estímulo em o sistema nervoso central²⁰.

Os resultados apresentados pelos artigos incluídos demonstraram melhora da força muscular em idosos por meio de testes funcionais, exceto Leung et al.⁴⁵ que utilizaram um dinamômetro para medir o pico de força isométrica dos extensores do joelho, encontrando um aumento significativo na força muscular do quadríceps após 18 meses de EVCI em mulheres idosas na pós-menopausa. Parsons et al.⁴⁴ usaram a FIM e observaram uma melhora na atividade e participação nas tarefas da FIM (13 motoras e 5 cognitivas) com mudanças significativas nos escores da FIM após o EVCI. Lee et al.⁵⁹ mostraram diminuição do tempo de execução da FTSTS em idosos após 6 semanas de EVCI. Dudoniene et al.⁴⁶, mostraram melhora no teste de levantar da cadeira de 30 s após 8 semanas de exercício com e sem EVCI. Wadsworth e Lark⁶⁰ encontraram melhora significativa no: (i) teste TUG após 8 e 16 semanas de EVCI quando comparado com o grupo controle e grupo sham e (ii) *10-meters Timed Walk* (10mTW) após 3 meses de EVCI quando comparado com o grupo sham. Parece que o exercício de vibração de corpo inteiro pode melhorar a capacidade funcional em idosos, com alguns desses benefícios sendo mantidos por pelo menos 6 meses pós- EVCI. Considerando o EVCI como modalidade de exercício físico, os achados desta revisão sistemática estão de acordo com Bao et al.⁷⁹, que mostraram que programas de exercícios têm efeitos positivos significativos na força muscular e no desempenho físico, embora não tenham relatado alterações na massa muscular em idosos com sarcopenia. Da mesma forma, Kocic et al.⁸⁰ adicionaram o exercício físico aos cuidados habituais em residentes de asilos com mais de 65 anos, durante 6 meses, e encontraram melhora significativa no tempo de execução no teste TUG, FTSTS e pontuação FIM. Além disso, observou-se que as alterações nos valores do teste TUG e FTSTS foram significativamente diferentes entre os grupos, assim como para a

FIM, com melhores valores no grupo EVCI, enquanto no grupo de cuidados habituais os valores pioraram.

A redução da força muscular em idosos é um importante fator de risco para quedas, juntamente com comprometimento da marcha e equilíbrio⁶². Isso vai ao encontro dos achados desta investigação, onde todos os artigos incluídos mostraram melhora tanto na força muscular quanto no risco de quedas em idosos. Parsons et al.⁴⁴ observaram melhora no escore MFES e no teste FIM. Leung et al.⁴⁵, mostraram uma diminuição no autorrelato da incidência de quedas e fraturas usando um calendário de quedas e fraturas e observaram uma melhora na força muscular do quadríceps. Da mesma forma, Lee et al.⁵⁹ encontraram melhora em vários testes de risco de quedas (FTSTS, BBS, FRT, OLS e oscilação postural - plataforma de força), utilizando também o FTSTS como teste de força muscular. Wadsworth e Lark⁶⁰ demonstraram melhora da PWT após 8 e 16 semanas de EVCI quando comparados com o grupo controle e grupo sham, após 3 meses de EVCI quando comparados com o grupo sham e após 6 e 12 meses de EVCI quando comparados com o grupo controle. Além disso, também foi encontrada melhora na capacidade funcional por meio do teste TUG e do 10mTW. Dudoniene et al.⁴⁶ mostraram melhora nos testes relacionados ao risco de quedas (teste clínico modificado para interação sensorial de equilíbrio, índice de marcha dinâmica e teste TUG) com diminuição do tempo de execução do teste de levantar da cadeira de 30 s.

5.1 Limitações

A inclusão de estudos escritos apenas na língua inglesa e a qualidade metodológica dos estudos podem caracterizar uma limitação desta revisão.

5.2 Relevância

Visto que existe uma grande preocupação com a população idosa pela OMS, com a elaboração de projetos que visam a melhora da qualidade de vida e a diminuição do risco de quedas e suas consequências para o sistema de saúde, o ponto forte deste trabalho é mostrar que a resposta muscular desencadeada pelo EVCI, pode estar associada com a redução do

risco de quedas em idosos. Além disso, reforça a necessidade de maiores estudos para elaboração de um protocolo ideal de EVCI para esta população, o que poderia ser implementado na atenção básica de saúde.

CONCLUSÃO

Em conclusão, considerando os achados desta revisão sistemática, é possível concluir que o EVCI pode reduzir o risco de quedas e melhorar as respostas musculares em idosos. No entanto, o baixo número de publicações sugere que mais estudos, com melhor qualidade metodológica, são necessários para melhorar a evidência científica desses achados.

REFERÊNCIAS

- 1 - World Health Organization (WHO). Portal de dados. Saúde maternal, neonatal, infantil e adolescente e envelhecimento [Internet]. [Acesso em 12 abr 2021]. Disponível em: <https://www.who.int/data/maternal-newborn-child-adolescent-ageing/ageing-data>
- 2- Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, Bauer J, Boirie Y, Bruyere O, Cederholm T, et al. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing*. 2019;48(1):16-31.
- 3 - Bhasin S, Travison TG, Manini TM, Patel S, Pencina KM, Fielding RA, et al. Sarcopenia Definition: The Position Statements of the Sarcopenia Definition and Outcomes Consortium. *J Am Geriatr Soc*. 2020;68(7):1410–8.
- 4 - Meier NF, Lee D. Physical activity and sarcopenia in older adults. *Aging Clin Exp Res*. 2020;32(9):1675–87.
- 5 - Baumgartner RN, Waters DL, Gallagher D, Morley JE, Garry PJ. Predictors of skeletal muscle mass in elderly men and women. *Mech Ageing Dev*. 1999;107(2):123–36.
- 6- McKee A, Morley JE, Matsumoto AM, Vinik A. Sarcopenia: An endocrine disorder? *Endocrine Practice*. 2017; 23(9) p. 1140–9.
- 7 - Morley JE. Hormones and Sarcopenia. *Curr Pharm Des*. 2017;23(30):4484-92.
- 8- Bondarev D, Finni T, Kokko K, Kujala UM, Aukee P, Kovanen V, et al. Physical performance during the menopausal transition and the role of physical activity. *Journals Gerontol Ser A*. 2020; 76(9): 1587-90.
- 9 - Abramoff B, Caldera FE. Osteoarthritis. *Med Clin North Am*. 2020;104(2):293–311
- 10 - Cuevas-Trisan R. Balance Problems and Fall Risks in the Elderly. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. 2017;28(4):727–37.
- 11- World Health Organisation (WHO). Falls [Internet]. [Acesso em 23 jul 2021]. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/falls>
- 12 - World Health Organization. WHO Global Report on Falls Prevention in Older Age. *Community Health*. 2007.47p.
- 13 - Kelsey JL, Procter-Gray E, Hannan MT, Li W. Heterogeneity of Falls Among Older Adults: Implications for Public Health Prevention. *Am J Public Health*. 2012;102(11):2149–56.
- 14 - Ganz DA, Latham NK. Prevention of Falls in Community-Dwelling Older Adults. *N Engl J Med*. 2020;382(8):734–43.

- 15 - Falaschi P, Marsh D, editors. Orthogeriatrics: The Management of Older Patients with Fragility Fractures. Cham (CH): Springer; 2021.
- 16 - Sherrington C, Michaleff ZA, Fairhall N, Paul SS, Tiedemann A, Whitney J, et al. Exercise to prevent falls in older adults: An updated systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*. 2017; 51(24):1750-8.
- 17 - Guirguis-Blake JM, Michael YL, Perdue LA, Coppola EL, Beil TL. Interventions to Prevent Falls in Older Adults. *JAMA*. 2018;319(16):1705-16.
- 18 - Cardinale M, Wakeling J. Whole body vibration exercise: are vibrations good for you? *Br J Sports Med*. 2005;39(9):585–9.
- 19 - Wuestefeld A, Fuermaier ABM, Bernardo-Filho M, da Cunha de Sá-Caputo D, 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. Di Giminiani R, editor. *PLoS One*. 2020;15(7):e0235905.
- 20 - Oroszi T, van Heuvelen MJG, Nyakas C, van der Zee EA. Vibration detection: its function and recent advances in medical applications. *F1000Research*. 2020;9:619.
- 21 - Rauch F, Sievanen H, Boonen S, Cardinale M, Degens H, Felsenberg D, et al. Reporting whole-body vibration intervention studies: Recommendations of the International Society of Musculoskeletal and Neuronal Interactions. *J Musculoskelet Neuronal Interact*. 2010;10(3):193–8.
- 22 - Moura-Fernandes MC, Moreira-Marconi E, de Meirelles AG, Reis-Silva A, de Souza LFF, Lírio Pereira da Silva A, et al. Acute Effects of Whole-Body Vibration Exercise on Pain Level, Functionality, and Rating of Exertion of Elderly Obese Knee Osteoarthritis Individuals: A Randomized Study. *Appl Sci*. 2020;10(17):5870.
- 23 - Sá-Caputo DC, Paineiras-Domingos LL, Oliveira R, Neves MFT, Brandão A, Marin PJ, et al. Acute Effects of Whole-Body Vibration on the Pain Level, Flexibility, and Cardiovascular Responses in Individuals With Metabolic Syndrome. Dose-Response. 2018;16(4):155932581880213.
- 24 - GyuChang Lee Corresponding Author A, Lee G. Whole-Body Vibration in Horizontal Direction for Stroke Rehabilitation: A Randomized Controlled Trial. 2019;25:1621–8.
- 25 - Dincher A, Schwarz M, Wydra G. Analysis of the Effects of Whole Body Vibration in Parkinson Disease – Systematic Review and Meta Analysis. *PM&R*. 2019;11(6):640–53.
- 26 - Dionello CF, Sá-Caputo D, Pereira HVFS, Sousa-Gonçalves CR, Maiworm AI, Morel DS, et al. Effects of whole body vibration exercises on bone mineral density of women with postmenopausal osteoporosis without medications: Novel findings and literature review. *J Musculoskelet Neuronal Interact*. 2016;16(3):193–203.
- 27 - Moreira-Marconi E, Caiado V da S, Teixeira-Silva Y, Meirelles AG de, Moura-Fernandes MC, Lopes-Souza P, et al. Whole-Body Vibration as Antihypertensive Non-

Pharmacological Treatment in Hypertensive Individuals with Knee Osteoarthritis: Randomized Cross-Over Trial. *Sustainability*. 2020;12(21):8944.

28 - Beck BR. Vibration Therapy to Prevent Bone Loss and Falls: Mechanisms and Efficacy. *Curr Osteoporos Rep*. 2015;13(6):381–9.

29 – Secretaria de Estado da Saúde São Paulo. Relatório Global da OMS sobre prevenção de quedas na velhice. 2010. .[Internet]. [Acesso em 2 abr 2021].Disponível em: https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/relatorio_prevencao_quedas_velhice.pdf

30 - World Health Organization Ageing and Health Programme. 2021.[Internet]. [Acesso em 02 abr 2021]. Disponível em : <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ageing-and-health>

31 – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Mudança Demográfica no Brasil, no início do século XXI: subsídios para projeções da população. 2015. 156p.

32 - de Carvalho Fonseca RG, Silva AM, Teixeira LF, Silva VR, dos Reis LM, Silva Santos AT. Effect of the Auricular Acupoint Associated with Physical Exercise in Elderly People: A Randomized Clinical Test. *JAMS J Acupunct Meridian Stud*. 2018;11(4):137-144.

33 - Cho SJ, Stout-Delgado HW. Aging and Lung Disease. *Annu Rev Physiol*. 2020;82:433–59.

34 - Campisi J. Aging, cellular senescence, and cancer. *Annu Rev Physiol* 2013;75:685–705.

35 - He S, Sharpless NE. Senescence in Health and Disease. *Cell*. 2017;169(6):1000–11.

36 - Primorac D, Molnar V, Rod E, Jeleč Ž, Čukelj F, Matišić V, et al. Knee Osteoarthritis: A Review of Pathogenesis and State-Of-The-Art Non-Operative Therapeutic Considerations. *Genes (Basel)*. 2020;11(8):1–35.

37- Thomas E, Battaglia G, Patti A, Brusa J, Leonardi V, Palma A, et al. Physical activity programs for balance and fall prevention in elderly: A systematic review. *Medicine (Baltimore)*.2019;98(27):1–9.

38 - Cuevas-Trisan R. Balance Problems and Fall Risks in the Elderly. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*. 2017;28(4):727-37.

39 – Organização Pan-Americana da Saúde .Saúde de envelhecimento ativo: uma política. 2005. [Acesso em 26 jan 2022]; Disponível em: www.opas.org.br.

40 - Wanaratna K, Muangpaisan W, Kuptniratsaikul V, Chalerm Sri C, Nuttamonwarakul A. Prevalence and Factors Associated with Frailty and Cognitive Frailty Among Community-Dwelling Elderly with Knee Osteoarthritis. *J Community Health*. 2019;44(3): 587-95.

41 - Nguyen USDT, Felson DT, Niu J, White DK, Segal NA, Lewis CE, et al. The impact of knee instability with and without buckling on balance confidence, fear of falling and physical function: The Multicenter Osteoarthritis Study. *Osteoarthr Cartil*. 2014; 22(4):527-34.

- 42 - Sherrington C, Fairhall NJ, Wallbank GK, Tiedemann A, Michaleff ZA, Howard K, et al. Exercise for preventing falls in older people living in the community. *Cochrane database Syst Rev.* 2019;1(1):204–5.
- 43 – Conselho Federal de Fisioterapia e Terapia Ocupacional. Referencial Nacional de Procedimentos Fisioterapêuticos-RNPF 2019. 2019.[Internet]. [Acesso em 02 abr 2021]. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fwww.coffito.gov.br%2Fnsite%2Fwp-content%2Fuploads%2F2019%2F02%2FCHF_2019-Atualizada.pdf&clen=638174&chunk=true
- 44 - Parsons J, Mathieson S, Jull A, Parsons M. Does vibration training reduce the fall risk profile of frail older people admitted to a rehabilitation facility? A randomised controlled trial. *Disabil Rehabil.* 2016;38(11):1082–8.
- 45 - Leung KS, Li CY, Tse YK, Choy TK, Leung PC, Hung VWY, et al. Effects of 18-month low-magnitude high-frequency vibration on fall rate and fracture risks in 710 community elderly--a cluster-randomized controlled trial. *Osteoporos Int.* 2014;25(6):1785–95.
- 46 - Dudoniene V, Sakaliene R, Svediene L, Kazlauskiene D, Szczegieliński J, Krutulyte G. Impact of whole body vibration on balance improvement in elderly women. *J Vibroengineering.* 2013 Sep 30;15(3):1112–8.
- 47 - Rauch F, Sievanen H, Boonen S, Cardinale M, Degens H, Felsenberg D, et al. Reporting whole-body vibration intervention studies: Recommendations of the International Society of Musculoskeletal and Neuronal Interactions. *J Musculoskelet Neuronal Interact.* 2010; 10(3):193-8.
- 48 - 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.
- 49 - Lai Z, Wang X, Lee S, Hou X, Wang L. Effects of whole body vibration exercise on neuromuscular function for individuals with knee osteoarthritis: Study protocol for a randomized controlled trial. *Trials.* 2017; 18(1):437.
- 50 - Paiva PC, Figueiredo CA, Reis-Silva A, Francisca-Santos A, Paineiras-Domingos LL, Martins-Anjos E, et al. Acute and Cumulative Effects With Whole-Body Vibration Exercises Using 2 Biomechanical Conditions on the Flexibility and Rating of Perceived Exertion in Individuals With Metabolic Syndrome: A Randomized Clinical Trial Pilot Study. *Dose Response.* 2019;17(4):1559325819886495.
- 51 - Liberati A, Altman DG, Tetzlaff J, Mulrow C, Gotzsche PC, Ioannidis JPA, et al. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. *J Clin Epidemiol.* 2009;62(10):1–34.
- 52 - Podsiadlo D, Richardson S. The Timed “Up & Go”: A Test of Basic Functional Mobility for Frail Elderly Persons. *J Am Geriatr Soc.* 1991;39(2):142–8.
- 53 - Shiwa SR, Costa LOP, Moser AD de L, Aguiar I de C, Oliveira LVF de. PEDro: a base

de dados de evidências em fisioterapia. *Fisioter em Mov.* 2011;24(3):523–33.

54 - Walser RF, Meserve BB, Boucher TR. The Effectiveness of Thoracic Spine Manipulation for the Management of Musculoskeletal Conditions: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Clinical Trials. *J Man Manip Ther.* 2009;17(4):237–46.

55 - Persad CC, Cook S, Giordani B. Assessing falls in the elderly: should we use simple screening tests or a comprehensive fall risk evaluation? *Eur J Phys Rehabil Med.* 2010;46(2):249–59.

56 - Merlin T, Weston A, Tooher R. Extending an evidence hierarchy to include topics other than treatment: revising the Australian “levels of evidence.” *BMC Med Res Methodol.* 2009;9(1):34.

57 - Higgins JPT, Altman DG, Gotzsche PC, Juni P, Moher D, Oxman AD, et al. The Cochrane Collaboration’s tool for assessing risk of bias in randomised trials. *BMJ.* 2011;343:d5928–d5928.

58 - Carvalho APV, Silva V, Grande AJ. Medicina baseada em evidências Avaliação do risco de viés de ensaios clínicos randomizados pela ferramenta da colaboração Cochrane. *Diagn Tratamento.* 2013;18(1):38-44.

59 - Lee K, Lee S, Song C. Whole-Body Vibration Training Improves Balance, Muscle Strength and Glycosylated Hemoglobin in Elderly Patients with Diabetic Neuropathy. *Tohoku J Exp Med.* 2013;231(4):305–14.

60 - Wadsworth D, Lark S. Effects of Whole-Body Vibration Training on the Physical Function of the Frail Elderly: An Open, Randomized Controlled Trial. *Arch Phys Med Rehabil.* 2020;101(7):1111-9.

61 - Sipilä S, Multanen J, Kallinen M, Era P, Suominen H. Effects of strength and endurance training on isometric muscle strength and walking speed in elderly women. *Acta Physiologica Scand.* 1996;156(4):457–64.

62 - Blain H, Miot S, Bernard PL. *Orthogeriatrics.* Cham: Springer; 2021.

63 - Lord SR, Sherrington C, Menz HB, Close JCT. A physiological profile approach to falls risk assessment and prevention. In: *Falls in Older People.* Cambridge: Cambridge University Press; 2010.

64 - . Ribeiro DK, Lenardt MH, Lourenço TM, Betiolli SE, Seima MD, Guimarães CA. O emprego da medida de independência funcional em idosos. *Rev Gaúcha Enferm.* 2017;38(4):e66496

65 - Gettens S, Fulbrook P. Fear of falling: association between the Modified Falls Efficacy Scale, in-hospital falls and hospital length of stay. *J Eval Clin Pract.* 2015;21(1):43–50.

66 - Shumway-Cook A, Brauer S, Woollacott M. Predicting the Probability for Falls in Community-Dwelling Older Adults Using the Timed Up & Go Test. *Phys Ther.* 2000;80(9):896–903.

- 67 - Shumway-Cook A, Horak FB. Assessing the Influence of Sensory Interaction on Balance. *Phys Ther.* 1986;66(10):1548–50.
- 68 - Wrisley DM, Marchetti GF, Kuharsky DK, Whitney SL. Reliability, Internal Consistency, and Validity of Data Obtained With the Functional Gait Assessment. *Phys Ther.* 2004;84(10):906–18.
- 69- Wuestefeld A, Fuermaier ABM, Bernardo-Filho M, da Cunha de Sá-Caputo D, 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. Di Giminiani R, editor. *PLoS One.* 2020;15(7):e0235905.
- 70 - Rauch F, Sievanen H, Boonen S, Cardinale M, Degens H, Felsenberg D, et al. Reporting whole-body vibration intervention studies: Recommendations of the International Society of Musculoskeletal and Neuronal Interactions. *J Musculoskelet Neuronal Interact.* 2010;10(3):193–8.
- 71- Yang F, Butler AJ. Efficacy of Controlled Whole-Body Vibration Training on Improving Fall Risk Factors in Stroke Survivors: A Meta-analysis. *Neurorehabilitation and Neural Repair.* 2020;34(4):275–88.
- 72 - 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):155932581881306.
- 73 - 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.
- 74 - Xia S, Zhang X, Zheng S, Khanabdali R, Kalionis B, Wu J, et al. An Update on Inflamm-Aging: Mechanisms, Prevention, and Treatment. *J Immunol Res.* 2016; 2016: 8426874.
- 75 - Valenzuela T, Okubo Y, Woodbury A, Lord SR, Delbaere K. Adherence to Technology-Based Exercise Programs in Older Adults. *J Geriatr Phys Ther.* 2018;41(1):49–61.
- 76 - Moreira-Marconi E, da Cunha de Sá-Caputo D, Sartorio A, Bernardo-Filho M. Hormonal Responses to Vibration Therapy. In: Rittweger J, editor. *Manual of Vibration Exercise and Vibration Therapy.* Cham: Springer; 2020.
- 77 - Sherk VD, Rosen CJ. Senescent and apoptotic osteocytes and aging: Exercise to the rescue? *Bone.* 2019;121:255–8.
- 78 - Vasconcelos ABS, Resende-Neto AG, Nogueira AC, Santos JSA, Monteiro MRP, Morais Junior GS, et al. Functional and traditional training improve muscle power and reduce proinflammatory cytokines in older women: A randomized controlled trial. *Exp Gerontol.* 2020;135:110920.
- 79 - Bao W, Sun Y, Zhang T, Zou L, Wu X, Wang D, et al. Exercise Programs for Muscle Mass, Muscle Strength and Physical Performance in Older Adults with Sarcopenia: A Systematic Review and Meta-analysis. *Aging Dis.* 2020;11(4):863.

80 - Kocic M, Stojanovic Z, Nikolic D, Lazovic M, Grbic R, Dimitrijevic L, et al. The effectiveness of group Otago exercise program on physical function in nursing home residents older than 65 years: A randomized controlled trial. *Arch Gerontol Geriatr.* 2018;75:112-118.

APÊNDICE – “Effects of whole-body vibration exercises on muscle responses and on risk of falls in elderly: a systematic review Effects of whole-body vibration exercises on muscle responses and on risk of falls in elderly: a systematic review (Manuscrito)

Archives of Gerontology and Geriatrics

Effects of whole-body vibration exercises on muscle responses and on risk of falls in elderly: a systematic review Effects of whole-body vibration exercises on muscle responses and on risk of falls in elderly: a systematic review.

--Manuscript Draft--

Manuscript Number:	
Article Type:	Review
Keywords:	physical exercise, vibration therapy, frailty, rehabilitation, aging
Corresponding Author:	Luelia Teles Jaques-Albuquerque Rio de Janeiro, RJ BRAZIL
First Author:	Alexandre Gonçalves de Meirelles
Order of Authors:	Alexandre Gonçalves de Meirelles Eloá Moreira-Marconi Ygor Teixeira-Silva Aline Cristina Gomes Santos Vanessa da Silva Caiado Luelia Teles Jaques-Albuquerque Ana Carolina Coelho-Oliveira Marcia Cristina Moura-Fernandes Laisa Liane Paineiras-Domingos Adérito Seixas Mario Bernado-Filho Danúbia da Cunha de Sá-Caputo
Abstract:	Background: Elderly present reduced mobility and functional capacity due to the decrease in muscle mass and strength contributing to the frailty and increasing the risk of falls. Physical exercise is recommended to improve muscle mass and strength elderly. Whole-body vibration (WBV) exercise improves the functionality with good adherence in elderly. To describe, in a systematic review, effects of WBV on muscles responses and on risk of falls in elderly. Systematic review following the recommendations of the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses and the International Prospective Register of Systematic Reviews. Materials and Methods: Searches were conducted in five databases to identify studies about effect of WBV on muscles responses and on risk of falls in the elderly. The methodological quality Physiotherapy Evidence Database scale, risk of bias (Cochrane Collaboration's tool) and level of evidence (National Health and Medical Research Council hierarchy of evidence-NHMRC) were used. Results: Five randomized clinical trial (RCT) were included. All the selected studies reported improvements on risk of falls and muscle response after WBV exercise. Conclusions: It is possible to conclude that WBV exercise may reduce the risk of falls and improve muscle responses in the elderly.
Suggested Reviewers:	Pedro J. Marin pedrojn80@hotmail.com Redha Taiar redha.taiar@univ-reims.fr
Opposed Reviewers:	

Cover Letter

Dear Editor,

The whole body vibration (WBV) has been studied as a non-pharmacological intervention for several populations in the health area, including the elderly. The aim of the present study is to describe, in a systematic review, the effects of WBV on muscles responses and on risk of falls in the elderly.

I am sending to you, our manuscript entitled "Effects of whole-body vibration exercises on muscle responses and on risk of falls in elderly: a systematic review" by Meirelles, A.G *et al.* We would like to have the manuscript considered for publication in Archives of Gerontology and Geriatrics. Our manuscript is according to this journal's scope because this systematic review brings another option of non-pharmacological interventions for this population.

I would like to inform that various authors have participated in the several steps of this work; and I would like to have your agreement to include all as co-authors (Alexandre Gonçalves de Meirelles, Eloá Moreira-Marconi, Ygor Teixeira-Silva, Aline Cristina Gomes Santos, Vanessa da Silva Caiado, Luelia Teles Jaques-Albuquerque, Ana Carolina Coelho-Oliveira, Marcia Cristina Moura-Fernandes, Laisa Liane Paineiras-Domingos, Adérito Seixas, Mario Bernardo-Filho, Danúbia da Cunha de Sá-Caputo).

The authors declare that there is no conflict of interest (financial, political, personal, religious, ideological, academic, intellectual, commercial or any other) in relation to this manuscript. All the authors have read and agreed with the last version of this work.

The *Laboratório de Vibrações Mecânicas e Práticas Integrativas (LAVIMPI)* at *Universidade do Estado do Rio de Janeiro* develops research about Whole Body Vibration (WBV). We would like to submit this manuscript to Archives of Gerontology and Geriatrics. However, our University does not have the money to support the publication costs of our studies due financial crisis that Brazil is passing in this moment. Furthermore, there is no institutional funding for asking grants to the payment of publication fees. The *Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ)* is not opening application to ask grants to pay the costs of the publications since the last year.

Therefore, we cannot have another means to pay the publication our studies, except our own profits.

Thank you in advance for your attention, comprehension and aid.

With my best regards,

Sincerely yours,

Alexandre Gonçalves Meirelles

Title page

Effects of whole-body vibration exercises on muscle responses and on risk of falls in elderly: a systematic review

Alexandre Gonçalves de Meirelles^{a,b}, Eloá Moreira-Marconi^{b,c}, Ygor Teixeira-Silva^{b,d}, Aline Cristina Gomes Santos^{b,c}, Vanessa da Silva Caiado^{b,c}, Luelia Teles Jaques-Albuquerque^{b,e}, Ana Carolina Coelho-Oliveira^{b,c}, Marcia Cristina Moura-Fernandes^{b,d,e}, Laisa Liane Paineiras-Domingos^{b,c,f}, Adérito Seixas^g, Mario Bernardo-Filho^b, Danúbia da Cunha de Sá-Caputo^{b,c,d,e}.

^a *Mestrado Profissional em Saúde, Medicina Laboratorial e Tecnologia Forense, Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 20950-003, Brazil; (meirelles.ale@gmail.com).*

^b *Laboratório de Vibrações Mecânicas e Práticas Integrativas, Departamento de Biofísica e Biometria, Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes and Policlínica Piquet Carneiro, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 20950-003, Brazil; (meirelles.ale@gmail.com, eloamarconi@gmail.com, silvarogy@hotmail.com, alinecrisfisio@gmail.com, vancaiado83@gmail.com, lueliaa19@gmail.com, anacarol_coelho@hotmail.com, marciafernandesfisio@hotmail.com, laisanit@gmail.com, bernardofilhom@gmail.com, dradanubia@gmail.com, silvarogy@hotmail.com, laisanit@gmail.com).*

^c *Programa de Pós-Graduação em Fisiopatologia Clínica e Experimental, Faculdade de Ciências Médicas, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 20551-030, Brazil; (eloamarconi@gmail.com, alinecrisfisio@gmail.com, vancaiado83@gmail.com, laisanit@gmail.com, anacarol_coelho@hotmail.com).*

^d *Programa de Pós-Graduação em Ciências Médicas, Faculdade de Ciências Médicas, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 20551-030, Brazil; (silvarogy@hotmail.com, marciafernandesfisio@hotmail.com, dradanubia@gmail.com).*

^e *Faculdade Bezerra de Araújo, Rio de Janeiro, 23052-180, Brazil; (lueliaa19@gmail.com, marciafernandesfisio@hotmail.com).*

^f *Departamento de Fisioterapia, Instituto de Ciências da Saúde, Universidade Federal da Bahia - UFBA, Brazil; (laisanit@gmail.com).*

[§] *Escola Superior de Saúde Fernando Pessoa, Fundação Fernando Pessoa, Porto, Portugal.
(aderito@ufp.edu.pt).*

***Corresponding author: Luelia Teles Jaques de Albuquerque, Laboratório de Vibrações
Mecânicas e Práticas Integrativas, Policlínica Piquet Carneiro, Universidade do Estado do
Rio de Janeiro, Av. Marechal Rondon, 381, São Francisco Xavier, Rio de Janeiro, RJ, 20950-
003, Brazil, Phone/Fax number: 55-21-23342367, email: lueliaa19@gmail.com.***

Highlights (for review)

Highlights

- Elderly present mobility and functionality reduced.
- Elderly present frailty and risk of falls increased.
- Whole body vibration is a exercise that improves the functionality in elderly.
- Whole body vibration may reduce the risk of falls and improve muscle responses in the elderly.

1 **TITLE: Effects of whole-body vibration exercises on muscle responses**
2 **and on risk of falls in elderly: a systematic review**

3
4 **RUNNING HEAD: Whole-body vibration and risk of falls in elderly**

5 **ARTICLE CATEGORY: Review**
6
7
8
9

10 **Abstract**

11 **Background:** Elderly present reduced mobility and functional capacity due to the
12 decrease in muscle mass and strength contributing to the frailty and increasing the
13 risk of falls. Physical exercise is recommended to improve muscle mass and
14 strength elderly. Whole-body vibration (WBV) exercise improves the functionality
15 with good adherence in elderly. To describe, in a systematic review, effects of
16 WBV on muscles responses and on risk of falls in elderly. Systematic review
17 following the recommendations of the Preferred Reporting Items for Systematic
18 Reviews and Meta-Analyses and the International Prospective Register of
19 Systematic Reviews. **Materials and Methods:** Searches were conducted in five
20 databases to identify studies about effect of WBV on muscles responses and on
21 risk of falls in the elderly. The methodological quality Physiotherapy Evidence
22 Database scale, risk of bias (Cochrane Collaboration's tool) and level of evidence
23 (National Health and Medical Research Council hierarchy of evidence-NHMRC)
24 were used. **Results:** Five randomized clinical trial (RCT) were included. All the
25 selected studies reported improvements on risk of falls and muscle response after
26 WBV exercise. **Conclusions:** It is possible to conclude that WBV exercise may
27 reduce the risk of falls and improve muscle responses in the elderly.
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40

41 **Keywords:** physical exercise, vibration therapy, frailty, rehabilitation, aging
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65

Introduction

1
2 According to the World Health Organization (WHO), the elderly population (those aged
3
4 60 years and over) is gradually increasing. So, there is a concern to provide health and a good
5
6 quality of life to these individuals [1]. The decrease in sex hormones, mitochondrial dysfunctions
7
8 and apoptosis, which happen naturally due to aging, are associated with sarcopenia [2].
9
10 Sarcopenia is defined as a disease that causes muscle changes, characterized by: (1) muscle
11
12 weakness, (2) reduction in muscle quantity/quality and (3) decrease in physical performance [3].
13
14 Bondarev *et al* [1], showed that women in early and late perimenopause present a decline in
15
16 muscle strength and power during the transition to post-menopause. It is also suggested that
17
18 physical exercise can influence physical performance during the menopause transition [4]. In
19
20 addition, in male, the sarcopenia is more prevalent in individuals with hypogonadism also known
21
22 as andropause, due to the decline in testosterone levels [5–7].
23
24
25

26
27 In addition, sarcopenia can be exacerbated by physical inactivity[2,8], which can be a
28
29 result of musculoskeletal changes caused by age-related conditions that generate persistent pain
30
31 and decreased mobility, such as osteoarthritis [9,10]. Consequently, the elderly population is more
32
33 fragile, considering mobility and functional capacity due to the decrease in muscle mass and
34
35 strength, speed or stability of gait and proprioception, decreasing balance and increasing the risk
36
37 of falls [2,3,10].
38
39

40
41 As a consequence, this population is at higher risk of serious injuries, hospitalization, and
42
43 mortality [1,11]. Physical, sensory, and cognitive age-related and environmental factors can
44
45 contribute to the risk of falls [11]. The “WHO global report on falls prevention in older age”
46
47 reported that the rate of hospital admissions due to falls in people with more than 60 years in
48
49 Australia, Canada and United Kingdom and Northern Ireland varies between 1.6 to 3.0 per 10
50
51 000 population. Moreover, in the same population, the injury rates caused by falls, resulting in
52
53 emergency department visits in Western Australia and in United Kingdom were higher (5.5 to 8.9
54
55 per 10 000 population) [12]. In addition, individuals over 65 years are more likely to experience
56
57 fatal falls than younger people [11]. It is estimated that about 10% of the elderly fall at least twice
58
59 a year and that after the first fall, the fear of falling increases, making these individuals less active
60
61
62
63
64
65

1 and reducing their quality of life [13,14] . In addition, the elderly can suffer serious injuries that
2 require long-term care and/or institutionalization, favoring physical inactivity [11]. In elderly, gait
3 and balance deficits are the main risk factors for falls [14]. Therefore, strategies to prevent falls
4 are desirable [11,15].
5
6

7
8
9 Physical exercise is recommended as a non-pharmacological strategy to prevent falls in
10 the elderly [10,15]. It is reported that physical exercise can contribute to reduce falls in older
11 individuals by increasing muscle strength, flexibility, endurance and balance [10,16,17]. Whole-
12 body vibration (WBV) exercise, is an exercise modality in which the individual is exposed to
13 mechanical vibration produced by a vibrating platform (VP) [18–21]. These vibratory stimuli can
14 produce physical and/or physiological responses through a direct response of the musculature
15 (myotonic reflex) or systemic responses (hormonal or biomarker changes) [20]. WBV
16 intervention may contribute to the management of diseases related to aging such as: (i)
17 osteoarthritis [22], (ii) metabolic syndrome [23], (iii) stroke [24], (iv) Parkinson disease [25], (v)
18 osteoporosis [26], and (vi) arterial hypertension [27]. However, detailed reporting of WBV
19 exercise protocols is required, as described by Rauch et al. [21] and Wuestefeld et al. [19].
20 Biomechanical parameters (frequency, peak-to-peak displacement and peak acceleration),
21 positioning of the individual on the VP, the number of times that the individual will be exposure
22 to the mechanical vibration per session, week periodicity and the total period of time of the
23 protocol must be properly reported by research studies. The intensity of the exercise produced by
24 WBV can be defined by a peak acceleration [20,21,28]. Therefore, the aim of this study to
25 describe, in a systematic review, effects of WBV on muscle responses and on risk of falls in
26 elderly.
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48

49 **Material and Methods**

50 *Protocol and Registration*

51
52 The protocol for this systematic review was registered in advance in the International
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100
101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150
151
152
153
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167
168
169
170
171
172
173
174
175
176
177
178
179
180
181
182
183
184
185
186
187
188
189
190
191
192
193
194
195
196
197
198
199
200
201
202
203
204
205
206
207
208
209
210
211
212
213
214
215
216
217
218
219
220
221
222
223
224
225
226
227
228
229
230
231
232
233
234
235
236
237
238
239
240
241
242
243
244
245
246
247
248
249
250
251
252
253
254
255
256
257
258
259
260
261
262
263
264
265
266
267
268
269
270
271
272
273
274
275
276
277
278
279
280
281
282
283
284
285
286
287
288
289
290
291
292
293
294
295
296
297
298
299
300
301
302
303
304
305
306
307
308
309
310
311
312
313
314
315
316
317
318
319
320
321
322
323
324
325
326
327
328
329
330
331
332
333
334
335
336
337
338
339
340
341
342
343
344
345
346
347
348
349
350
351
352
353
354
355
356
357
358
359
360
361
362
363
364
365
366
367
368
369
370
371
372
373
374
375
376
377
378
379
380
381
382
383
384
385
386
387
388
389
390
391
392
393
394
395
396
397
398
399
400
401
402
403
404
405
406
407
408
409
410
411
412
413
414
415
416
417
418
419
420
421
422
423
424
425
426
427
428
429
430
431
432
433
434
435
436
437
438
439
440
441
442
443
444
445
446
447
448
449
450
451
452
453
454
455
456
457
458
459
460
461
462
463
464
465
466
467
468
469
470
471
472
473
474
475
476
477
478
479
480
481
482
483
484
485
486
487
488
489
490
491
492
493
494
495
496
497
498
499
500
501
502
503
504
505
506
507
508
509
510
511
512
513
514
515
516
517
518
519
520
521
522
523
524
525
526
527
528
529
530
531
532
533
534
535
536
537
538
539
540
541
542
543
544
545
546
547
548
549
550
551
552
553
554
555
556
557
558
559
560
561
562
563
564
565
566
567
568
569
570
571
572
573
574
575
576
577
578
579
580
581
582
583
584
585
586
587
588
589
590
591
592
593
594
595
596
597
598
599
600
601
602
603
604
605
606
607
608
609
610
611
612
613
614
615
616
617
618
619
620
621
622
623
624
625
626
627
628
629
630
631
632
633
634
635
636
637
638
639
640
641
642
643
644
645
646
647
648
649
650
651
652
653
654
655
656
657
658
659
660
661
662
663
664
665
666
667
668
669
670
671
672
673
674
675
676
677
678
679
680
681
682
683
684
685
686
687
688
689
690
691
692
693
694
695
696
697
698
699
700
701
702
703
704
705
706
707
708
709
710
711
712
713
714
715
716
717
718
719
720
721
722
723
724
725
726
727
728
729
730
731
732
733
734
735
736
737
738
739
740
741
742
743
744
745
746
747
748
749
750
751
752
753
754
755
756
757
758
759
760
761
762
763
764
765
766
767
768
769
770
771
772
773
774
775
776
777
778
779
780
781
782
783
784
785
786
787
788
789
790
791
792
793
794
795
796
797
798
799
800
801
802
803
804
805
806
807
808
809
810
811
812
813
814
815
816
817
818
819
820
821
822
823
824
825
826
827
828
829
830
831
832
833
834
835
836
837
838
839
840
841
842
843
844
845
846
847
848
849
850
851
852
853
854
855
856
857
858
859
860
861
862
863
864
865
866
867
868
869
870
871
872
873
874
875
876
877
878
879
880
881
882
883
884
885
886
887
888
889
890
891
892
893
894
895
896
897
898
899
900
901
902
903
904
905
906
907
908
909
910
911
912
913
914
915
916
917
918
919
920
921
922
923
924
925
926
927
928
929
930
931
932
933
934
935
936
937
938
939
940
941
942
943
944
945
946
947
948
949
950
951
952
953
954
955
956
957
958
959
960
961
962
963
964
965
966
967
968
969
970
971
972
973
974
975
976
977
978
979
980
981
982
983
984
985
986
987
988
989
990
991
992
993
994
995
996
997
998
999
1000

according of the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA)[29].

Research question

The current study aimed to answer the following question: What are the effects of WBV on muscle responses and risk of falls in the elderly? To define the five major components of the research question, the PICOS (P = Patients - elderly aged 60 and over; I = Intervention - WBV; C = Comparison - WBV *versus* no WBV; O = Outcomes - muscle responses and risk of falls, S = Studies - Randomized Clinical Trial - RCT) strategy was used [29].

Search strategy used to find the publications

Three independently reviewers (XXX, XXXX and XXX) accessed five databases on July 20th, 2020 and repeated on February 23rd, 2021. The databases MEDLINE/PubMed, Physiotherapy Evidence Database (PEDro), Web of Science, Cumulative Index to Nursing and Allied Health Literature (CINAHL) and Scopus were searched using the following search strings: (1) CINAHL - ((older adults or elderly or geriatric or geriatrics or aging or senior or seniors or older people or aged 65 or 65+ or aged) AND (whole body vibration or whole-body vibration or wbv) AND ((falls prevention or preventing falls or prevent falls or reduce falls or fall prevention) OR fear of falling OR fall risk) AND (muscle OR musculoskeletal OR musculature OR muscles); (2) Web of Science - (TS=("older adults") OR TS=(elderly) OR TS=(geriatrics) OR TS=(geriatrics) OR TS=(aged) OR TS=(aging) OR TS=(senior) OR TS=("older people")) AND (TS=("whole body vibration") OR TS=(wbv) OR TS=("whole-body vibration ")) AND (TS=("falls prevention") OR TS=("preventing falls") OR TS=("prevent falls") OR TS=("reduce falls") OR TS=("fall prevention") OR TS=("fear of falling") OR TS=("fall risk")) AND (TS=(muscle) OR TS=(muscles) OR TS=(musculoskeletal) OR TS=(musculature)); (3) Scopus - ((TITLE-ABS-KEY ("whole body vibration") OR TITLE-ABS-KEY (wbv) OR TITLE-ABS-KEY ("whole-body vibration")) AND ((TITLE-ABS-KEY (muscle) OR TITLE-ABS-KEY (muscles) OR TITLE-ABS-KEY (musculoskeletal) OR TITLE-ABS-KEY (musculature))) AND

1 ((TITLE-ABS-KEY ("older adults") OR TITLE-ABS-KEY (elderly) OR TITLE-ABS-KEY
 2 (geriatric) OR TITLE-ABS-KEY (geriatrics) OR TITLE-ABS-KEY (aging) OR TITLE-ABS-
 3 KEY (senior) OR TITLE-ABS-KEY (seniors) OR TITLE-ABS-KEY ("older people") OR
 4 TITLE-ABS-KEY (aged))) AND ((TITLE-ABS-KEY ("falls prevention") OR TITLE-ABS-KEY
 5 ("preventing falls") OR TITLE-ABS-KEY ("prevent falls") OR TITLE-ABS-KEY ("reduce
 6 falls") OR TITLE-ABS-KEY ("fall prevention") OR TITLE-ABS-KEY ("fear of falling") OR
 7 TITLE-ABS-KEY ("fall risk")); (4) MEDLINE/PubMed - (((((((((((("aged"[MeSH Terms]) OR
 8 ("aged, 80 and over"[MeSH Terms])) OR ("elderly"[All Fields])) OR ("geriatric"[All Fields]))
 9 OR ("geriatrics"[All Fields])) OR ("aging"[All Fields])) OR ("senior"[All Fields])) OR
 10 ("seniors"[All Fields])) OR ("older adults"[All Fields])) OR ("older people"[All Fields])) AND
 11 (((("whole body vibration") OR WBV) OR "vibration"[MeSH Terms]))) AND
 12 (((("muscle"[All Fields]) OR ("musculoskeletal"[All Fields])) OR ("musculature"[All Fields]))
 13 OR ("muscles"[All Fields])) OR ("muscle, skeletal"[MeSH Terms]))) AND (((((((("accidental
 14 falls"[MeSH Terms]) OR ("falls prevention"[All Fields])) OR ("fall prevention"[All Fields])) OR
 15 ("preventing falls"[All Fields])) OR ("prevent falls"[All Fields])) OR ("reduce falls"[All Fields]))
 16 OR ("fall prevention"[All Fields])) OR ("fear of falling"[All Fields])) OR ("fall risk"[All Fields]))
 17 and (5) the PEDro were searched using the following search keywords: (a) "muscle" "whole body
 18 vibration" "fall" "elderly"; (b) "muscle" "whole body vibration" "fall" "aged"; (c) "musculature"
 19 "whole body vibration" "fall" "elderly"; (d) "musculature" "whole body vibration" "fall" "aged";
 20 (e) "musculature" "whole body vibration" "fall" "elderly"; (f) "musculoskeletal" "whole body
 21 vibration" "fall" "elderly"; (g) "musculoskeletal" "whole body vibration" "fall" "aged".
 22
 23
 24
 25
 26
 27
 28
 29
 30
 31
 32
 33
 34
 35
 36
 37
 38
 39
 40
 41
 42
 43
 44
 45
 46
 47
 48
 49
 50

51 *Inclusion criteria*

52 The selection of papers followed the inclusion criteria: (1) to be an RCT about effects of
 53 WBV exercise on muscle responses and on risk of falls in elderly; (2) to be published in English;
 54 and (3) to have static or dynamic exercises on the VP.
 55
 56
 57
 58
 59
 60
 61
 62
 63
 64
 65

Exclusion criteria

The exclusion criteria used were: (1) review articles; (2) study protocol, (3) studies with individuals younger than 60 years old and (4) WBV associated with pharmacological interventions.

After the search, the pooled publications were screened according to the inclusion and exclusion criteria.

Study selection and data extraction

All articles found in the five databases were exported to data management software (Excel), and the duplicates were removed. The review was carried out following a few steps: (1) Identification - the articles were identified through database research and reference screening, (2) Screening - two reviewers (XXX and XXX) independently examined titles and abstracts and they applied the eligibility criteria to include the works, (3) Eligibility - relevant full texts were analyzed by the same reviewers for inclusion in the systematic review. A third reviewer (XXX) solved disagreements between the two reviewers.

An Excel spreadsheet was elaborated containing the data extracted from each paper: (1) author and year, (2) participants/groups (sample size, age, sex), (3) aim, (4) Muscle assessment, (5) Risk of falls evaluation, (6) WBV exercise protocols, (7) biomechanical parameters (frequency, peak-to-peak displacement and peak acceleration), (8) level of evidence classified by National Health and Medical Research Council (NHMRC) and Methodological quality assessed with the PEDro scale, and (9) outcomes about the muscle responses and risk of falls. Two researchers (XXX and XX) extracted the data and the disagreements were solved by a third reviewer (XXX).

Levels of evidence (LE), methodological quality and risk of bias of the selected articles

The selected articles were independently appraised by two reviewers (XXX and XXX), and when there were disagreements, a third researcher was consulted (XXX). The methodological quality was classified following the PEDro scale. This scale assesses the methodological quality

of clinical trials of physical therapy interventions (10 items established based on an “expert consensus”) [30]. The classification was established as ‘high’ (score ≥ 7); ‘fair’ (score 5 and 6) and ‘poor’ (score ≤ 4) [31].

The level of evidence of each selected work was based on the National Health and Medical Research Council (NHMRC) hierarchy of evidence (figure 1) [32].

Insert figure 1 here.

The Cochrane Collaboration's tool was used to analyze the risk of bias of the included studies. This tool assesses the internal validity of the trial and the assessment of the risk of possible bias in different steps of the studies (random sequence generation, allocation concealment, blinding of participants, personnel and outcome assessment, incomplete outcome measures, selective outcome reporting and other types of bias). Each item of the tool was qualified as low risk (green), unclear risk (yellow) or high risk (red) [33,34]. The selected articles were independently appraised by two reviewers (XXX and XXXX), and when there was disagreement, a third researcher was consulted (XXX).

Results

One-hundred thirty-six publications were initially found (CINAHL = 17, Web of Science = 53, MEDLINE/PubMed = 40, PEDro = 3, Scopus = 23). Afterwards, the duplicates were removed, and 84 papers were screened. The eligibility criteria were applied, and five works met the inclusion criteria. figure 2 shows the PRISMA flowchart of the selection process [29].

Insert figure 2 here.

Table 1 shows different information about the selected articles: (1) author and year, (2) participants/groups, (3) aim, (4) muscles assessment, (5) risk of falls evaluation, (6) WBV

1
2 exercise protocols, (7) biomechanical parameters, (8) level of evidence and methodological
3 quality, and (9) outcomes about the muscle responses and risk of falls.
4
5

6 7 *Study population*

8
9
10 The selected studies included mainly females among a total of 929 elderly individuals
11 (n= 65 males and n= 864 female). The age of the participants was ≥ 60 years old (elderly according
12 to WHO) [35].
13
14
15

16 17 18 19 *Whole-body vibration exercise protocol*

20
21
22 Side-alternating VP was used in two studies [36,37] and vertical VP in 2 other studies
23 [38,39]. In one work [40] the type of VP was not reported. The frequency and peak-to-peak
24 displacement (D) of the mechanical vibrations ranged from 6 to 50 Hz and from 2 to 5 mm,
25 respectively, and in one publication [38] was reported that D was < 0.1 mm with peak acceleration
26 of the 0.3g.
27
28
29
30
31
32

33 34 35 36 *Methodological quality*

37
38
39 All studies were classified as Level II according to the NHMRC classification [32].
40 Regarding to the methodological quality (PEDro score), three [37,38,40] studies were considered
41 'high' (≥ 7) and two [36,39] were 'fair' (5 or 6).
42
43
44
45
46
47

48 49 *Risk of bias*

50
51
52 The risk of bias was evaluated according with the Cochrane Collaboration's tool [33,34].
53 The detailed assessment of risk of bias was presented in figure 3. Two publications presented low
54 risk of bias [36,40] two with high risk of bias [37,38] and one unclear [39].
55
56
57

58
59 *Insert figure 3 here.*
60
61
62
63
64
65

Assessments

The Physiological Profile Assessment (PPA) present tests of vision, peripheral sensation, muscle strength, reaction time, and postural sway [15,41]. PPA was used by Parsons *et al.*, [40] to evaluate muscle strength and risk of falls in elderly women during hospitalization period (muscle strength and balance domains). The scale Functional Independence Measure (FIM) was used to assess the independence of the individuals [42]. In addition, to evaluate the risk of falls, Parsons *et al.*, [40] used the Modified Falls Efficacy (MFES), which consists in a 14-item scale, which requires participants to rate their confidence in performing a range of activities without falling [43]. Leung *et al.*, [38] used an instrument to self-report fall and fracture incidence to evaluate risk of falls and a dynamometer to assess the peak isometric force of knee extensors.

Three of the selected studies [36,37,39] used the Timed Up and Go (TUG) test, that is a sensitive, validated, and reliable tool, originally purposed to test basic functional mobility skills and falls risk in the elderly (gait function, balance while turning, lower-limb strength, and falls risk) [15,44,45]. Wadsworth and Lark [37] used TUG test to evaluate muscle strength and risk of falls, and Dudoniene *et.al.* [39] used the test to assess the risk of falls together with the Modified clinical test for sensory interaction of balance that measures the person's ability to use somatosensory, visual, and vestibular inputs for balance [46], and the Dynamic gait index that is a tool to assess gait, balance and risk of falls [47]. In addition, Wadsworth and Lark [37] and Dudoniene *et.al.* [39] evaluated the lower limb muscle strength using the 10-meters Timed Walk and 30-s chair stand test respectively [48]. Wadsworth and Lark [37] also used the parallel walking test (PWT) to evaluate the risk of fall, as it is a toll that assesses dynamic balance and dynamic stability during gait, being considered as a test with optimal association with the risk of falls.

The five-times-sit-to stand test (FTSTS), functional reach test (FRT), one leg stance (OLS), postural sway and the Berg balance scale (BBS) were described as appropriate tests for predicting falls in the elderly [15,49]. The FTSTS was used by Lee *et al.* [36], to evaluate muscle

1 strength and risk of falls and the BBS, FRT, OLS and postural sway (using a force platform) were
2 used to evaluate the risk of falls. The FRT is used to measure physical stability, the dynamic
3 balance and flexibility during the performance of functional tasks [15], and the OLS is used to
4 assess postural balance [15].
5
6
7

8 All the included studies reported improvements in the risk of falls and muscle responses,
9 as it is shown in table 1.
10
11
12
13
14
15

16 Discussion

17 The current systematic review investigated the effects of WBV exercise on the muscle
18 responses and risk of falls in the elderly. All the included papers evaluated muscle strength and
19 the risk of falls using subjective outcomes and/or functional measures. It is important to consider
20 that the analysis of methodological quality (PEDro score) (table 1) evidenced that three [37,38,40]
21 works had 'high' methodological quality (≥ 7) and two [36,39] had 'fair' methodological quality
22 (5 or 6). Furthermore, the risk of bias evaluation presented two studies with low risk of bias
23 [36,40], two with high risk of bias [37,38] and one with unclear risk of bias [39] (figure 3).
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34

35 It would be important to define a safe and efficient WBV exercise protocol with well
36 established parameters, such as frequency, peak to peak displacement, amplitude, peak of
37 acceleration (a_{peak}), time of vibration exposure and time of rest [19,21]. However, considering that
38 the protocols varied in these parameters and that only one [38] reported the a_{peak} parameter, it is
39 difficult to determine if the results were better in low or high intensity of the WBV exercise.
40
41
42
43
44
45

46 The findings of the current work suggest that WBV exercise may be useful to decrease
47 the risk of falls due to its capacity to improve physical function in elderly individuals. The
48 protocols used in the included studies were highly heterogenous. Therefore, it is not possible to
49 determine a gold protocol for reducing the risk of falls in the elderly. Similarly, Yang and Butler
50 [50] concluded in a meta-analysis that WBV exercise may benefit mobility and balance
51 immediately, but its effect may not persist among people with stroke, suggesting that more studies
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65

with high methodological quality are needed to determine the cumulative effects of WBV exercise in this population.

There is high evidence that physical exercise programs, including balance and functional exercises, reduce the risk of falls in elderly individuals [51,52]. Bemben *et al.*, [53] concluded that WBV exercise was effective for counteracting the loss of muscle strength associated with sarcopenia in elderly individuals suggesting that the balance and leg and plantar flexor strength improvements have a positive impact in the risk of falls, frailty, and fracture incidences. Jepsen *et al.*, [54] in a meta-analysis suggested that the WBV exercise may prevent fractures by decreasing the risk of falls, without producing effect on bone mineral density or bone microarchitecture. This could support the findings of the current study, strengthening the idea that reducing the risk of falls could be related to improving muscle strength.

In this context, age-related muscle weakness can be induced by physiological changes such as: (1) hormonal disorders, (2) cellular apoptosis, (3) physical inactivity, and (4) inflammaging [2–4,8,55,56]. Previous research suggests that these physiological changes could be delayed or prevented by physical exercise, including the WBV exercise [57–60]. Therefore, the WBV's mechanism of action to reduce the risk of falls and improve muscle strength in the elderly could be explained by direct or indirect changes caused by vibratory stimulus, acting directly on the muscle component or indirectly through the physiological responses triggered by this stimulus in the central nervous system [20].

The publications included in this investigation described improvement in muscle strength in the elderly through functional tests, except Leung *et al.*, [38] that used a dynamometer to measure the peak isometric force of knee extensors, finding a significant increase on the quadriceps muscle strength after 18 months of WBV in postmenopausal elderly women. Parsons *et al.*, [40] used the FIM and observed an improved activity and participation across the FIM tasks (13 motor and 5 cognitive) with significant changes in FIM scores following WBV. Lee *et al.*, [36] showed a decrease of the execution time of the FTSTS in elderly individuals after 6 weeks of the WBV. Dudoniene *et al.*, [39] showed improvement in the 30-s chair stand test after 8-week exercise with and without WBV. Wadsworth and Lark [37] found a significant improvement in

1 the: (1) TUG test after 8 and 16 weeks of WBV when compared with the control group and sham
2 group and (2) 10-meters Timed Walk (10mTW) after 3 months of WBV when compared with
3 sham group. It appears that WBV exercise can improve the capacity functional in elderly
4 individuals, with some of these benefits being maintained for at least 6 months post-WBV.
5
6
7
8
9 Considering WBV as a physical exercise modality, the findings of this systematic review are in
10 line with Bao *et al.*, [60] that showed that exercise programs have significant positive effects on
11 muscle strength and physical performance, although not reporting changes in muscle mass in
12 elderly participants with sarcopenia. Similarly, Kocic *et al.*[61] added physical exercise to usual
13 care in nursing home residents older than 65 years, during 6 months, and found significant
14 improvement in execution time in TUG test, FTSTS and FIM score. In addition, it was observed
15 that changes in TUG test and FTSTS values were significantly different between groups, as well
16 as for FIM, with better values in the WBV group, while in usual care group the values worsened.
17
18
19
20
21
22
23
24
25

26 Reduced muscle strength in elderly individuals is an important risk factor for falls, along
27 with gait and balance impairments [15]. This is on the line with the findings of this investigation,
28 where all the included articles showed an improvement both in muscle strength and in the risk of
29 falls in elderly individuals. Parsons *et al.*, [40] observed an improvement in the MFES score and
30 in the FIM test. Leung *et al.*, [38] showed a decrease in the self-report falls and fractures incidence
31 using a fall and fracture calendar and observed an improvement in the quadriceps muscle strength.
32 Likewise, Lee *et al.* [36] found an improvement in several risk of falls tests (FTSTS, BBS, FRT,
33 OLS and postural sway - force platform), also using the FTSTS as muscle strength test.
34 Wadsworth and Lark [37] demonstrated an improvement of PWT after 8 and 16 weeks of WBV
35 when compared with control group and sham group, after 3 months of WBV when compared with
36 sham group and after 6 and 12 months of WBV when compared with control group. In addition,
37 an improvement has been also found in the functional capacity through the TUG test and the
38 10mTW. Dudoniene *et al.* [39] showed an improvement in the tests related to the risk of falls
39 (modified clinical test for sensory interaction of balance, dynamic gait index and TUG test) with
40 a decrease of the execution time of the 30-s chair stand test.
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65

1 The current systematic review presents some limitations. The inclusion of studies only
2 written in English, could contribute to the exclusion of relevant articles written in other languages.
3
4 Moreover, although five important databases were searched, adding more databases to the search
5 strategy could have increased the amount of included articles. In addition, only three were
6 considered to be 'high' quality, and only two had global low risk of bias, which reduces the
7 strength and confidence in the findings.
8
9

10
11 The strength of this work is to show the association between the muscular response
12 triggered by the WBV exercise with the reduction of the risk of falls in elderly individuals.
13 Moreover, it provides evidence towards the use of WBV in this population with the intention of
14 increasing the adherence to the practice of physical exercise, since WBV exercise is a quick, safe,
15 and easy procedure.
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25

26 **Conclusion**

27
28 In conclusion, considering the findings of this systematic review, it is possible to conclude
29 that WBV exercise may reduce the risk of falls and improve muscle responses in the elderly.
30 Nevertheless, the low number of publications suggest that more high-quality studies are needed
31 to improve the scientific evidence of these findings.
32
33
34
35
36
37
38
39
40

41 **Competing interests**

42
43 The authors declare that there are no financial or other competing interests (political,
44 personal, religious, ideological, academic, intellectual, commercial or any other) in relation to this
45 manuscript.
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55

56 **Acknowledgements**

57
58 We thank *Universidade do Estado do Rio de Janeiro*, RJ, Brazil.
59
60
61
62
63
64
65

Funding Sources

This work was supported by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) (finance code 001), the Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), and the Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ).

References

1. World Health Organization. Ageing data.
2. Bhasin S, Travison TG, Manini TM, Patel S, Pencina KM, Fielding RA, Magaziner JM, Newman AB, Kiel DP, Cooper C, et al. Sarcopenia Definition: The Position Statements of the Sarcopenia Definition and Outcomes Consortium. *J Am Geriatr Soc.* 2020;68.
3. Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, Bauer J, Boirie Y, Bruyère O, Cederholm T, Cooper C, Landi F, Rolland Y, Sayer AA, et al. Sarcopenia: Revised European consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing.* 2019;48.
4. Bondarev D, Finni T, Kokko K, Kujala UM, Aukee P, Kovanen V, Laakkonen EK, Sipilä S. Physical performance during the Menopausal transition and the role of physical activity. *Journals Gerontol - Ser A Biol Sci Med Sci.* 2021;76.
5. Baumgartner RN, Waters DL, Gallagher D, Morley JE, Garry PJ. Predictors of skeletal muscle mass in elderly men and women. *Mech Ageing Dev.* 1999;107.
6. McKee A, Morley JE, Matsumoto AM, Vinik A. Sarcopenia: An endocrine disorder? *Endocr Pract.* 2017;23.
7. Morley JE. Hormones and Sarcopenia. *Curr Pharm Des.* 2017;23.
8. Meier NF, Lee D chul. Physical activity and sarcopenia in older adults. *Aging Clin Exp Res.* 2020;32.
9. Abramoff B, Caldera FE. Osteoarthritis: Pathology, Diagnosis, and Treatment Options. *Med Clin North Am* [Internet]. 2020 March 1;104:293–311. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32035570/>
10. Cuevas-Trisan R. Balance Problems and Fall Risks in the Elderly. *Phys Med Rehabil Clin N Am.* 2017;28.
11. Organization WH. Falls. Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/falls>
12. World Health Organization. WHO Global Report on Falls Prevention in Older Age. Community Health. 2007.
13. Kelsey JL, Procter-Gray E, Hannan MT, Li W. Heterogeneity of falls among older adults: Implications for public health prevention. *Am J Public Health.* 2012;102.

- 1 14. Ganz DA. Prevention of Falls in Community-Dwelling Older Adults. *N Engl J Med*
2 [Internet]. 2020;382:1135–1136. Available from:
3 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32074420/>
- 4 15. David Marsh, Paul Mitchell, Paolo Falaschi, Lauren Beaupre, Jay Magaziner, Hannah
5 Seymour and MC. *Orthogeriatrics. Pract Issues Geriatr.* 2021;273–290.
- 6 16. Sherrington C, Michaleff ZA, Fairhall N, Paul SS, Tiedemann A, Whitney J, Cumming
7 RG, Herbert RD, Close JCT, Lord SR. Exercise to prevent falls in older adults: An
8 updated systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2017;51.
- 9 17. Lee YH, Song GG. Interventions to prevent falls in older adults. *JAMA - J Am Med*
10 *Assoc.* 2018;319.
- 11 18. Cardinale M, Wakeling J. Whole body vibration exercise: Are vibrations good for you?
12 *Br J Sports Med.* 2005;39.
- 13 19. Wuestefeld A, Fuermaier ABM, Bernardo-Filho M, da Cunha de Sá-Caputo D,
14 Rittweger J, Schoenau E, Stark C, Marin PJ, Seixas A, Judex S, et al. Towards reporting
15 guidelines of research using whole-body vibration as training or treatment regimen in
16 human subjects-A Delphi consensus study. *PLoS One.* 2020;15.
- 17 20. van der Zee EA, Oroszi T, van Heuvelen MJG, Nyakas C. Vibration detection: Its
18 function and recent advances in medical applications. *F1000Research.* 2020;9.
- 19 21. Rauch F, Sievanen H, Boonen S, Cardinale M, Degens H, Felsenberg D, Roth J,
20 Schoenau E, Verschueren S, Rittweger J. Reporting whole-body vibration intervention
21 studies: Recommendations of the International Society of Musculoskeletal and Neuronal
22 Interactions. *J Musculoskelet Neuronal Interact.* 2010;10.
- 23 22. Moura-Fernandes MC, Moreira-Marconi E, de Meirelles AG, Reis-Silva A, de Souza
24 LFF, da Silva ALP, de Oliveira BBM, Gama MA de S, de Oliveira ACC, Batouli-Santos
25 D, et al. Acute effects of whole-body vibration exercise on pain level, functionality, and
26 rating of exertion of elderly obese knee osteoarthritis individuals: A randomized study.
27 *Appl Sci.* 2020;10.
- 28 23. Sá-Caputo DC, Paineiras-Domingos LL, Oliveira R, Neves MFT, Brandão A, Marin PJ,
29 Sañudo B, Furness T, Taiar R, Bernardo-Filho M. Acute Effects of Whole-Body
30 Vibration on the Pain Level, Flexibility, and Cardiovascular Responses in Individuals
31 With Metabolic Syndrome. *Dose-Response.* 2018;16.
- 32 24. Lee G. Whole-body vibration in horizontal direction for stroke rehabilitation: A
33 randomized controlled trial. *Med Sci Monit.* 2019;25.
- 34 25. Dincher A, Schwarz M, Wydra G. Analysis of the Effects of Whole-Body Vibration in
35 Parkinson Disease – Systematic Review and Meta-Analysis. *PM R.* 2019;11.
- 36 26. Dionello CF, Sá-Caputo D, Pereira HVFS, Sousa-Gonçalves CR, Maiworm AI, Morel
37 DS, Moreira-Marconi E, Paineiras-Domingos LL, Bembem D, Bernardo-Filho M. Effects
38 of whole body vibration exercises on bone mineral density of women with
39 postmenopausal osteoporosis without medications: Novel findings and literature review.
40 *J Musculoskelet Neuronal Interact.* 2016;16.
- 41 27. Moreira-Marconi E, Caiado V da S, Teixeira-Silva Y, de Meirelles AG, Moura-
42 Fernandes MC, Lopes-Souza P, Reis-Silva A, Sá-Caputo DC, Paineiras-Domingos LL,
43 Lacerda ACR, et al. Whole-body vibration as antihypertensive non-pharmacological
44 treatment in hypertensive individuals with knee osteoarthritis: Randomized cross-over
45 trial. *Sustain.* 2020;12.
- 46 28. Beck BR. Vibration Therapy to Prevent Bone Loss and Falls: Mechanisms and Efficacy.
47 *Curr Osteoporos Rep.* 2015;13.
- 48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65

- 1 29. Liberati A, Altman DG, Tetzlaff J, Mulrow C, Gøtzsche PC, Ioannidis JPA, Clarke M,
2 Devereaux PJ, Kleijnen J, Moher D. The PRISMA statement for reporting systematic
3 reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: Explanation
4 and elaboration. *PLoS Med.* 2009;6.
- 5 30. Shiwa SR, Costa LOP, Moser AD de L, Aguiar I de C, Oliveira LVF de. PEDro: a base
6 de dados de evidências em fisioterapia. *Fisioter em Mov.* 2011;24.
- 7 31. Walser RF, Meserve BB, Boucher TR. The effectiveness of thoracic spine manipulation
8 for the management of musculoskeletal conditions: A systematic review and meta-
9 analysis of randomized clinical trials. *J Man Manip Ther.* 2009;17.
- 10 32. Merlin T, Weston A, Toohar R. Extending an evidence hierarchy to include topics other
11 than treatment: Revising the Australian “levels of evidence.” *BMC Med Res Methodol.*
12 2009 December;9:34.
- 13 33. Higgins JPT, Altman DG, Gøtzsche PC, Jüni P, Moher D, Oxman AD, Savović J, Schulz
14 KF, Weeks L, Sterne JAC. The Cochrane Collaboration’s tool for assessing risk of bias
15 in randomised trials. *BMJ.* 2011;343.
- 16 34. Carvalho APV, Silva V GA. Avaliação do risco de viés de ensaios clínicos
17 randomizados pela ferramenta da colaboração Cochrane. *Diagnóstico Trat [Internet].*
18 2013;18:38–44. Available from: <http://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-670595#>
- 19 35. Dey A. World report on ageing and health. *Indian J Med Res.* 2017;145.
- 20 36. Lee K, Lee S, Song C. Whole-body vibration training improves balance, muscle strength
21 and glycosylated hemoglobin in elderly patients with diabetic neuropathy. *Tohoku J Exp*
22 *Med.* 2013;231.
- 23 37. Wadsworth D, Lark S. Effects of Whole-Body Vibration Training on the Physical
24 Function of the Frail Elderly: An Open, Randomized Controlled Trial. *Arch Phys Med*
25 *Rehabil.* 2020;101.
- 26 38. Leung KS, Li CY, Tse YK, Choy TK, Leung PC, Hung VWY, Chan SY, Leung AHC,
27 Cheung WH. Effects of 18-month low-magnitude high-frequency vibration on fall rate
28 and fracture risks in 710 community elderly - A cluster-randomized controlled trial.
29 *Osteoporos Int.* 2014;25.
- 30 39. Dudoniene V, Sakaliene R, Svediene L, Kazlauskienė D, Szczegieliński J, Krutulyte G.
31 Impact of whole body vibration on balance improvement in elderly women. *J*
32 *Vibroengineering.* 2013;15.
- 33 40. Parsons J, Mathieson S, Jull A, Parsons M. Does vibration training reduce the fall risk
34 profile of frail older people admitted to a rehabilitation facility? A randomised controlled
35 trial. *Disabil Rehabil.* 2016;38.
- 36 41. Lord SR, Sherrington C, Menz HB, Close JCT. A physiological profile approach to falls
37 risk assessment and prevention. In: *Falls in Older People.* ; 2010.
- 38 42. Ribeiro DK de MN, Lenardt MH, Lourenço TM, Betioli SE, Seima MD, Guimarães
39 CA. O emprego da medida de independência funcional em idosos. *Rev Gaúcha Enferm*
40 *[Internet].* 2018 June 7;38:e66496. Available from:
41 <http://www.scielo.br/j/rgenf/a/vxjpyHDZq8ZtQptRsd5gHDr/?lang=pt>
- 42 43. Gettens S, Fulbrook P. Fear of falling: Association between the Modified Falls Efficacy
43 Scale, in-hospital falls and hospital length of stay. *J Eval Clin Pract.* 2015;21.
- 44 44. Podsiadlo, D; Richardson S. The Timed Up and Go: A Test of Basic Functional Mobility
45 for Frail Elderly Persons. *J Am Geriatr Soc.* 1991;39.
- 46 45. Shumway-Cook A, Brauer S, Woollacott M. Predicting the probability for falls in
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65

- community-dwelling older adults using the timed up and go test. *Phys Ther.* 2000;80.
- 1 46. Shumway-Cook A, Horak FB. Assessing the Influence of Sensory Interaction on
2 Balance. *Phys Ther.* 1986;66.
 - 3
 - 4 47. Wrisley DM, Marchetti GF, Kuharsky DK, Whitney SL. Reliability, internal
5 consistency, and validity of data obtained with the functional gait assessment. *Phys Ther.*
6 2004;84.
 - 7
 - 8 48. Sipilä S, Multanen J, Kallinen M, Era P, Suominen H. Effects of strength and endurance
9 training on isometric muscle strength and walking speed in elderly women. *Acta Physiol*
10 *Scand.* 1996;156.
 - 11
 - 12 49. Persad CC, Cook S, Giordani B. Assessing falls in the elderly: Should we use simple
13 screening tests or a comprehensive fall risk evaluation? *Eur J Phys Rehabil Med.*
14 2010;46.
 - 15
 - 16 50. Yang F, Butler AJ. Efficacy of Controlled Whole-Body Vibration Training on Improving
17 Fall Risk Factors in Stroke Survivors: A Meta-analysis. *Neurorehabil Neural Repair.*
18 2020;34.
 - 19
 - 20 51. Thomas E, Battaglia G, Patti A, Brusa J, Leonardi V, Palma A, Bellafiore M. Physical
21 activity programs for balance and fall prevention in elderly: A systematic review.
22 *Medicine* [Internet]. 2019;98:1–9. Available from:
23 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31277132/>
24
 - 25
 - 26 52. Sherrington C, Fairhall NJ, Wallbank GK, Tiedemann A, Michaleff ZA, Howard K,
27 Clemson L, Hopewell S, Lamb SE. Exercise for preventing falls in older people living in
28 the community. *Cochrane Database Syst Rev.* 2019;2019.
 - 29
 - 30 53. Bembem D, Stark C, Taiar R, Bernardo-Filho M. Relevance of Whole-Body Vibration
31 Exercises on Muscle Strength/Power and Bone of Elderly Individuals. *Dose-Response.*
32 2018;16.
 - 33
 - 34 54. Jepsen DB, Thomsen K, Hansen S, Jørgensen NR, Masud T, Ryg J. Effect of whole-
35 body vibration exercise in preventing falls and fractures: A systematic review and meta-
36 analysis. *BMJ Open.* 2017;7.
 - 37
 - 38 55. Xia S, Zhang X, Zheng S, Khanabdali R, Kalionis B, Wu J, Wan W, Tai X. An Update
39 on Inflamm-Aging: Mechanisms, Prevention, and Treatment. *J Immunol Res.*
40 2016;2016.
 - 41
 - 42 56. Valenzuela T, Okubo Y, Woodbury A, Lord SR, Delbaere K. Adherence to Technology-
43 Based Exercise Programs in Older Adults: A Systematic Review. *J Geriatr Phys Ther.*
44 2018;41.
 - 45
 - 46 57. Moreira-Marconi E, da Cunha de Sá-Caputo D, Sartorio A, Bernardo-Filho M.
47 Hormonal Responses to Vibration Therapy. In: *Manual of Vibration Exercise and*
48 *Vibration Therapy.* ; 2020.
 - 49
 - 50 58. Sherk VD, Rosen CJ. Senescent and apoptotic osteocytes and aging: Exercise to the
51 rescue? *Bone.* 2019;121.
 - 52
 - 53 59. Vasconcelos ABS, Resende-Neto AG de, Nogueira AC, Aragão-Santos JC, Monteiro
54 MRP, Morais Junior GS, Avelar GG, Camargo EA, Nóbrega O de T, Da Silva-
55 Grigoletto ME. Functional and traditional training improve muscle power and reduce
56 proinflammatory cytokines in older women: A randomized controlled trial. *Exp*
57 *Gerontol.* 2020;135.
 - 58
 - 59 60. Bao W, Sun Y, Zhang T, Zou L, Wu X, Wang D, Chen Z. Exercise programs for muscle
60 mass, muscle strength and physical performance in older adults with sarcopenia: A
61
62
63
64
65

systematic review and meta-analysis. *Aging Dis.* 2020;11.

- 1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
61. Kocic M, Stojanovic Z, Nikolic D, Lazovic M, Grbic R, Dimitrijevic L, Milenkovic M. The effectiveness of group Otago exercise program on physical function in nursing home residents older than 65years: A randomized controlled trial. *Arch Gerontol Geriatr* [Internet]. 2018 March 1;75:112–118. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29241091/>

16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

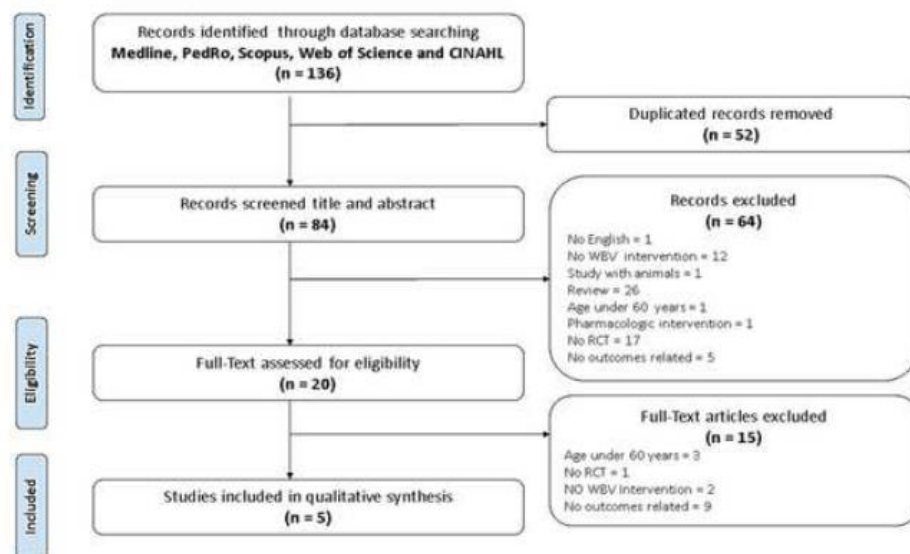
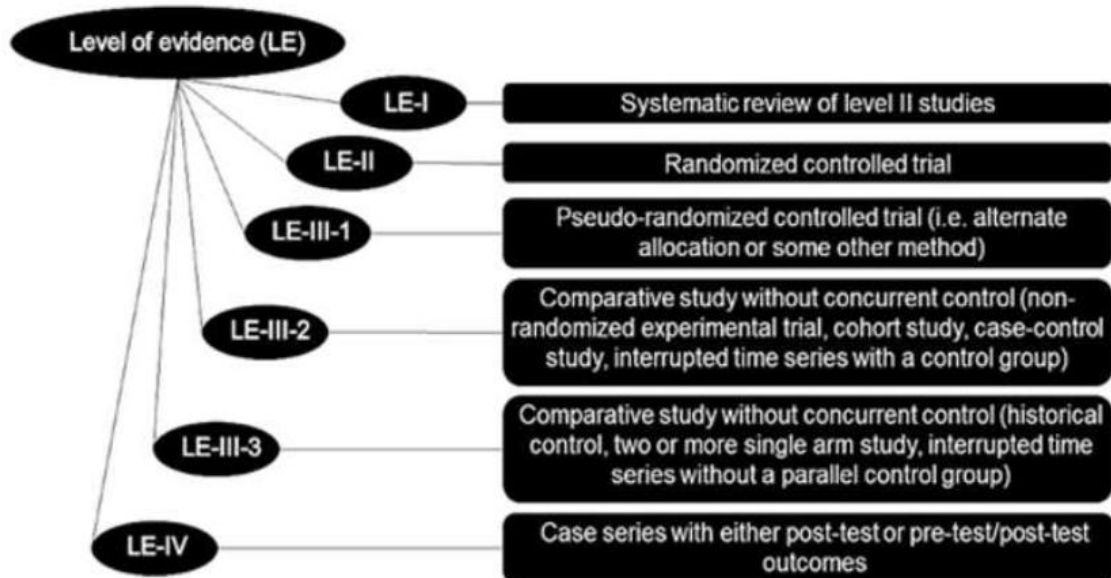
23	CG: n= 46 (n= 18 male and n= 28 female) (84.3 ±1.3 years old)	declines in mobility and function.						
24	Shan Group: n= 36 (n= 8 male and n= 27 female) (83.7± 1.2 years old)							
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								
36								

Abbreviations: WBV - whole-body vibration; CG – control group, VP - vibrating platform, *f* - frequencies; *D* - peak-to-peak displacement; *A* - amplitude; a_{peak} - peak acceleration; NHMRC - levels of evidence according National Health and Medical Research Council; SD - standard deviation; FIM - Functional Independence Measure , MFES - Modified Falls Efficacy, FTSTS - Five-times-sit-to stand test, BBS - Berg balance scale; FRT - functional reach test; OLS - one leg stance; 10mTW - 10-meters Timed Walk; TUG Test - timed Up and Go test; PWT - parallel walking test; Physiological Profile Assessment (PPA) PEDro score – (a)'high' methodological quality ≥7, (b)'fair' methodological quality = 5 or 6, (c)'poor'≤4.

Table 1 – Characteristics of the selected studies.

Author/Year	Participants/groups/age	Aim	Muscle assessment	Risk of falls evaluation	WBV exercise protocols	Frequency/ peak-to-peak displacement or amplitude/ a_{peak}	NHMRC/ PEDro scale	Outcomes
Parsons et al., 2016 ⁴⁰	N= 56 individuals (female) WBV Group: n=22 (82.07 ± 8.4 years old) CG: n=23 (81.76 ± 8.0 years old)	To determine the effect of WBV exercise on functional ability and falls risk.	Physiological Profile Assessment (PPA) (muscle strength domain) FIM	PPA (balance domain) MFES	VP: not reported Thrice a week (during hospital stay) Position: Semi squat 6 static exercises 2 sets of 30 seconds	F: 30 until 50 Hz A: 2 until 5 mm a_{peak} : not informed.	LE=2 PEDro 8/10	There was no significant difference on PPA (both domains) Significant improvements on Functional Independence Measure score ($p= 0.03$) and MFES ($p= 0.007$)
Yang et al., 2014 ³⁹	N= 661 individuals (postmenopausal females) WBV Group: n=334 (74.5 ± 7.1 years old) CG: n=327 (71.3 ± 7.2 years old)	To investigate the long-term effects of low magnitude high-frequency vibration on fall and fracture rates, muscle performance and bone quality	Peak isometric force of knee extension (dynamometer) repeated thrice each limb and was used the maximum force	Self-report falls and fractures incidence on a fall and fracture calendar	VP: vertical 5 days/week for 18 months Position: Stand on platform Time:20 minutes	F: 35 Hz A/D < 0.1 mm a_{peak} = 0.3 g	LE=2 PEDro 8/10	Significant improvement on the quadriceps muscle strength Lower incidence rate of fracture and falls comparing to CG
Lee et al., 2013 ³⁸	N=56 individuals (male and female) CG: n= 18 (n=8 male and n=10 female) (75.77 ± 5.69 years old) WBV and Balance Group: n= 19 (n=9 male and n=10 female) (76.31 ± 4.78 years old) Balance group: n=18 (n=7 male and n=11 female) (74.05 ± 5.42 years old)	To investigate effects of WBV plus a balance exercise program on balance and strength.	FTSTS	FTSTS TUG Test BBS FRT Postural sway (force platform) OLS	VP: side-alternating 3 times/week for 6 weeks Position: 110° squat Session: 3 times of 3 min of vibration and 1 min of rest	F: 15 until 30 Hz D: 1 until 3 mm a_{peak} : not informed.	LE=2 PEDro 6/10	The postural sway, the FTSTS, the TUG test, the BBS and the OLS showed a significant improvement in the WBV group compared to the other groups, and the FRT showed significant improvements in the WBV and BE groups but not in the control group.
Wadsworth and Lark, 2020 ³⁷	N=117 individuals (male and female) Age 82.5±7.9 (mean±SD) Male and Female WBV Group: n= 38 (n= 15 male and n= 21 female) (79.4 ± 1.1 years old)	To investigate the feasibility and benefits of WBV exercise as a safe and effective training tool for countering sarcopenia and age-related	10mTW TUG Test	TUG Test PWT	VP: side-alternating 3 times/week for 16 weeks Position: isometric knee flexion = 20° (±5°) Session: 5 to 10 times of 1 min of vibration and 1 min of rest	F: 6 until 26 Hz A: 2 until 4mm a_{peak} : not informed.	LE=2 PEDro 7/10	Significantly improvements in TUG test, PWT and 10mTW.

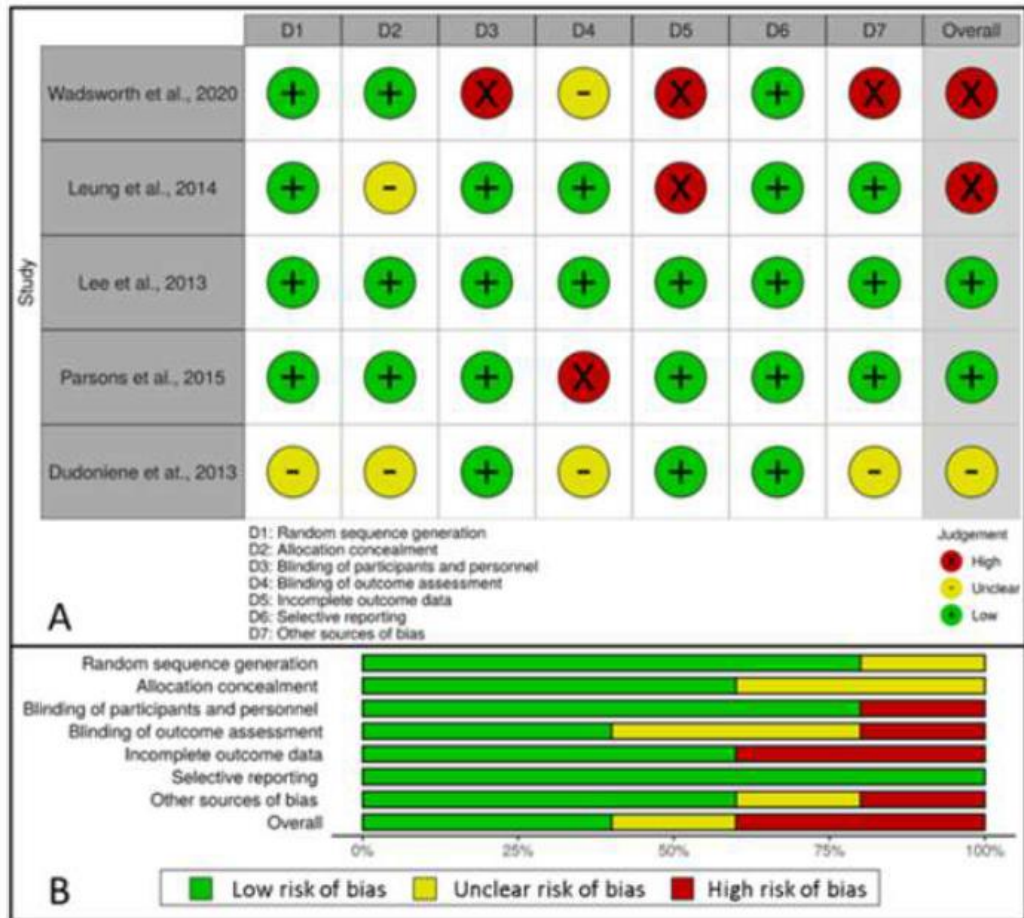
Figure 1

[Click here to access/download; figures; figure1.tif](#)

WBV - whole body vibration exercise, RCT- randomized clinical trial.

Figure 5

Click here to download Figure 5



Conflict of Interest:

The authors declare to the Editorial Board of the Archives of Gerontology and Geriatrics that they have is not financial conflict of interest (political, personal, religious, ideological, academic, intellectual, commercial or any other) in relation to this manuscript.

Alexandre Gonçalves de Meirelles

Credit Author Statement

Alexandre Gonçalves de Meirelles: Conceptualization; Data curation; Formal analysis; Investigation; Methodology; Roles/Writing - original draft. **Eloá Moreira-Marconi:** Methodology; Resources; Roles/Writing - original draft. **Ygor Teixeira-Silva:** Methodology; Resources; Roles/Writing - original draft. **Aline Cristina Gomes Santos:** Methodology; Resources; Roles/Writing - original draft. **Vanessa da Silva Caiado:** Methodology; Resources; Roles/Writing - original draft. **Luelia Teles Jaques-Albuquerque:** Methodology; Resources; Roles/Writing - original draft. **Ana Carolina Coelho-Oliveira:** Methodology; Resources; Roles/Writing - original draft. **Marcia Cristina Moura-Fernandes:** Methodology; Resources; Roles/Writing - original draft. **Laisa Liane Paineiras-Domingos:** Methodology; Resources; Roles/Writing - original draft. **Adérito Seixas Formal:** analysis; Resources; Software; Writing - review & editing. **Mario Bernardo-Filho:** Project administration; Resources; Software; Supervision; Validation; Visualization; Roles/Writing - original draft; Writing - review & editing. **Danúbia da Cunha de Sá-Caputo:** Project administration; Resources; Software; Supervision; Validation; Visualization; Roles/Writing - original draft; Writing - review & editing.

ANEXO A - Acute Effects of Whole-Body Vibration Exercise on Pain Level, Functionality, and Rating of Exertion of Elderly Obese Knee Osteoarthritis Individuals: A Randomized Study



Article

Acute Effects of Whole-Body Vibration Exercise on Pain Level, Functionality, and Rating of Exertion of Elderly Obese Knee Osteoarthritis Individuals: A Randomized Study

Marcia Cristina Moura-Fernandes ^{1,2}, Eloá Moreira-Marconi ^{1,2}, Alexandre Gonçalves de Meirelles ^{2,3}, Aline Reis-Silva ^{2,3}, Luiz Felipe Ferreira de Souza ², Adriana Lírio Pereira da Silva ^{2,4}, Bruno Bessa Monteiro de Oliveira ^{1,2,5}, Marco Antonio de Souza Gama ^{2,5}, Ana Carolina Coelho de Oliveira ^{1,2,6}, Daniel Batouli-Santos ², Ygor Teixeira da Silva ^{2,4}, Luiza Torres-Nunes ², Vanessa da Silva Caiado ², Maria Eduarda de Souza Melo-Oliveira ^{2,3}, Eliane de Oliveira Guedes de Aguiar ^{2,4,5}, Liszt Palmeira de Oliveira ⁷, Alan de Paula Mozella ⁷, Laisa Liane Paineiras-Domingos ^{2,4,5}, Mario José dos Santos Pereira ², Vinicius Layter Xavier ⁸, Ana Cristina Rodrigues Lacerda ⁶, Vanessa Amaral Mendonça ⁶, Borja Sañudo ⁹, Adérito Seixas ¹⁰, Redha Taiar ^{11,*}, Danúbia da Cunha de Sá-Caputo ^{2,4,5} and Mario Bernardo-Filho ²

¹ Programa de Pós-graduação em Fisiopatologia Clínica e Experimental, Faculdade de Ciências Médicas, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro 20550-170, Brazil; marciafernandesfisio@hotmail.com (M.C.M.-F.); eloamarconi@gmail.com (E.M.-M.); bessa.oliveira@gmail.com (B.B.M.d.O.); anacarol_coelho@hotmail.com (A.C.C.d.O.)

² Laboratório de Vibrações Mecânicas e Práticas Integrativas-LAVIMPI, Departamento de Biofísica e Biometria, Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes and Policlínica Piquet Carneiro, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro 20511-010, Brazil; meirelles.ale@gmail.com (A.G.d.M.); fisio.alinereis@hotmail.com (A.R.-S.); lumadaragu@gmail.com (L.F.F.d.S.); adrianaliriolavimpi@gmail.com (A.L.P.d.S.); drmarcogamafisiooperito@gmail.com (M.A.d.S.G.); danielbatouli@gmail.com (D.B.-S.); silvarogy@hotmail.com (Y.T.d.S.); luiza-nunes@bol.com.br (L.T.-N.); vancaiado83@gmail.com (V.d.S.C.); mariaeduardaoliveira@hotmail.com (M.E.d.S.M.-O.); ellianeguedes@gmail.com (E.d.O.G.d.A.); laisanit@gmail.com (L.L.P.-D.); mario@anima.bio.br (M.J.d.S.P.); dradanubia@gmail.com (D.d.C.d.S.-C.); bernardofilho@gmail.com (M.B.-F.)

³ Mestrado Profissional em Saúde, Medicina Laboratorial e Tecnologia Forense, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro 21941-901, Brazil

⁴ Programa de Pós-graduação em Ciências Médicas, Faculdade de Ciências Médicas, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro 20550-170, Brazil

⁵ Departamento de Fisioterapia, Faculdade Bezerra de Araújo, Rio de Janeiro 23052-180, Brazil

⁶ Centro Integrado de Pós-Graduação e Pesquisa em Saúde-CIPq/Saúde, Faculdade de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri-UFVJM, Diamantina 39100-000, Minas Gerais (MG), Brazil; lacerdaacr@gmail.com (A.C.R.L.); vaafisio@hotmail.com (V.A.M.)

⁷ Departamento de Especialidades Cirúrgicas, Faculdade de Ciências Médicas, Universidade do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro 20550-170, Brazil; lisztpalmeira@yahoo.com.br (L.P.d.O.); apmozella@terra.com.br (A.d.P.M.)

⁸ Departamento de Estatística, Instituto de Matemática e Estatística, Universidade do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro 20550-900, Brazil; viniciuslx@ime.uerj.br

⁹ Departamento de Educación Física y Deporte, Universidad de Sevilla, 41013 Sevilla, Spain; bsancor@us.es

¹⁰ Escola Superior de Saúde, Fundação Fernando Pessoa, 4249-004 Porto, Portugal; aderito@ufp.edu.pt

¹¹ Université de Reims Champagne-Ardenne, 51100 Reims, France

* Correspondence: redha.taiar@univ-reims.fr

Received: 2 June 2020; Accepted: 15 August 2020; Published: 25 August 2020



ANEXO B - Effect of the Combined Intervention with Passive Whole-Body Vibration and Auriculotherapy on the Quality of Life of Individuals with Knee Osteoarthritis Assessed by the WHOQOL-Bref: A Multi-Arm Clinical Trial



Article

Effect of the Combined Intervention with Passive Whole-Body Vibration and Auriculotherapy on the Quality of Life of Individuals with Knee Osteoarthritis Assessed by the WHOQOL-Bref: A Multi-Arm Clinical Trial

Marcia Cristina Moura-Fernandes ^{1,2}, Eloá Moreira-Marconi ^{1,2}, Alexandre Gonçalves de Meirelles ^{2,3}, Ana Paula Ferreira de Oliveira ², Aline Reis Silva ^{2,3}, Luiz Felipe Ferreira de Souza ², Adriana Lírio Pereira da Silva ^{2,4}, Carmen dos Santos-Fernandes ², Bruno Bessa Monteiro de Oliveira ^{2,5}, Marco Antonio de Souza Gama ^{2,5}, Maria Eduarda de Souza Melo-Oliveira ^{2,3}, Eliane de Oliveira Guedes de Aguiar ^{2,4,5}, Liszt Palmeira de Oliveira ⁶, Alan de Paula Mozella ⁶, Danúbia da Cunha de Sá-Caputo ^{2,4,5}, Laisa Liane Paineiras-Domingos ^{2,4,5}, Mario José dos Santos Pereira ², Vinicius Layter Xavier ⁷, Ana Cristina Rodrigues Lacerda ⁸, Vanessa Amaral Mendonça ⁸, Borja Sañudo ⁹, Redha Taiar ^{10,*} and Mario Bernardo-Filho ²

- Programa de Pós-graduação em Fisiopatologia Clínica e Experimental, Faculdade de Ciências Médicas, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro RJ 20551-030, Brazil; marciafernandesfisio@hotmail.com (M.C.M.-F.); eloamarconi@gmail.com (E.M.-M.)
- Laboratório de Vibrações Mecânicas e Práticas Integrativas—LAVIMPI, Departamento de Biofísica e Biometria, Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro RJ 20950-003, Brazil; meirelles.ale@gmail.com (A.G.d.M.); anapaulaoliveira.7298@gmail.com (A.P.F.d.O.); fisio.alinereis@hotmail.com (A.R.S.); lunadaragu@gmail.com (L.F.F.d.S.); adrianaliriolavimpi@gmail.com (A.L.P.d.S.); carmensfernandes@hotmail.com (C.d.S.-F.); bessa.oliveira@gmail.com (B.B.M.d.O.); drmarcogamafisiooperito@gmail.com (M.A.d.S.G.); mariaeduardaoliveira@hotmail.com (M.E.d.S.M.-O.); ellianeguedes@gmail.com (E.d.O.G.d.A.); drdanubia@gmail.com (D.d.C.d.S.-C.); laisanit@gmail.com (L.L.P.-D.); mario@anima.bio.br (M.J.d.S.P.); bernardofilhom@gmail.com (M.B.-F.)
- Mestrado Profissional em Saúde, Medicina Laboratorial e Tecnologia Forense, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro RJ 20551-030 Brazil
- Programa de Pós-graduação em Ciências Médicas, Faculdade de Ciências Médicas, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro RJ 20551-030, Brazil
- Faculdade Bezerra de Araújo, Rio de Janeiro RJ 23052-180, Brazil
- Hospital Universitário Pedro Ernesto, Departamento de Ortopedia e Traumatologia Rio de Janeiro, Rio de Janeiro RJ 20551-030, Brazil; lisztpalmeira@yahoo.com.br (L.P.d.O.); apmozella@terra.com.br (A.d.P.M.)
- Departamento de Estatística, Instituto de Matemática e Estatística, Universidade do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro RJ 20550-900, Brazil; viniciuslx@ime.uerj.br
- Centro Integrado de Pós-Graduação e Pesquisa em Saúde—CIPq/Saúde, Faculdade de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri—UFVJM, Diamantina MG 39100-000, Brazil; lacerdaacr@gmail.com (A.C.R.L.); vaafisio@hotmail.com (V.A.M.)
- Departamento de Educación Física y Deporte, Universidad de Sevilla, 41013 Sevilla, Spain; bsancor@us.es
- Université de Reims Champagne-Ardenne, 51100 Reims, France
- * Correspondence: redha.taiar@univ-reims.fr

Received: 27 January 2020; Accepted: 9 March 2020; Published: 12 March 2020



ANEXO C - Effect of Whole-Body Vibration on the Functional Responses of the Patients with Knee Osteoarthritis by the Electromyographic Profile of the Vastus Lateralis Muscles during the Five-Repetition Chair Stand Test: A Randomized Crossover Trial



Article

Effect of Whole-Body Vibration on the Functional Responses of the Patients with Knee Osteoarthritis by the Electromyographic Profile of the *Vastus Lateralis* Muscles during the Five-Repetition Chair Stand Test: A Randomized Crossover Trial

Eloá Moreira-Marconi ^{1,2}, Ygor Teixeira-Silva ^{2,3}, Alexandre Gonçalves de Meirelles ^{2,4}, Marcia Cristina Moura-Fernandes ^{1,2}, Patrícia Lopes-Souza ^{2,3}, Aline Reis-Silva ^{2,4}, Renata Marques Marchon ^{2,4}, Eliane de Oliveira Guedes-Aguiar ^{2,3,5}, Laisa Liane Paineiras-Domingos ^{2,3,5}, Danúbia da Cunha de Sá-Caputo ^{2,3,5}, Maria Eduarda de Souza Melo-Oliveira ^{2,4}, Bruno Bessa Monteiro de Oliveira ^{1,2,5}, Marco Antônio de Souza Gama ^{2,5}, Roges Alvim-Oliveira ^{2,4}, Daniel Batouli-Santos ², Ana Cristina Rodrigues Lacerda ⁶, Vanessa Amaral Mendonça ⁶, Vinicius Layter Xavier ⁷, Liszt Palmeira de Oliveira ⁸, Alan de Paula Mozella ⁸, Borja Sañudo ⁹, Adérito Seixas ¹⁰, Redha Taiar ^{11,*}, Darryl Cochrane ¹² and Mario Bernardo-Filho ²

- ¹ Programa de Pós-Graduação em Fisiopatologia Clínica e Experimental, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro 20551-030, Brazil; eloamarconi@gmail.com (E.M.-M.); marciafernandesfisio@hotmail.com (M.C.M.-F.); bessa.oliveira@gmail.com (B.B.M.d.O.)
 - ² Laboratório de Vibrações Mecânicas e Práticas Integrativas-LAVIMPI, Departamento de Biofísica e Biometria, Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes and Policlínica Piquet Carneiro, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro 20950-003, Brazil; silvarogy@hotmail.com (Y.T.-S.); meirelles.ale@gmail.com (A.G.d.M.); patricia.lopes.ppc@gmail.com (P.L.-S.); fisio.alinereis@hotmail.com (A.R.-S.); remarchon_fisio@hotmail.com (R.M.M.); ellianeguedes@gmail.com (E.d.O.G.-A.); laisarit@gmail.com (L.L.P.-D.); dradanubia@gmail.com (D.d.C.d.S.-C.); mariaeduardaoliveira@hotmail.com (M.E.d.S.M.-O.); drmarcogamafisiooperito@gmail.com (M.A.d.S.G.); roges.ent@gmail.com (R.A.-O.); danielbatouli@gmail.com (D.B.-S.); bernardofilho@gmail.com (M.B.-F.)
 - ³ Programa de Pós-Graduação em Ciências Médicas, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro 20551-030, Brazil
 - ⁴ Mestrado Profissional em Saúde, Medicina Laboratorial e Tecnologia Forense, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro 20950-003, Brazil
 - ⁵ Faculdade Bezerra de Araújo, Rio de Janeiro 23052-180, Brazil
 - ⁶ Faculdade de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, Minas Gerais 39100-000, Brazil; lacerdaacr@gmail.com (A.C.R.L.); vaafisio@hotmail.com (V.A.M.)
 - ⁷ Departamento de Estatística, Instituto de Matemática e Estatística, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro 20550-000, Brazil; viniciusbx@ime.uerj.br
 - ⁸ Departamento de Ortopedia e Traumatologia, Hospital Universitário Pedro Ernesto, Rio de Janeiro 20551-030, Brazil; lisztpalmeira@yahoo.com.br (L.P.d.O.); apmozella@terra.com.br (A.d.P.M.)
 - ⁹ Departamento de Educación Física y Deporte, Universidad de Sevilla, 41013 Sevilla, Spain; bsancor@us.es
 - ¹⁰ Escola Superior de Saúde, Universidade Fernando Pessoa, 4249-004 Porto, Portugal; aderito@ufp.edu.pt
 - ¹¹ Groupe de Recherche en Sciences pour l'Ingénieur (GRESPI), Université de Reims Champagne Ardenne, 51100 Reims, France
 - ¹² School of Sport, Exercise & Nutrition, Massey University, Palmerston North 4474, New Zealand; D.Cochrane@massey.ac.nz
- * Correspondence: redha.taiar@univ-reims.fr

Received: 25 April 2020; Accepted: 16 June 2020; Published: 23 June 2020



ANEXO D - Whole-Body Vibration as Antihypertensive Non-Pharmacological Treatment in Hypertensive Individuals with Knee Osteoarthritis: Randomized Cross-Over Trial



Article

Whole-Body Vibration as Antihypertensive Non-Pharmacological Treatment in Hypertensive Individuals with Knee Osteoarthritis: Randomized Cross-Over Trial

Eloá Moreira-Marconi ^{1,2}, Vanessa da Silva Caiado ^{2,3}, Ygor Teixeira-Silva ^{2,3}, Alexandre Gonçalves de Meirelles ^{2,4}, Marcia Cristina Moura-Fernandes ^{1,2}, Patrícia Lopes-Souza ^{2,3}, Aline Reis-Silva ^{2,4}, Danúbia C. Sá-Caputo ^{2,3,5}, Laisa L. Paineiras-Domingos ^{2,3,5}, Ana Cristina Rodrigues Lacerda ⁶, Vanessa Amaral Mendonça ⁶, Ricardo Gonçalves Cordeiro ^{7,8}, Redha Taiar ⁹, Alessandro Sartorio ¹⁰, Alexei Wong ¹¹, Borja Sañudo ¹² and Mario Bernardo-Filho ²

- ¹ Graduate Program in Clinical and Experimental Pathophysiology, Rio de Janeiro State University, Rio de Janeiro, RJ 20.551-030, Brazil; marconi.eloa@posgraduacao.uerj.br (E.M.-M.); fernandes.marcia@posgraduacao.uerj.br (M.C.M.-F.)
- ² Mechanical Vibration Laboratory and Integrative Practices—LAVIMPI, Biophysics and Biometrics Department, Institute of Biology Roberto Alcântara Gomes and Piquet Carneiro Polyclinic, Rio de Janeiro State University, Rio de Janeiro, RJ 20950-003, Brazil; ygor.silva@souunisuam.com.br (Y.T.-S.); alexandre.meirelles@estacio.br (A.G.d.M.); patricia.souza@inca.gov.br (P.L.-S.); silva.aline@posgraduacao.uerj.br (A.R.-S.); caputo.danubia@posgraduacao.uerj.br (D.C.S.-C.); domingos.laisa@posgraduacao.uerj.br (L.L.P.-D.); bernardo@uerj.br (M.B.-F.)
- ³ Graduate Program in Medical Sciences, Rio de Janeiro State University, Rio de Janeiro, RJ 20.551-030, Brazil
- ⁴ Professional Master in Health, Laboratory Medicine and Forensic Technology, Rio de Janeiro State University, Rio de Janeiro, RJ 20950-003, Brazil
- ⁵ Bezerra de Araújo Faculty, Rio de Janeiro, RJ 23052-180, Brazil
- ⁶ Faculty of Biological and Health Sciences, Federal University of the Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, MG 39100-000, Brazil; lacerda.acr@ufvjm.edu.br (A.C.R.L.); vanessa.mendonca@ufvjm.edu.br (V.A.M.)
- ⁷ Health Sciences Degree Program. Estacio de Sá University, Rio de Janeiro, RJ 20071-001, Brazil; ricardo.cordeiro@estacio.br
- ⁸ Graduate Program in Exercise Sciences and Sport, Rio de Janeiro State University, Rio de Janeiro, RJ 20550-000, Brazil
- ⁹ Groupe de Recherche en Sciences pour l'Ingénieur (GRESPI)/ University of Reims Champagne Ardenne, 51100 Reims, France; redha.taiar@univ-reims.fr
- ¹⁰ Istituto Auxologico Italiano, Division of Metabolic Diseases and Auxology & Experimental Laboratory for Auxo-endocrinological Research, 28824 Verbania, Italy; sartorio@auxologico.it
- ¹¹ Department of Health and Human Performance, Marymount University, Arlington, VA 22207, USA; awong@marymount.edu
- ¹² Departamento de Educación Física y Deporte, University of Sevilla, 41013 Sevilla, Spain; bsancor@us.es
- * Correspondence: vanessa.caiado@uerj.br; Tel.: +55-21-23342367

Received: 29 August 2020; Accepted: 17 October 2020; Published: 28 October 2020



Abstract: (1) Background: Hypertension is a serious medical condition characterized by a persistent increase in blood pressure (BP), which is prevalent in individuals with knee osteoarthritis (KOA). Pharmacological interventions are normally used to treat both hypertension and KOA; however, a more sustainable form of treatment is desirable for these clinical conditions. Whole-body vibration (WBV) exercise has been proposed as a non-pharmacological therapy for reducing both BP and KOA symptomatology. This study aimed to evaluate the antihypertensive effect of WBV in hypertensive individuals with KOA. (2) Methods: Nineteen hypertensive individuals with KOA were randomly

ANEXO E – Effects of the Whole-Body Vibration and Auriculotherapy on the Functionality of Knee Osteoarthritis Individuals



Article

Effects of the Whole-Body Vibration and Auriculotherapy on the Functionality of Knee Osteoarthritis Individuals

Cristiane Ribeiro Küttler ^{1,2}, Eloá Moreira-Marconi ^{2,3}, Ygor Teixeira-Silva ^{2,4}, Marcia Cristina Moura-Fernandes ^{2,3}, Alexandre Gonçalves de Meirelles ^{1,2}, Mario José dos Santos Pereira ², Shyang Chang ⁵, José Alexandre Bachur ⁶, Laisa Liane Paineiras-Domingos ^{2,4,7}, Redha Taiar ^{8,*}, Mario Bernardo-Filho ² and Danúbia da Cunha de Sá-Caputo ^{2,4,6}

- ¹ Mestrado Profissional em Saúde, Medicina Laboratorial e Tecnologia Forense, Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ 20950-003, Brazil; crkutter@hotmail.com (C.R.K.); meirelles.ale@gmail.com (A.G.d.M.)
- ² Laboratório de Vibrações Mecânicas e Práticas Integrativas e Complementares, Departamento de Biofísica e Biometria, Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes e Policlínica Américo Piquet Carneiro, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, RJ 20950-003, Brazil; eloamarconi@gmail.com (E.M.-M.); silvarogy@hotmail.com (Y.T.-S.); marciafernandesfisio@hotmail.com (M.C.M.-F.); mariojosp@gmail.com (M.J.d.S.P.); laisanit@gmail.com (L.L.P.-D.); bernardofilho@gmail.com (M.B.-F.); dradanubia@gmail.com (D.d.S.-C.)
- ³ Programa de Pós-graduação em Fisiopatologia Clínica e Experimental, Faculdade de Ciências Médicas, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ 20.551-030, Brazil
- ⁴ Programa de Pós-graduação em Ciências Médicas, Faculdade de Ciências Médicas, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ 20.551-030, Brazil
- ⁵ Department of Electrical Engineering, National Tsing Hua University, Hsinchu 30013, Taiwan; shyang@ee.nthu.edu.tw
- ⁶ Departamento de Medicina e Fisioterapia, Universidade de Franca, Franca, SP 14401-426, Brazil; jabachur@hotmail.com
- ⁷ Departamento de Fisioterapia, Faculdade Bezerra de Araújo, Rio de Janeiro, RJ 23052-180, Brazil
- ⁸ GRESPI, Université de Reims, 51100 Reims, France
- * Correspondence: redha.taiar@univ-reims.fr

Received: 19 October 2019; Accepted: 25 November 2019; Published: 29 November 2019



Featured Application: The protocol proposed by this study (WBV alone or associated with TA) can be used by health professionals as a non-pharmacological intervention to improve the functionality of individuals with knee osteoarthritis.

Abstract: Knee osteoarthritis (KOA) is a degenerative disease of the knee joint. This study aims to evaluate the effects of whole-body vibration (WBV), auriculotherapy (AT), and the association of these techniques with the functionality of KOA individuals. Individuals (n = 120) were allocated an AT group (GAT), a WBV group (GWBV), an association group (GWBV + AT), and their respective controls (CGAT, CGWBMV, CGWBMV + AT). The WBV intervention was performed with 5–14 Hz in 3 min of working time with 1 min rest. The control group performed the protocol with the vibrating platform (VP) turned off. The AT intervention was performed with adhesive tapes, with seeds placed in the both ears on the Shenmen point, knee joint, and kidney. The control groups had seedless tape placed on both ears. The participants were instructed to press the adhesive tapes with the fingers three times per day (for 6 days) and to remove the adhesive tapes on the seventh day, before returning to the laboratory. The International Knee Documentation Committee (IKDC), the short physical performance battery (SPPB), and the anterior trunk flexibility (ATF) tests were applied. Acute and cumulative effects were determined. In first session (acute effect of the first session), significant

ANEXO F - Evaluation of Whole-Body Vibration Exercise on Neuromuscular Activation Through Electromyographic Pattern of Vastus Lateralis Muscle and on Range of Motion of Knees in Metabolic Syndrome: A Quasi-Randomized Cross-Over Controlled Trial



Article

Evaluation of Whole-Body Vibration Exercise on Neuromuscular Activation Through Electromyographic Pattern of Vastus Lateralis Muscle and on Range of Motion of Knees in Metabolic Syndrome: A Quasi-Randomized Cross-Over Controlled Trial

Cintia Renata de Sousa-Gonçalves ^{1,2}, Laisa Liane Paineiras-Domingos ^{1,2,3}, Ygor Teixeira-Silva ^{1,2}, Thais Amadeu ¹, Adriana Lírio Pereira da Silva ², Arlete Francisca-Santos ², Luiz Felipe Ferreira de Souza ², Mario José dos Santos Pereira ², Maria Eduarda Souza Melo-Oliveira ^{2,4}, Alexandre Gonçalves de Meirelles ^{2,4}, Glória Maria Guimarães-Lourenço ^{2,4}, Aline Reis-Silva ^{2,4}, Eloá Moreira-Marconi ^{2,5}, Marcia Cristina Moura-Fernandes ^{2,5}, Vinicius Layter Xavier ⁶, Alessandra da Rocha Pinheiro Mulder ⁷, Ana Cristina Rodrigues Lacerda ⁸, Vanessa Amaral Mendonça ⁸, José Alexandre Bachur ⁹, Redha Taiar ^{10,*}, Alessandro Sartorio ¹¹, Danúbia da Cunha de Sá-Caputo ^{1,2,3} and Mario Bernardo-Filho ²

¹ Programa de Pós-Graduação em Ciências Médicas, Faculdade de Ciências Médicas, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro 20.551-030, Brazil; ci.renata@gmail.com (C.R.d.S.-G.); laisanit@gmail.com (L.L.P.-D.); silvarogy@hotmail.com (Y.T.-S.); tpamadeu@gmail.com (T.A.); dradanubia@gmail.com (D.d.C.d.S.-C.)

² Laboratório de Vibrações Mecânicas e Práticas Integrativas, Departamento de Biofísica e Biometria, Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes e Policlínica Américo Piquet Carneiro, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro 20950-003, Brazil; adrianalirioavimpi@gmail.com (A.L.P.d.S.); fisioarlete@hotmail.com (A.F.-S.); lumadaragu@gmail.com (L.F.F.d.S.); mariojosp@gmail.com (M.J.d.S.P.); mariaeduardaoliveira@hotmail.com (M.E.S.M.-O.); meirelles.ale@gmail.com (A.G.d.M.); dra.glorialourenco@gmail.com (G.M.G.-L.); fisioalinerreis@hotmail.com (A.R.-S.); eloamarconi@gmail.com (E.M.-M.); marciafernandesfisio@hotmail.com (M.C.M.-F.); bernardofilho@gmail.com (M.B.-F.)

³ Faculdade Bezerra de Araújo, Rio de Janeiro 23052-180, Brazil

⁴ Programa de Pós-graduação em Saúde, Medicina Laboratorial e Tecnologia Forense, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro 20950-003, Brazil

⁵ Programa de Pós-Graduação em Fisiopatologia Clínica e Experimental, Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro 20.551-030, Brazil

⁶ Departamento de Estatística, Instituto de Matemática e Estatística, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro 20550-900, Brazil; viniciuslx@ime.uerj.br

⁷ Departamento de Nutrição, Instituto de Nutrição e Policlínica Américo Piquet Carneiro, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro 20550-900, Brazil; alessandra.mulder@gmail.com

⁸ Faculdade de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina 39.100.000, Brazil; lacerdaacr@gmail.com (A.C.R.L.); vaafisio@hotmail.com (V.A.M.)

⁹ Centro Universitário de Franca, Franca 14401-426, SP, Brazil; jabachur@hotmail.com

¹⁰ GRESPI, Université de Reims, 51100 Reims, France

¹¹ Istituto Auxologico Italiano, IRCCS, Experimental laboratory for Auxo-endocrinological Research, Division of Metabolic Diseases & Auxology, 28824 Verbania, Italy; sartorio@auxologico.it

* Correspondence: redha.taiar@univ-reims.fr; Tel.: +33-677-944628

Received: 16 October 2019; Accepted: 15 November 2019; Published: 20 November 2019



Abstract: Metabolic syndrome (MetS) is related to overweight and obesity, and contributes to clinical limitations. Exercise is used for the management of MetS individuals, who are often not motivated

ANEXO G – Whole-body vibration exercises benefit individuals with knee osteoarthritis: a narrative review



Artigo de revisão

Whole-body vibration exercises benefit individuals with knee osteoarthritis: a narrative review

Eloá Moreira-Marconi,^{1,2*} Marcia C. Moura-Fernandes,^{1,2} Ygor Teixeira-Silva,^{2,3} Danúbia C. Sá-Caputo,^{2,4} Jefferson Silva-Costa,³ Sérgio O. de Carvalho,³ Tânia R. Lemos-Santos,³ Alexandre G. Meirelles,³ Mario Bernardo-Filho³

Abstract

Introduction: Osteoarthritis is a rheumatic disease and may be related to aging. The main joints affected are those that normally receive more stress over the years, such as the knees. Among the recommended non-pharmacological treatments for individuals with knee osteoarthritis (KOA) is the practice of exercises. Studies have suggested whole body vibration exercise (WBVE) as a non-pharmacological intervention for KOA individuals. **Materials and methods:** This review gathered studies involving WBVE and KOA individuals to verify the importance of this intervention to the management of KOA. Nine works were selected. **Results:** The protocols of all studies were analysed and the findings about the benefits of WBVE in KOA individuals have been fairly consistent. It was observed that, in general, these analysed papers reported a reduction of pain levels and an increase in functionality on the KOA individuals. **Conclusion:** WBVE can be used as a safe, feasible, effective, and inexpensive tool in the rehabilitation of KOA individuals.

Keywords: Knee osteoarthritis; Mechanical vibration; Rehabilitation; Exercise.

Resumo

Exercícios de vibração de corpo inteiro beneficiam indivíduos com osteoartrite do joelho: uma revisão narrativa

Introdução: A osteoartrite é uma doença reumática e pode estar relacionada ao envelhecimento. As principais articulações afetadas são aquelas que normalmente recebem mais estresse ao longo dos anos, como os joelhos. Entre os tratamentos não farmacológicos para indivíduos com osteoartrite do joelho (OAJ), recomenda-se a prática de exercícios. Estudos sugerem o exercício de vibração de corpo inteiro (EVCI) como uma intervenção não farmacológica para indivíduos com OAJ. **Materiais e métodos:** Esta revisão reuniu estudos envolvendo indivíduos EVCI e OAJ com o objetivo de verificar a importância desta intervenção no manejo da OAJ. Nove trabalhos foram selecionados. **Resultados:** Os protocolos foram organizados, e os achados sobre os benefícios do EVCI em indivíduos OAJ, descritos. Observou-se que, em geral, os artigos analisados relataram redução do nível de dor e aumento da funcionalidade nos indivíduos com OAJ. **Conclusão:** O EVCI pode ser usado como uma ferramenta segura, viável, eficaz e barata na reabilitação de indivíduos com OAJ.

1. Programa de Pós-Graduação em Fisiopatologia Clínica e Experimental. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
2. Programa de Pós-Graduação em Ciências Médicas. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
3. Laboratório de Vibrações Mecânicas e Práticas Integrativas (LAVIMPI). Instituto Biologia Roberto Alcântara Gomes. Departamento de Biofísica e Biometria. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
4. Faculdade Bezerra de Araujo. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
5. Centro Universitário Serra dos Órgãos. Teresópolis, RJ, Brasil.

*Endereço para correspondência:
Rua Rocha Pita, 146/405
Rio de Janeiro, RJ. CEP: 20780-240.
E-mail: eloamarconi@gmail.com

Revista HUPE, Rio de Janeiro, 2018;17(1):44-50
doi: 10.12957/rhupe.2018.39292
Recebido em 12/08/2018. Aprovado em 31/10/2018.

Descritores: Osteoartrite do joelho; Vibração mecânica; Reabilitação; Exercício.

Resumen

Los ejercicios de vibración de cuerpo entero benefician a individuos con osteoartritis de la rodilla: una revisión narrativa

Introducción: La osteoartritis es una enfermedad reumática y puede estar relacionada con el envejecimiento. Las principales articulaciones afectadas son aquellas que normalmente reciben más estrés a lo largo de los años, como las rodillas. Entre los tratamientos no farmacológicos para individuos con osteoartritis de la rodilla (OAR), se recomienda la práctica de ejercicios. Los estudios sugieren el ejercicio de vibración de cuerpo entero (EVCE) como una intervención no farmacológica para individuos con OAR. **Materiales y métodos:** Esta revisión reunió estudios con EVCE y OAR con el objetivo de verificar la importancia de esta intervención en el manejo de la OAR. **Resultados:** Nueve trabajos fueron seleccionados. Los protocolos fueron organizados y los hallazgos sobre los beneficios del EVCE en individuos OAR se describen. En general,