



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

**EFEITOS CARDIOPULMONARES DO TREINAMENTO EM PLATAFORMA
VIBRATÓRIA EM IDOSOS SAUDÁVEIS**

Orientadora

Armèle Dornelas de Andrade

Co-orientadora

Daniella Cunha Brandão

Mestranda

Maíra Florentino Pessoa

Recife, 2012

MAÍRA FLORENTINO PESSOA

**EFEITOS CARDIOPULMONARES DO TREINAMENTO EM
PLATAFORMA VIBRATÓRIA EM IDOSOS SAUDÁVEIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da Universidade Federal de Pernambuco para a obtenção do título de Mestre em Fisioterapia.

Área de Concentração:

Linha de Pesquisa: Instrumentação e Intervenção Fisioterapêutica

Orientadora: Armèle Dornelas de Andrade

Coorientadora: Daniella Cunha Brandão

Recife, 2012

Catálogo na fonte
Bibliotecária Giseani Bezerra, CRB4-1738

P475e Pessoa, Maira Florentino.
Efeitos cardiopulmonares do treinamento em plataforma vibratória em idosos saudáveis / Maira Florentino Pessoa. – Recife: O autor, 2012.
118 folhas : il. ; 30 cm.

Orientador: Amêlé Domelas de Andrade.
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, CCS. Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia, 2012.
Inclui bibliografia.

1. Qualidade de vida. 2. Idosos. 3. Exercício. I. Andrade, Amêlé Domelas de (Orientador). II. Título.

615.8 CDD (23.ed.) UFPE (CCS2012-125)

**“EFEITOS CARDIOPULMONARES DO TREINAMENTO EM PLATAFORMA
VIBRATÓRIA EM IDOSOS SAUDÁVEIS”**

MAÍRA FLORENTINO PESSOA

APROVADA EM: 10/04/2012

ORIENTADOR: PROF^a. DR^a. ARMÉLE DORNELAS DE ANDRADE

COORIENTADOR: PROF^a. DR^a. DANIELL CUNH BRANDÃO

COMISSÃO EXAMINADORA:

Profº Drº Alberto Galvão de Moura Filho (PRESIDENTE) – FISIOTERAPIA/UFPE

Profº Drº Shirley Lima Campos – FISIOTERAPIA /UFPE

Profº Drº Vanessa Regiane Resqueti– DRC/ FACEPE/UFRN

Visto e permita a impressão

Coordenador do PPGFISIOTERAPIA / DEFISIO / UFPE

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

A dissertação

**EFEITOS CARDIOPULMONARES DO TREINAMENTO EM
PLATAFORMA VIBRATÓRIA EM IDOSOS SAUDÁVEIS**

Elaborada por MAÍRA FLORENTINO PESSOA

Julgada pelos membros da comissão Examinadora da Pré-banca e aprovada para a defesa com a finalidade de obtenção do grau de MESTRE EM FISIOTERAPIA

DATA: ____/____/____

Profº Drº Glória Carneiro Laurentino
Coordenadora do PPGFISIOTERAPIA

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

A dissertação

**EFEITOS CARDIOPULMONARES DO TREINAMENTO EM
PLATAFORMA VIBRATÓRIA EM IDOSOS SAUDÁVEIS**

Elaborada por MAÍRA FLORENTINO PESSOA

BANCA EXAMINADORA

Profº Drº Alberto Galvão de Moura Filho
UFPE

Profº Drº Shirley Lima Campos
UFPE

Profº Drº Vanessa Regiane Resqueti
UFRN

PESSOA, M. F. Efeitos cardiopulmonares do treinamento em plataforma vibratória: ensaio clínico controlado e randomizado. Dissertação do Mestrado em Fisioterapia – Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2011. 118 páginas

AGRADECIMENTOS

A Deus, que nunca nos dá um fardo que não possamos carregar;

À minha mãe linda e maravilhosa que me ensinou que o trabalho dignifica e o estudo enobrece;

Às minhas irmãs Ana e Rejane, que se esforçaram para que eu chegasse aqui;

Ao meu noivo Victor, que acreditou em mim primeiro;

A todos os colegas de laboratório, em especial, Rafaela, Helga e Taciano;

À minha cardiologista preferida, Maria Inês Remígio, que fez as ergoespirometrias;

À minha pré-banca, que teve tanto trabalho;

À minha banca, que também teve tanto trabalho em um período ingrato;

Ao programa de pós-graduação em fisioterapia, que me deu a oportunidade de partilhar tantas coisas boas e conviver com tantas pessoas;

Às secretárias do programa, Niége e Carol, sempre prestativas nos momentos de pendências;

Aos meus mestres da graduação e pós-graduação, que tiveram a disponibilidade de ensinar e me fizeram querer ser um deles;

Aos meus velhinhos...

...E um agradecimento especial à minha orientadora Professora Armèle, exemplo de pesquisadora e fisioterapeuta e à minha co-orientadora Daniella, a quem eu dei, dou e espero ainda dar muito trabalho.

*“A vida é uma enorme pedra de amolar;
Desgasta-nos ou nos afia, conforme o metal de que somos feitos”*

BERNARD SHAW

RESUMO

A vibração surgiu como forma de treinamento em 1970 e evoluiu para a vibração de corpo inteiro ou *Whole Body vibration* (WBV), que é aplicada como treinamento e de forma terapêutica, sendo bastante utilizada nos idosos. Por ser um treinamento global, seus efeitos reportam-se a diversos sistemas, tendo efeitos comprovados no ganho de força, na densidade mineral óssea e no equilíbrio de idosos. Entretanto, seus efeitos sobre o sistema cardioplumonar ainda não foram bem documentados. Desta forma, o objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos do treinamento em plataforma vibratória comparado com o exercício resistido no sistema cardiopulmonar de idosos, num ensaio clínico controlado randomizado e triplo-cego. Finalizaram o estudo 25 idosos com média de idade de $68,5 \pm 3,2$ anos, sendo 11 indivíduos do sexo masculino e 14 do sexo feminino. Os idosos foram randomicamente alocados em três grupos: Resistidos, Plataforma e Plataforma+resistidos, que treinaram duas vezes na semana por 03 meses consecutivos. O grupo Resistidos realizou treinamento de musculação com *sham* para plataforma, o grupo plataforma realizou treinamento com o aparelho MY3[®] e *sham* para resistência e o grupo Plataforma+resistidos realizou as duas intervenções. Os sujeitos foram submetidos à avaliação nos momentos inicial e final, através da ergoespirometria, pletismografia optoeletrônica (POE), força respiratória e qualidade de vida. Os resultados do pós-treino foram avaliados na sua normalidade e homogeneidade e comparados ao controle de exercícios resistidos através do teste one-way ANOVA através do SPSS 15.0. Os resultados apresentaram ganhos significativos nos dois grupos que utilizaram a plataforma para as variáveis: VO_2 , VCO_2 , VE/VCO_2 na ergoespirometria; capacidade inspiratória na POE com redistribuição dos volumes pulmonares para a caixa torácica pulmonar a abdominal; $PI_{máx}$ e $PE_{máx}$ através da manovacuometria e capacidade funcional, aspectos físicos, dor, estado geral da saúde e vitalidade através da avaliação da qualidade de vida com o questionário SF 36. Conclui-se que a plataforma é um exercício que melhora a capacidade funcional, a capacidade inspiratória, a força respiratória e a qualidade de vida de idosos de ambos os sexos.

PALAVRAS-CHAVE: vibração de corpo inteiro, VO_2 , $PI_{máx}$, $PE_{máx}$, qualidade de vida, idosos

ABSTRACT

The vibration has emerged as a form of training in 1970 and developed into Whole Body Vibration (WBV), which is applied as a therapeutic and training, actually used in the elderly. Presence a global training, its effects relate all the systems, with established effect on strength, in bone mineral density and balance in the elderly. However, its effects on cardiopulmonary system have not documented. The aim of this study was to evaluate the effects of training on a WBV compared with resistance exercise on the cardiopulmonary system of the elderly in a randomized controlled trial and triple-blind. Completed the study, 25 elderly patients with a mean age of 68.5 ± 3.2 years, 11 males and 14 females. The elderly were randomly allocated into three groups: Resistance, WBV and WBV+resistance, who trained twice a week for 03 months. The group performed resistance training with weights for sham WBV, the WBV group training with the MY3[®] and sham for resistance, and group WBV+resistance used two interventions. The subjects were evaluated before and after the training by spirometry, optoelectronic plethysmography (OEP), respiratory strength and quality of life. The results of post-training were evaluated on the normality and homogeneity and compared to the control of resistance exercises using the simple one-way ANOVA with SPSS 15.0. The results showed significant improvements in groups WBV to the variables of VO_2 , VCO_2 , VE/VCO_2 in ergospirometry, inspiratory capacity at the OEP with the redistribution of lung volumes for abdominal rib cage; MIP and MEP with the manometer and physical functioning, role physical, bodily pain, general health and vitality by assessing the quality of life with the SF 36. It is concluded that WBV is an exercise that improves functional capacity, inspiratory capacity, respiratory strength and quality of life in elderly.

KEYWORDS: whole-body vibration, VO_2 , MIP, MEP, quality of life, elderly

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO	12
REVISÃO DA LITERATURA	13
A senescência e a perda de massa muscular	13
Perda da função pulmonar	14
O descondicionamento físico do idoso	15
Exercícios aeróbicos e envelhecimento	15
Exercícios resistidos e envelhecimento	16
Plataformas Vibratórias	17
Formas de vibração	18
O reflexo tônico-vibratório	19
Envelhecimento e a vibração	20
Justificativa	22
CAPÍTULO 2. MATERIAL E MÉTODOS	23
Casuística	23
Delineamento dos estudos	23
Definição e operacionalização das variáveis	24
Variável Qualitativa	24
Variáveis Dependentes	24
Variáveis Quantitativas	24
Variáveis Independentes	25
Métodos e procedimentos	25
Fase de avaliação	26
Avaliação dos sinais vitais	26
Avaliação da composição corporal	26
Avaliação da função pulmonar	26
Avaliação do nível de exercício	28
Avaliação da qualidade de vida	28
Avaliação da força manual.....	28
Avaliação do Mini Exame do Estado Mental (MEEM)	29
Avaliação da Pletismografia optoeletrônica	29
Avaliação Ergoespirométrica	30
Protocolo experimental	32
Treinamento resistido	33
Treinamento em plataforma vibratória.....	33
ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	36

CAPITULO 3. REFERÊNCIAS	37
CAPÍTULO 4. RESULTADOS.....	45
Artigo 1: REVISÃO SISTEMÁTICA	46
Artigo 2: ENSAIO CLÍNICO 01.....	69
Artigo 3: ENSAIO CLÍNICO 02	93
CAPÍTULO 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	118
ANEXO 1: Aprovação no CEP	
ANEXO 2: Questionário IPAQ	
ANEXO 3: SF 36	
ANEXO 4: Normatização para o uso da vibração ISO	
APENDICE 1: Termo de consentimento livre e esclarecido	
APÊNDICE 2: Ficha de avaliação	

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

A diferença entre senescência e senilidade, é que a primeira define-se como o somatório de alterações normais originadas do processo de envelhecimento, enquanto a segunda está atrelada às patologias que acompanham o envelhecer (SHOVAL 2008; HEINIK, 2010).

O aumento da idade está associado a um declínio na performance muscular e um declínio na aptidão cardiorrespiratória (MELNYK et al, 2008). A perda progressiva de massa muscular, o descondicionamento e as alterações estruturais no pulmão e no gradil costal resultam em alterações funcionais, como diminuição da insuflação máxima e restrição da ventilação pulmonar (MELNYK et al, 2008), reduzindo o volume corrente e promovendo progressivo declínio da capacidade vital a partir dos 50 anos, restando apenas 40% da capacidade original por volta dos 70 anos (LORA et al, 2009). Além da restrição da caixa torácica, outro motivo para a diminuição da capacidade vital e dos volumes pulmonares é a redução da força motriz respiratória pela sarcopenia. Os abdominais frágeis não serão eficientes em realizar a contenção visceral, provocando protrusão abdominal e rebaixamento diafragmático. Isto desfavorece a relação comprimento e tensão, minimizando a força transdiafragmática, além de promover uma hiperinsuflação permanente (pulmão pseudo-enfisematoso) (LORA et al, 2009) e aumentar o volume residual, chegando a 40% do volume pulmonar total.

Para reduzir a ação da sarcopenia e do descondicionamento são preconizados exercícios resistidos e aeróbicos para os idosos (BOGAERTS et al, 2009) além de novas modalidades, como a plataforma vibratória. A vibração é um movimento rápido e oscilatório que pode ser empregado em todos os eixos: ântero-posterior (eixo x); látero-lateral (eixo y) ou axial (eixo z) (ERSKINE et al, 2007) e é um estímulo habitual na vida diária.

No princípio, a vibração foi utilizada de forma segmentar para tratar a hipotonia muscular provocada pelo desuso (PARDO et al, 2007), onde eram empregados sistemas de cabos fixados em peças sobre a pele, que transmitiam a vibração de forma local. Com o desenvolvimento da tecnologia, foram construídos aparelhos para trabalhar os músculos de forma global, que eram mais rentáveis, dispendendo menor tempo e energia elétrica, surgindo a plataforma vibratória, que consegue o efeito de vibrar por todo o corpo, no que é chamado de *Whole-body vibration* (WBV) ou trabalhar apenas segmentos (PARDO et al, 2007; LORA et al, 2009).

A WBV tem sido proposta como forma de treinamento que produz respostas similares ao exercício de resistência sobre a força muscular (MARQUETA et al, 2007; BOGAERTS et al, 2007; BOGAERTS et al, 2009) com respostas fisiológicas reportando-se em diferentes níveis do organismo, estimulando os receptores cutâneos e fusos musculares, gerando respostas de reflexo

tônico vibratório (BOGAERTS et al, 2009; CARDINALE et al, 2005; MELNYK et al, 2008), podendo ser utilizada em qualquer faixa etária.

Nos idosos, a WBV tem sido aplicada tanto no tratamento de osteoporose quanto na preparação física, com o intuito de melhorar a resistência muscular, permitindo um aumento da capacidade funcional e manutenção da autonomia. (CARDINALE et al, 2005).

REVISÃO DA LITERATURA

A senescência e a perda de massa muscular

O envelhecimento é um processo dinâmico e progressivo, no qual há alterações morfológicas, funcionais e bioquímicas, que vão gradualmente modificando o organismo e levando-o ao declínio funcional (SHOVAL, 2008).

Pela Organização Mundial de Saúde (OMS), a classificação etária em geral se estabelece da seguinte forma: dos 65 aos 74 anos o indivíduo é idoso; dos 75 aos 85 anos o indivíduo é velho e os maiores de 85 anos são considerados velhice avançada. Para o Brasil, que é um país em desenvolvimento, a classificação etária da OMS muda, sendo considerando idoso o indivíduo a partir dos 60 anos (OMS, 2010). O IBGE destaca que em 2030 o Brasil terá a sexta população mundial em número absoluto de idosos (IBGE, 2007). Permanece, contudo, a dificuldade quanto à definição da estreita fronteira entre envelhecimento normal e as alterações patológicas.

Um dos principais problemas associados à idade avançada é a redução da massa e força musculares, denominado sarcopenia (TAAFFE, 2006). A sarcopenia é acompanhada de diminuição da mobilidade, perda de independência, aumento do risco de queda e diminuição da qualidade de vida (HEINIK, 2010; TAAFFE, 2006). Ela provoca fraqueza muscular e diminuição da capacidade de produzir contração rápida, que são considerados dois dos fatores de risco mais comuns associados com quedas e perda da independência funcional (VERSCHUEREN et al, 2004).

A redução gradativa no tamanho e no número das fibras musculares (especialmente tipo II – fibras de contração rápida) é um dos mais sérios problemas do envelhecimento. Com a progressão da idade há morte das células musculares ou degeneração por perda de contato com o nervo. As fibras musculares perdidas são subsequentemente substituídas por tecido gorduroso e fibroso (ZHONG et al, 2007).

Aliado à perda celular, têm-se a diminuição dos hormônios sexuais (estrogênio e testosterona), do hormônio de crescimento, do fator de crescimento (IGF1) e resistência à

insulina que agravam a sarcopenia (ZHONG et al, 2007). O incremento da idade também se associa à redução de aproximadamente 25% da capacidade oxidativa e do fluxo sanguíneo durante a atividade contrátil (CLARK & MANINI, 2008).

Um estudo longitudinal de Boyle em 2006 com 40 idosos institucionalizados, de ambos os sexos, com sarcopenia, mostra que a prática de atividade física reduz em 11% o risco de morte para cada hora semanal de atividade moderada a intensa, seja pelo incremento de massa muscular ou pelo condicionamento cardiopulmonar.

Senescência e perda da função pulmonar

A senescência promove diminuição da função de todos os sistemas, embora as velocidades de declínio ocorram em ritmos diferentes. Enquanto a condução nervosa declina apenas 10 a 15% dos 30 aos 80 anos (STROTMEYER et al, 2009) e a perda muscular chega a 30% (SRINIVAS-SHANKAR et al, 2010), a capacidade respiratória máxima aos 80 anos corresponde aproximadamente a 40% daquela em um indivíduo de 30 anos, sendo considerada o fator mais importante na perda funcional de idosos (COPLEY, 2009).

Com o envelhecimento ocorrem alterações estruturais torácicas, com redução da mobilidade por duas alterações primárias: o aumento da ligação cruzada das fibras colágenas de músculos e das cartilagens costais (ROSSI et al, 2008), e o aumento da cifose dorsal devido à desidratação dos discos intervertebrais, provocando rigidez das articulações costais. Aliado a isto, a sarcopenia dos músculos que geram as pressões inspiratória e expiratória e redução da força transdiafragmática contribuem para a restrição da ventilação pulmonar (COPLEY, 2009) que juntamente com a perda da elasticidade do tecido pulmonar resulta no chamado pulmão senil.

Esta perda de elasticidade acarreta alterações em quase todos os volumes pulmonares, uma vez que o tecido pulmonar mantém uma hiperinsuflação permanente, pois a redução do tecido elástico bronquiolar promove o colapso expiratório precoce e a manutenção do ar nos pulmões. Isto faz com que o avanço da idade eleve ligeiramente a capacidade residual funcional (CRF), e torne o esvaziamento pulmonar insatisfatório, decorrente de aumento da complacência alveolar e diminuição da elasticidade pulmonar (LEE et al, 2010). A capacidade vital (CV) se reduz ligeiramente, devido ao aumento do volume residual decorrente da redução da complacência torácica, aumento da complacência pulmonar e redução da força motriz respiratória (JIANG et al, 2008). O volume residual (VR) encontra-se elevado pelas mudanças nas propriedades elásticas do pulmão. Todos estes achados resultam em redução da tolerância ao exercício e dispnéia.

Todavia, embora envelhecer seja um processo fisiológico e progressivo, seus danos ao sistema muscular e cardiopulmonar podem ser limitados, através do condicionamento para que o idoso consiga manter um nível funcional adequado às necessidades e preservar a qualidade de vida (KIMA et al, 2009).

O descondicionamento físico do idoso

A inatividade, mais do que o envelhecimento por si só, é a principal causa do declínio da capacidade física dos idosos (BOYLE et al, 2007). Por sofrer influências de 03 princípios: sobrecarga, especificidade e continuidade, os benefícios dos exercícios são perdidos assim que o indivíduo deixa de praticá-los. O descondicionamento cardiopulmonar ocorrerá por redução da força da bomba cardíaca e alterações nos volumes pulmonares, enquanto o descondicionamento físico ocorrerá por redução do número de fibras de contração rápida causada pela queda hormonal, resultando em uma menor capacidade para realizar atividades físicas e perda de características de força, volume e velocidade de contração (NELSON et al, 2007).

As vantagens da prática de exercícios físicos para os idosos dependem de como se processa o envelhecimento (com patologias ou não) e da rotina praticada, com os benefícios à saúde ocorrendo mesmo quando a prática é iniciada em uma fase tardia.

Exercícios aeróbicos e envelhecimento

Exercícios aeróbicos são aqueles que trabalham de forma rítmica e contínua os grandes grupos musculares por um período relativamente longo (SUI et al, 2007; WEI, 2008; SUNDQUIST et al, 2007) intensificando o trabalho dos sistemas cardíaco e respiratório a fim de aumentar a demanda de sangue oxigenado circulante pelo corpo. Os grandes grupos musculares conseguem manter-se em atividade por mais tempo, pois além do suprimento de oxigênio, recebem a energia de que precisam pelas reservas orgânicas de glicose, glicogênio e gorduras a partir do ciclo de Krebs (SUI et al, 2007; WEI, 2008).

A prática de exercícios aeróbicos reduz o risco de doenças coronarianas, melhora a circulação, a capacidade cardiopulmonar e atua sobre fatores de risco para hipertensão arterial e perfil lipoproteico, além de alterar os níveis plasmáticos de glicose e insulina. Um estudo de SUI et al, em 2007 fez a comparação entre a resposta de adultos e idosos em relação a um programa de exercício aeróbico. O primeiro grupo foi composto por 13 indivíduos na faixa etária dos 35 aos 50 anos e o segundo, por 14 indivíduos na faixa etária dos 60 aos 71 anos. Os grupos foram submetidos a seis meses de treino com bicicleta e 'step', três vezes por semana. Os resultados

mostraram que as adaptações ao exercício aeróbico foram semelhantes nos dois grupos, com os idosos apresentando maior interesse no programa de exercícios proposto. Já o estudo de WEI em 2008, mostrou que 35 idosos que realizaram treino de bicicleta durante três meses apresentaram melhor capacidade funcional que idosos sedentários, mostrando ainda que existia correlação aproximada entre a capacidade funcional destes idosos praticantes de atividade física e os valores obtidos por jovens.

Os exercícios aeróbicos incluem dançar, pedalar, correr, nadar e caminhar. Sua intensidade é variável, de acordo com o condicionamento prévio do praticante: para um sedentário, uma caminhada poderá elevar seu ritmo respiratório e cardíaco, enquanto para a obtenção do mesmo resultado por um atleta, talvez haja a necessidade de uma corrida (SUNDQUIST et al, 2007).

Em geral, são recomendadas atividades de baixo impacto que possuem menor incidência de lesões. A caminhada é o exercício preferido, por possuir a opção de ser realizada em diferentes intensidades, sem local específico e por envolver grandes grupos musculares. Para os idosos, é um tipo de exercício altamente recomendado e de fácil execução (MALMBERG et al, 2006), sendo reconhecidamente melhores que os exercícios com pesos quanto ao objetivo de estimular adaptações hemodinâmicas e respiratórias (SALLIS, 2000), mas se tratando de aumento de massa muscular e força, são pouco eficientes (MANINI et al, 2006).

Exercícios resistidos e envelhecimento

Os exercícios resistidos são aqueles que utilizam movimentos contra alguma forma de resistência. Eles são conhecidos principalmente por proporcionar aumento de força e incremento de massa muscular (LEMMER et al, 2001). Para a realização da máxima força todas as unidades motoras são ativadas através do Princípio do Tamanho, onde as unidades motoras menores (com baixo limiar e baixa frequência de estimulação) são recrutadas primeiro, normalmente as fibras do tipo I. Em seguida, são progressivamente recrutadas unidades motoras com limiares mais altos, em geral, as fibras do tipo II (CASSILHAS et al, 2007; LACHMAN et al, 2006). Indivíduos treinados conseguem recrutar voluntariamente, todas as suas unidades motoras e é a continuidade deste treinamento que possibilita o incremento de fibras tipo II nos idosos.

Em geral a depleção de fibras musculares associa-se à queda hormonal. Estudo controlado de Oliveira em 2008 investigou as respostas hormonais agudas a diferentes intensidades de exercícios resistidos em 15 mulheres idosas que realizaram exercícios resistidos a 50% e a 80% de uma Repetição Máxima (RM), concluindo que exercícios resistidos realizados a 80% de 1RM promoveram aumento significativo da razão testosterona/cortisol, três horas após

os exercícios em relação ao controle, que não realizou atividades. Esta relação testosterona/cortisol aumentada é um dos fatores primordiais para que ocorra hipertrofia muscular.

Em estudo de Levinger em 2008, foi investigada a influência de um programa de treinamento resistido na força muscular, equilíbrio e velocidade da marcha de 12 idosas com osteoporose, mostrando que o treinamento proposto teve influência positiva para as três variáveis.

Embora o treinamento moderado de resistência promova aumentos de força periférica, ele por si só, não muda de forma significativa o consumo de oxigênio no pico do exercício (VO_{2pico}) (ALWAYS et al, 1996; LEVINGER et al 2008), enquanto o treinamento aeróbico por si só não afeta a massa muscular ou a força (HURLEY et al, 1984), sugerindo que uma combinação dos dois tipos de treinamento é necessário. No entanto, uma proporção significativa de idosos não podem ou não querem cumprir os dois regimes de treinamento (BOGAERTS, et al 2009). Em geral, os idosos têm predileção pelos exercícios aeróbicos, uma vez que eles não demandam custos, aprendizado e possuem menor risco de lesão.

Plataformas Vibratórias

A utilização da vibração surgiu por volta da década de 1970 (PARDO et al, 2007), na ex-união Soviética, tendo como objetivos combater a perda óssea e a depleção muscular ocorrida durante a permanência dos astronautas no espaço, causadas pela hipogravidade (LORA et al, 2009). Diante da necessidade de longos períodos em órbita para reconhecimento aeroespacial, foi criado um aparelho capaz de gerar vibração, após a verificação de que o processo vibracional proporcionava a manutenção da fisiologia normal do sistema osteomuscular na hipogravidade. Este efeito era obtido pelo incremento gravitacional gerado pela aceleração a que o corpo é submetido durante o movimento de subida e descida da vibração (MELNYK et al, 2008; JORDAN et al, 2005).

O uso diário por 10 minutos da máquina de vibração nos membros proporcionava aos astronautas soviéticos a chance de permanência no espaço por 3,5 vezes mais tempo, chegando a 420 dias, contra no máximo 120 dias dos astronautas americanos (JOHNSON et al, 2005), que retornavam a Terra com graves problemas musculares e ósseos. Isto possibilitou um menor custo para o desenvolvimento do setor aeroespacial russo, servindo como estímulo para o desenvolvimento de pesquisas sobre os sistemas vibracionais como método terapêutico (MACHADO et al, 2010).

Os primeiros estudos terapêuticos foram realizados com a vibração segmentar para a reversão da osteoporose, patologia de grande incidência na União Soviética, devido à baixa incidência solar, que reduz a absorção da vitamina D (JORDAN et al, 2005). O bom resultado obtido incitou o desenvolvimento tecnológico, de forma a reduzir o tamanho dos aparelhos e construir um aparelho que vibrasse o corpo inteiro, reduzindo os custos para a produção e os gastos com energia (REES et al 2006; BOGAERTS et al, 2009), uma vez que uma única sessão permitia o trabalho global, tornando bem mais rentável a aplicação do estímulo vibracional. Com o fim da guerra fria, houve a abertura dos blocos e a disseminação das tecnologias, possibilitando a dispersão da tecnologia das plataformas vibratórias.

As plataformas não devem ser confundidas com o exercício passivo nem com os eletros estimuladores, uma vez que os princípios em que se baseiam e a tecnologia utilizada são completamente distintos (JORDAN et al, 2005). Atualmente, as plataformas caracterizam-se por produzir ondas sinusoidais em todo o corpo e proporcionam o acesso a inúmeros protocolos de treinamento.

Formas de vibração

As vibrações podem ser periódicas (senoidal, multissenoidal), não periódicas (transitória e choque) ou aleatórias (estacionária aleatória ou não estacionária aleatória). Nas vibrações periódicas, a oscilação ocorre a períodos fixos, nas vibrações não periódicas, surgem em forma de um impulso e nas vibrações aleatórias, a oscilação é imprevisível (CARDINALE et al, 2003) (Figura 1).

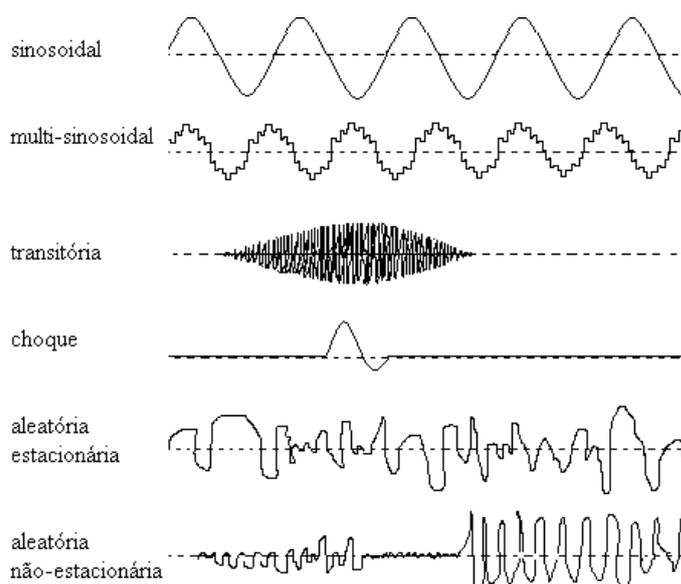


Figura 1: Formas de ondas de vibração

Por ser um aparelho que produz ondas senoidais, é possível quantificar a intensidade da vibração produzida pelas plataformas, sendo função da amplitude das ondas produzidas e da frequência com que os deslocamentos ocorrem (KIISKI et al, 2008). As variáveis que influenciam a vibração são a frequência, a amplitude, a magnitude e a dose.

A frequência da vibração é mensurada em Hertz (Hz) e representa o número de oscilações por segundo em torno do centro de gravidade do aparelho (CARDINALE et al, 2003). A amplitude verifica quantos milímetros acima ou abaixo do centro de gravidade a vibração acontecerá. A magnitude é indicada pela aceleração a que o corpo será submetido, e é expressa em termos de aceleração pico a pico. As vibrações fornecem magnitudes supra gravidade, ou supra-G, uma vez que sempre serão superiores a $9,81 \text{ metros/segundo}^2$, sendo função da frequência e amplitude juntas (KIISKI et al, 2008). A aceleração a que o corpo será submetido pode ser calculada pela fórmula $a = (2f)^2 * d$; onde, f representa a frequência das oscilações e d seu deslocamento (GRIFFIN, 1997). A dose é representada pelo tempo à que o indivíduo se submete ao estímulo. Estas variáveis em conjunto, irão estimular os receptores musculares de forma a gerar uma adaptação no sistema neuromotor (Figura 2).

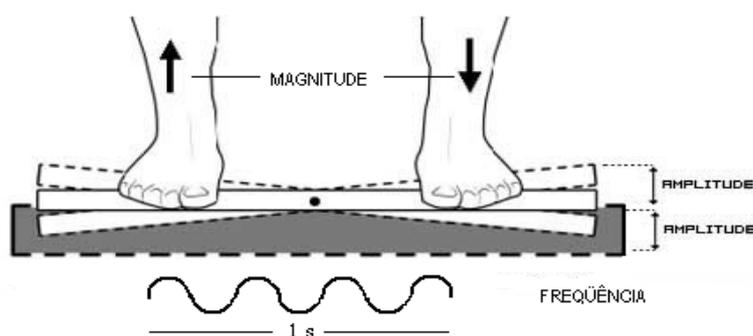


Figura 2: variáveis que influenciam no estímulo vibratório

O reflexo tônico-vibratório

O que acontece a cada ciclo vibratório é indução de repetidas alterações no comprimento das fibras musculares, aumentando a taxa de disparo das fibras aferentes Ia dos fusos (FAGNANI et al, 2006), resultando no reflexo tônico vibratório, que é uma resposta das fibras musculares do tipo II à esta ativação dos motoneurônios Ia, com concomitante relaxamento sincrônico dos antagonistas (SHINOHARA et al, 2005). Ainda não há um consenso se são as vias mono ou polissinápticas que transmitem o sinal durante a vibração. A resposta tônica reflexa da vibração é influenciada pelas características do estímulo vibratório (frequência e amplitude), pelo comprimento inicial do músculo e pelo nível de excitabilidade do SNC (PARK

et al, 1998). A frequência e amplitude determinarão a frequência de disparo do fuso e o alongamento aplicado nas fibras, respectivamente. Quanto ao comprimento inicial muscular, quanto mais alongado encontra-se o músculo, maior a sensibilidade das fibras aferentes Ia e mais intensa a resposta (MARTIN & PARK, 1997). Já a excitabilidade do SNC influencia a estimulação eferente gama, aumentando a sensibilidade das fibras aferentes Ia, incrementando a resposta (ROHMERT et al, 1989).

Embora o reflexo tônico-vibratório tenha início assim que começa o estímulo de vibração, o nível de tensão muscular aumenta de forma lenta e progressiva até um platô, atingido por volta de 30 – 60 segundos (CARDINALE et al, 2003; JORDAN et al, 2005), permanecendo nesta tensão durante a duração do estímulo (JORDAN et al, 2005).

Um estudo de Cardinale em 2003, com 16 jogadoras de basquete profissional mostra que durante a flexão do joelho a 100° com frequências entre 30, 40 e 50 Hz durante 60 segundos, a contração visualizada através da eletromiografia de superfície do músculo vasto lateral da perna dominante foi maior a 30 Hz, sugerindo que a resposta tônica reflexa da vibração é influenciada pelas características do estímulo vibratório (frequência e amplitude). Este estudo verificou ainda que a partir de 30 segundos, o reflexo tônico vibratório desenvolve uma resposta semelhante à contração mantida.

Já o estudo Martin e Park em 1997, também com eletromiografia com 10 adultos jovens, mostrou que a frequência alta reduz a resposta contrátil, induzindo a fadiga muscular. A vibração foi aplicada na área distal dos tendões dos músculos flexores dos dedos e do punho. As frequências foram de 40, 80, 100, 120, 150 e 200 Hz e quanto maior a frequência, observou-se menor a resposta do reflexo tônico-vibratório.

As plataformas atuais, possuem baixas frequências e podem ser utilizadas por praticamente qualquer faixa etária.

Envelhecimento e a vibração

Estudos recentes têm mostrado que a vibração de baixas frequência e amplitude possuem efeitos positivos sobre o sistema muscular de indivíduos em diversos níveis de condicionamento físico e faixas etárias variadas (BAUTMANS et al, 2005). O sistema muscular tem forte influência sobre a forma como os idosos realizam as atividades de vida diária como caminhar, subir escadas e levantar de uma cadeira, sendo importante na manutenção da funcionalidade e independência.

Estudos de Kemler em 2010, Roelants em 2004, Bogaerts em 2007 e Delecluse em 2003, todos com idosos, mostram aumento da força após a realização da plataforma quando comparados o antes e o depois ou comparados a grupos controle sem a realização de exercícios. Nenhum dos estudos possui protocolo idêntico ao outro, com variações na duração, frequência e amplitude da vibração e frequência do exercício.

Estudos recentes como o de Slatkovska em 2010, têm sugerido que os estímulos mecânicos de vibração de alta frequência e baixa magnitude podem exercer efeito positivo na morfologia óssea. A vibração foi utilizada como estratégia para combater a osteoporose no estudo de Verschueren em 2004, com 20 idosas durante 24 semanas de treinamento, três vezes por semana, verificando aumento significativo na densidade mineral óssea (DMO) do quadril em 0,93%, no grupo que realizou treinamento com vibração, enquanto houve um decréscimo, embora não significativo, no grupo que treinou com exercícios de força sem vibração. Além deste estudo, a revisão sistemática com metanálise de Slatkovska em 2010, endossa a utilização da plataforma na osteoporose. Este aumento da densidade acontece pela deposição de minerais através do aumento da carga gravitacional promovido pela aceleração (SLATKOVSKA et al, 2010).

Além disso, a plataforma tem sido utilizada também como treinamento que favorece a coordenação da marcha mediante a melhora do equilíbrio e propriocepção, como no estudo de Bogaerts em 2009. Este estudo verificou que 12 meses de plataforma vibratória em 220 idosos treinando três vezes por semana, melhorou de forma significativa o controle postural avaliado pelo Teste de Organização Sensória (SOT), que mede a habilidade de responder às informações visuais, vestibulares e proprioceptivas para manter o equilíbrio, resultando num escore de equilíbrio. Bautmans em 2007, e Bruyere em 2005, testaram o efeito da vibração sobre o equilíbrio através do Teste de Tinetti em idosos de ambos os sexos, tendo os dois estudos observado diferenças significativas na melhora do equilíbrio em comparação ao grupo que não foi submetido à vibração.

Justificativa

Os últimos anos têm intensificado o uso da vibração como uma forma de treinamento para idosos. Embora diversos estudos mostrem os benefícios da plataforma vibratória (ERSKINE et al, 2007; PARDO et al, 2007; BOGARTS et al, 2007) através da melhora da força, densidade mineral óssea e equilíbrio em idosos submetidos a este tipo de protocolo, muitas áreas em particular necessitam de estudos controlados, como o sistema cardiopulmonar.

Sendo um treinamento global, seria razoável supor que ele interfira não apenas no sistema ósteo-muscular, mas em vários sistemas. Ainda há carência de informações sobre sua potencialização aeróbica, uma vez que os estudos existentes realizaram apenas testes esforço-limitantes, avaliando o Consumo máximo de oxigênio (VO_2) durante o pico do exercício, não no esforço máximo. Além disto, não foram encontrados estudos sobre a interferência da vibração sobre a distribuição pulmonar ou força respiratória, sendo o sistema cardiopulmonar um dos mais prejudicados pela senescência, interferindo diretamente na capacidade funcional e qualidade de vida.

Um melhor conhecimento sobre os efeitos sistêmicos da vibração permitiria seu uso com mais propriedade e segurança, servindo como aliado não só ao aumento de força, equilíbrio e densidade mineral óssea, como também para o sistema cardiopulmonar.

CAPÍTULO 2 – MATERIAL E MÉTODOS

Delineamento dos Estudos

Foram ensaios clínicos controlados, randomizados com sigilo de alocação, triplo-cegos, onde foram avaliados 08 indivíduos para cada um dos três grupos do estudo.

Casuística

Foram recrutados 35 idosos de abril a dezembro de 2011, sendo 04 excluídos por possuírem alterações eletrocardiográficas ao esforço e 06 por não finalizarem o tratamento, por problemas pessoais. Foram avaliados 25 idosos, sendo 11 homens e 14 mulheres, sem história clínica de doenças que pudessem afetar o resultado, como doenças neuromusculares, cardíacas ou pulmonares.

Foram incluídos no estudo indivíduos idosos, na faixa entre 60 e 74 anos (OMS, 2010), sedentários ou irregularmente ativos de acordo com o questionário de atividade física IPAQ *short form* (*International Physical Activity Questionnaire*) (MATSUDO et al, 2001) na versão em português, e que atingissem pelo menos o primeiro limiar respiratório, delimitado quando eram alcançadas pelo menos 02 das seguintes situações: quociente respiratório (R) =1,1; perda de linearidade das curvas de ventilação pulmonar (VE) e do Consumo de oxigênio (VO₂) (VE/VO₂ mais baixo antes de aumento progressivo); presença de platô de VO₂ ou de frequência cardíaca (FC) e aumento progressivo de Pet O₂ (volume de O₂ ao final da expiração), além de não possuírem doenças auto-referidas.

Foram excluídos os indivíduos com mini-exame do estado mental apresentando déficit cognitivo segundo o escore corrigido pela escolaridade de Bertolucci et al, 1994, alterações eletrocardiográficas ao repouso ou exercício, tabagismo atual ou prévio, hérnia discal, trombose, labirintite, diabetes descompensada, instabilidade hemodinâmica (definida como frequência cardíaca maior que 150 bpm, ou pressão arterial sistólica maior que 140 mmHg ou pressão arterial diastólica maior que 90 mmHg). Além disso, foram afastados os indivíduos que sofriam de doenças neuromusculares ou degenerativas, comorbidades pulmonares, doenças cardíacas, que fizessem a ingestão de medicamentos conhecidos por afetar o metabolismo ósseo/ muscular ou cronotropismo cardíaco e os que possuíssem dificuldades de adaptação a qualquer dos protocolos.

Foram realizados dois cálculos amostrais para a realização dos artigos. O primeiro cálculo amostral foi realizado a partir de um piloto com 05 voluntários para um poder (1-β) de 80% e um α de 5%, para as variáveis ergoespirométricas. Considerando ganhos de 25% no VO_{2 máx} na

ergoespirometria, a amostra foi de 08 indivíduos para cada um dos três grupos do protocolo. Idêntico cálculo amostral foi realizado para as variáveis da pletismografia optoeletrônica, sendo considerados ganhos de 30% na capacidade inspiratória, o que delimitou 07 indivíduos por grupo. Para evitar possíveis perdas, deveriam ser selecionados 12 indivíduos pra cada grupo.

Foram utilizados os testes de Kolmogorov-Smirnov, Levene, *t-student* para o antes e o depois, one-way ANOVA com *post hoc* de Tukey entre grupos no pós-treino e a correlação de Pearson para avaliar correlação entre as variáveis pletismográficas e da pressão inspiratória no pós-treino.

O projeto de pesquisa foi aprovado no Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco, obedecendo à Resolução 196/96 do CNS, sob o protocolo número 060/11 (Anexo 01). Para a participação no estudo, todos os idosos foram advertidos sobre a natureza do estudo, os procedimentos aos quais seriam submetidos, a preservação da sua integridade física, o processo de coleta de dados e possibilidade do uso das informações para posteriores publicações. Após a leitura em voz alta do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, e a concordância na participação, assinaram ou rubricaram o Termo de Consentimento, juntamente com duas testemunhas, alheias à pesquisa, recebendo uma cópia do termo (Apêndice 1).

Definição e operacionalização das variáveis

Variável qualitativa

- Sexo

Variáveis dependentes

Variáveis quantitativas

- Dados ergoespirométricos:

O consumo máximo de oxigênio ($VO_{2máx}$), o volume de dióxido de carbono ($VCO_{2máx}$), o ventilação pulmonar (VE), o pulso de O_2 , o quociente respiratório (R) e as relações VE/VO_2 e VE/VCO_2 ;

- Dados pletismográficos:

Varição do volume total do pulmão, variação do volume da caixa pulmonar torácica (Ribcage torácica), variação do volume da caixa pulmonar abdominal (Ribcage abdominal) e variação do volume do Abdômen, seus percentuais e a capacidade inspiratória (CI);

- Dados espirométricos:

Valores preditos, absolutos e percentuais do volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF_1), capacidade vital forçada (CVF), pico de fluxo expiratório (PFE), Relação VEF_1 / CVF e fluxo expiratório forçado entre 25% e 75% (FEF_{25-75}).

- Dados da manovacuometria:

Forças musculares inspiratória e expiratória ($PI_{máx}$ e $PE_{máx}$);

- Dados de prensão manual:

Força muscular periférica.

Variáveis independentes

O tipo de exercício aplicado: plataforma vibratória, exercícios resistidos ou ambos.

Métodos e procedimentos

A aleatorização dos indivíduos foi realizada por sorteio digital através do Software livre Sorteio Virtual Mais na versão 2.0, que marca previamente os protocolos através de números e de forma aleatória, conduz os indivíduos a um dos grupos.

Os indivíduos que preencheram os critérios de inclusão foram alocados em um dos três grupos:

GRUPO RESISTIDOS (n=8): Foi um grupo composto por 04 homens e 04 mulheres que realizaram exercícios resistidos em aparelho de musculação fixo, com pesos calculados de forma individual e um sham para WBV que consistiu na plataforma desligada.

GRUPO PLATAFORMA (n=8): Este grupo foi composto por 03 homens e 05 mulheres que realizaram a mensuração das variáveis específicas antes e após a participação em um protocolo de WBV e um sham para exercícios resistidos, que consistiu na realização dos exercícios sem carga.

GRUPO PLATAFORMA+RESISTIDOS (n=9): Este grupo foi composto por 04 homens e 05 mulheres que realizaram a mensuração das variáveis específicas antes e após participar de um protocolo de resistência muscular em aparelho de musculação fixo, com pesos calculados de forma individual e participação concomitante no protocolo de WBV.

A coleta e análise dos dados da avaliação foram realizadas por um pesquisador diferente do que realizou o treinamento, caracterizando o aspecto triplo-cego do estudo, uma vez que os indivíduos selecionados para um grupo fizeram a outra intervenção na forma sham. O sham da plataforma vibratória foi a plataforma desligada, com um aparelho de som com uma gravação que reproduz o ruído gerado pela vibração, uma vez que este não é um estímulo visualmente

perceptível. O indivíduo sham para exercício resistido fez as manobras no mesmo aparelho de musculação, sem carga. Além destas precauções, os grupos que realizavam o exercício verdadeiro eram treinados em dias distintos daqueles que faziam o sham da sua intervenção, visando reduzir o contato e o relato das sensações ao exercício, prevenindo comparações. Desta forma, o indivíduo ficou impossibilitado de reconhecer as possíveis variações na resposta para cada um dos tratamentos.

✦ FASE DE AVALIAÇÃO

Toda a avaliação foi realizada no momento inicial da pesquisa e reproduzida ao final de 12 semanas consecutivas de protocolo de treinamento.

Avaliação dos sinais vitais

A pressão arterial foi mensurada com um esfigmomanômetro manual aneróide para adultos, da marca Premium e um estetoscópio da marca Littman Lightweight II. A manobra foi realizada com o paciente sentado confortavelmente, com os braços livremente apoiados no colo, com o esfigmomanômetro colocado na altura cardíaca aferindo o braço direito. A frequência respiratória foi observada no indivíduo na mesma posição sentada, permanecendo em silêncio, sendo visualizada sua excursão respiratória durante um minuto.

Os dados de saturação periférica de Oxigênio (SpO₂), e frequência cardíaca foram obtidos através de um Oxímetro de pulso digital da marca Ônix, modelo 9500, com precisão de $\pm 2\%$ para a saturação e ± 1 dígito para a frequência cardíaca. As informações foram coletadas com o indivíduo sentado na posição de repouso do braço.

Avaliação da composição corporal

Foi realizada através de uma balança com estadiômetro de haste móvel, com precisão de 100g Balança W-300 A (Welmy, Belo Horizonte). A partir das medidas de peso e estatura em inspiração, foi calculado o IMC por meio do quociente massa corporal/estatura², sendo a massa expressa em quilogramas (Kg) e a estatura em metros (m). O sujeito deveria ficar de pé, com os pés próximos e os ombros relaxados.

Avaliação da função pulmonar

A função pulmonar foi aferida através de um espirômetro portátil (MicroLoop, Micro Medical Ltd, Cardinal Health, *United Kingdom*), no intuito de excluir portadores de doenças

pulmonares. Os valores de referência foram considerados de acordo com o protocolo de Pereira (2007). Os voluntários realizaram três manobras para a medida dos valores espirométricos, sendo o melhor valor registrado de acordo com a *American Thoracic Society* (PEREIRA et al, 2007). A captura foi realizada através de uma boquilha descartável, sendo coletados os valores preditos, absolutos e percentuais do volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF_1); capacidade vital forçada (CVF); pico de fluxo expiratório (PFE); Relação VEF_1 / CVF e fluxo expiratório forçado entre 25% e 75% (FEF_{25-75}) (Figura 03).

Na aferição da força muscular inspiratória ($PI_{máx}$) e expiratória ($PE_{máx}$), os dados foram obtidos após a mensuração de três manobras consecutivas, sem vazamentos diretos, utilizando-se uma boquilha de 05 cm com orifício lateral de 02 mm de diâmetro para escape aéreo, reduzindo a ação dos músculos bucinadores (HAKALA et al, 2000), sendo registrado o maior valor absoluto (HILL et al, 2007). Os valores não deveriam variar mais que 10% entre si e se sustentar por pelo menos um segundo. Os valores da $PI_{máx}$ foram mensurados a partir do volume residual e os da $PE_{máx}$ a partir da capacidade pulmonar total (BLACK & HYATT, 1969). As informações foram coletadas em um manovacuômetro digital modelo MVD 300, MDI, Porto Alegre, Brasil. (Figura 03).

Ambas manobras de avaliação de função pulmonar foram obtidas com o sujeito sentado confortavelmente, fazendo uso do clip nasal e recebendo instruções padronizadas de incentivo (HILL et al, 2007), a fim de facilitar o desempenho máximo.



Figura 03: manovacuômetro e espirometro digitais com suas respectivas boquilhas

Avaliação do nível de atividade física

O nível de exercício foi estadiado pelo questionário *International Physical Activity Questionnaire* - IPAQ na língua portuguesa, em sua versão curta. O IPAQ foi validado e é considerado reprodutível desde 2001, com correlação 0,76 na sua forma curta (MATSUDO et al, 2001; BENEDETTI et al, 2007). Além de estratificar o nível de exercício dos idosos, neste estudo, o questionário possuía a função de avaliar possíveis mudanças no padrão de atividade física durante a instalação do treinamento. Ele avalia a duração e frequência de três domínios: caminhada, atividades moderadas e atividades vigorosas, as duas últimas, mensuradas de acordo com o batimento cardíaco, qualificando o indivíduo segundo o exercício em sedentário, irregularmente ativo tipo A, irregularmente ativo tipo B, ativo e muito ativo (Anexo 02).

Avaliação da qualidade de vida

O questionário de qualidade de vida utilizado foi o *Medical Outcomes Study 36-Item Short-Form Health Survey* (SF36), que foi validado na língua portuguesa em 1999. É considerado um instrumento genérico de avaliação da qualidade de vida, de fácil administração e compreensão, sendo multidimensional por integrar 36 itens, divididos em 08 componentes: capacidade funcional, aspectos físicos, dor, estado geral da saúde, vitalidade, aspectos sociais, aspectos emocionais e saúde mental, distribuídos em 11 questões (CICONELLI et al, 1999) (Anexo 03). Seu escore varia de 0 a 100 para cada domínio, sendo 100 o melhor estado de saúde.

Avaliação da força manual

Foi realizada a dinamometria com *hand grip* da marca Jamar[®] (Enterprises Inc., Irvington, New York, USA) em três manobras isométricas na mão dominante, determinada como a mão escolhida para assinar o nome (Figura 04), sendo utilizado valor da média das três medidas. (FIGUEIREDO et al, 2007; MERCIER & BOURBONNAIS, 2004). A manobra foi realizada na posição sentada, seguindo as diretrizes da Sociedade Americana dos Terapeutas de Mão - *American Society of Therapists of the Hand* (ASHT) quanto à flexão de cotovelo e posicionamento do punho (MERCIER & BOURBONNAIS, 2004; WALLYMAHMED et al, 2008) (ombro aduzido e neutramente rodado, cotovelo flexionado a 90°, antebraço em posição neutra, e o punho entre 0° e 30° de extensão e 0° a 15° de desvio ulnar) mensurados através de goniometria. Esta posição é recomendada para a mensuração da força de preensão palmar independente da idade, peso ou tamanho da mão (FIRREL & CRAIN, 1996).



Figura 04: dinamômetro Jamar®

Avaliação do Mini Exame do Estado Mental (MEEM)

Por ser um estudo que dependia da colaboração do idoso e da boa compreensão das manobras e estímulos verbais, foi instituído o mini-exame do estado mental (MEEM) para avaliar o grau de cognição (BERTOLUCCI et al, 1994; BERTOLUCCI et al, 2001), na versão que correlaciona com a escolaridade apresentada por Bertolucci em 1994. Segundo a regulamentação, foram considerados como pontos de corte: Analfabetos: 13 pontos; Escolaridade até 08 anos incompletos: 18 pontos; 08 anos ou mais de estudo: 26 pontos, sendo 30 pontos a pontuação máxima alcançada (BERTOLUCCI et al, 1994).

Avaliação da Pletismografia Optoeletrônica

Foram instalados os marcadores da Pletismografia Optoeletrônica - POE (ELITE system, BTS, Milan, Italy), seguindo-se à análise dos volumes deslocados através do pletismógrafo, com os sujeitos sentados, com o tronco ereto, tendo 89 marcadores reflexivos aderidos ao corpo, segundo o protocolo de Aliverti em 2003, com os marcadores fixados com fita adesiva dupla-face e antialérgica em 07 linhas horizontais e 05 verticais na região entre as clavículas e o púbis na região anterior e entre escápulas e crista ilíaca na região posterior. Os 19 marcadores restantes foram distribuídos nas linhas axilares médias e em pontos-chave (Figura 05). As câmeras foram distribuídas quatro à frente e quatro atrás do indivíduo, captando o reflexo infravermelho destes marcadores, produzindo imagens do deslocamento ântero-posterior dos mesmos.

Um computador com processador paralelo foi integrado ao movimento de cada marcador, formando coordenadas tridimensionais e um modelo geométrico capaz de analisar com acurácia os movimentos da parede torácica, possibilitando o cálculo das variações dos volumes pulmonares através de triangulação, dividindo a superfície do tronco em três compartimentos: caixa torácica pulmonar (*Rib Cage Pulmonary* – RCp), caixa torácica abdominal (*Rib Cage Abdominal* – Rca) e abdômen (AB) (CALA et al, 1996). A captura dos dados ocorreu durante três minutos de respiração em repouso ou *quiet breathing* (QB), com o indivíduo sentado sem apoio, com a parte superior do corpo despida, tendo apenas a área mamária coberta no caso das mulheres. Após os três minutos de respiração em repouso, foi solicitada a realização de três manobras de capacidade vital.

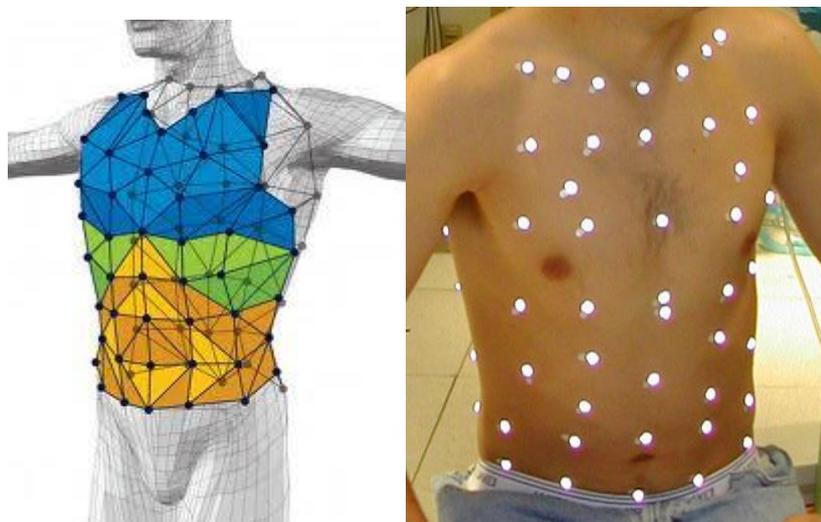


Figura 05: Triangulação da caixa torácica e marcadores reflexivos do POE

Avaliação ergoespirométrica

Para a obtenção das medidas do consumo máximo de oxigênio ($VO_{2máx}$), do ventilação pulmonar (VE), do pulso de O_2 , o quociente respiratório (R) e as relações VE/VO_2 e VE/VCO_2 foi utilizado um teste ergoespirométrico realizado numa esteira da marca Centrium 300, Micromed, Brasil, através do software ErgoPC Elite[®], conectado a um eletrocardiógrafo da marca Micromed, Brasil, com 11 canais, num ergoespirômetro Cortex Metamax 3B, Leipzig, Alemanha. A sala da ergoespirometria possuía ambiente iluminado, com temperatura da sala entre 20 e 24° C mantidos com ar-condicionado e umidade relativa do ar em torno de 60%, medida por um higrômetro da marca Fischer[®], garantindo a troca de calor com o meio. Além

disto, a sala dispunha de material de primeiros socorros, incluindo medicamentos de emergência para prevenir/tratar eventuais complicações, como desfibrilador elétrico, kit de intubação, oxigênio portátil, medicamentos e equipamentos para infusão venosa (NORMATIZAÇÃO DE TÉCNICAS E EQUIPAMENTOS PARA REALIZAÇÃO DE EXAMES EM ERGOMETRIA E ERGOESPIROMETRIA, 2003).

O exame foi executado por um médico cardiologista e os indivíduos recebiam a recomendação de não realizar esforços além do necessário no dia anterior; evitar excessos na noite anterior; não usar sedativos; evitar uso excessivo de chá ou café na manhã do exame e portar um tênis ou sapato flexível (NORMATIZAÇÃO DE TÉCNICAS E EQUIPAMENTOS PARA REALIZAÇÃO DE EXAMES EM ERGOMETRIA E ERGOESPIROMETRIA, 2003).

No dia do exame, era realizada uma orientação geral, com a apresentação dos equipamentos (Figura 6). Após isto, era realizada a tricotomia quando necessária, seguida da limpeza da área torácica com álcool, colocação dos 11 eletrodos de cloreto de prata com adesivo gel condutor para aumentar a superfície de contato com a pele e facilitar a transmissão elétrica nas seis derivações pré-cordiais principais e nas quatro periféricas, mais o eletrodo de referência. Era então, coletado o eletrocardiograma de repouso, enquanto eram dadas as orientações sobre os passos posteriores. Após isto, foi acoplada uma máscara atóxica oro nasal de acordo com o tamanho da face do paciente, de modo a impedir possíveis vazamentos de gás. Esta máscara possuía saída para um ventilômetro acoplado ao software.

O protocolo da ergoespirometria escolhido foi o incremento de rampa, onde os incrementos de carga ocorriam a intervalos reduzidos e duração total do exercício levava cerca de 12 minutos. Tal limite temporal seria o adequado para que o esforço não fosse interrompido por fadiga muscular láctica precoce ou por esgotamento das reservas de glicogênio (WHIPP et al, 1981; TEBEXRENI et al, 2001). A cada dois minutos era realizada a aferição da escala da dispnéia, pressão arterial, SpO₂ e derivações eletrocardiográficas. O exame era finalizado quando o sujeito apresentava sinais eletrocardiográficos com alterações no repouso ou exercício, sendo estes indivíduos excluídos do estudo. Em caso de solicitação da cessação do esforço, antes da chegada dos limiares, o indivíduo também seria excluído, mesmo não sendo portador de alterações. Somente foram incluídos no estudo sujeitos que alcançaram pelo menos o primeiro limiar respiratório ou limiar anaeróbico (ANDRADE et al, 2002), o que era considerando quando alcançadas pelo menos 02 das seguintes situações: R=1,1, perda de linearidade das curvas VE e VO₂ (VE/VO₂ mais baixo antes de aumento progressivo), presença de platô de VO₂ ou de FC e aumento progressivo de Pet O₂ (volume de O₂ ao final da expiração). Após o pedido de parada feito pelo paciente, havia o decréscimo rápido da inclinação ao 0° e da velocidade até a

metade da velocidade máxima alcançada, com decréscimos sucessivos de 0,5 metros/segundo a cada 30 segundos, sendo coletadas ainda as informações de pressão, eletrocardiograma, frequência cardíaca e SpO₂ por 06 minutos, a fim de verificar na fase de desaquecimento alguma alteração na resposta eletrocardiográfica (NORMATIZAÇÃO DE TÉCNICAS E EQUIPAMENTOS PARA REALIZAÇÃO DE EXAMES EM ERGOMETRIA E ERGOESPIROMETRIA, 2003).

A coleta dos valores foi feita respiração por respiração, sendo coletados no momento máximo do esforço e nos limiares anaeróbico e no ponto de compensação respiratória ou segundo limiar, caso fossem atingidos. Após a finalização do período de treinamento, foi calculado o percentual de uso da reserva cardíaca baseado nos valores da FC na ergoespirometria.



Figura 6: ergoespirômetro

Os aparelhos de coleta de dados (pletismógrafo optoeletrônico, o ergoespirômetro e o espirômetro) foram calibrados diariamente, antes das coletas.

➤ **PROTOCOLO EXPERIMENTAL**

Ao início e término de cada sessão de treinamento, em qualquer dos protocolos, foram aferidos os sinais vitais, bem como foram coletados os parâmetros referentes a cada treinamento. Os protocolos tiveram duração de 12 semanas consecutivas, com frequência de duas repetições semanais e foram precedidos e finalizados com 5 minutos de alongamentos ativos, para

aquecimento, desaquecimento e no intuito de evitar lesões musculares. Como a vibração era um estímulo novo, foi realizada uma adaptação com três séries de um minuto com um minuto de intervalo entre as séries, tendo o indivíduo recebido a orientação de observar alterações desconfortáveis durante 24 horas, a fim de relatá-las ao pesquisador responsável pelo treinamento. Esta manobra de adaptação também foi realizada com o grupo sham, com a plataforma desligada.

Treinamento resistido

Quando selecionado para participar do protocolo de trabalho resistido, nos grupos Resistidos ou Plataforma+resistidos, o indivíduo realizou o treinamento da força periférica, exercitando conjuntamente membros superiores (MMSS) e membros inferiores (MMII), num aparelho de musculação fixo que permitia cargas variáveis. O protocolo foi concebido de acordo com as diretrizes do *American College of Sports Medicine (ACSM)* para indivíduos maiores de 60 anos, com uma intensidade de treinamento iniciando em duas séries de 08 com 75% da repetição máxima (RM) (ACSM, 1998). Baseado no princípio da sobrecarga, as RM foram incrementadas até duas séries de 12 no meio do tratamento e finalizando com duas séries de 15. Os exercícios foram realizados nos grupamentos flexores e extensores do braço e antebraço, da perna e coxa, num aparelho fixo Mega II da marca Movement (Figura 7). O sham para a musculação foi realizado com os mesmos movimentos sem carga, para que não houvesse hipertrofia.



Figura 7: aparelho de musculação Mega II, Movement.

Treinamento em plataforma vibratória

A plataforma utilizada no estudo foi a MY3 (Power Plate[®], MY3, Reino Unido) (Figura 8) cuja frequência de vibração estabelecida é de 35 Hz, sendo esta uma frequência média empregada na maioria dos estudos de treinamento, que oscila entre 23 a 44 Hz. A amplitude utilizada nas

fases de adaptação e inicial foi de 02 mm (*low*), com incremento progressivo nas fases intermediária e final (*high*) até 04 mm. Estas amplitudes são consideradas seguras, sendo empregadas na grande maioria dos estudos (ABERCROMBY et al, 2007; RUAN et al, 2008; GRIFFIN, 2004). A direção das vibrações na plataforma MY3 acontece nos três eixos: X, Y e Z.

Para a participação nos grupos Plataforma ou Plataforma+resistidos, a técnica foi aplicada com o indivíduo descalço (RUBIN et al, 2003), de modo a não amortecer os impulsos, embora com os calcâneos apoiados numa almofada de silicone, de forma que apenas o antepé e mediopé ficassem em contato direto com a plataforma (Figura 9), a fim de minimizar a transmissão das vibrações à cabeça (HARAZIN & GRZESIK, 1998; MATSUMOTO & GRIFFIN, 1998; FRITTON et al, 1997).

Ainda para minimizar a transmissão de impulsos de forma axial à base do crânio, foi solicitado que o paciente realizasse uma semi-flexão dos joelhos a 15° (HARAZIN & GRZESIK, 1998; MATSUMOTO & GRIFFIN, 1998), medida com um goniômetro.



Figura 8: Plataforma vibratória Power Plate MY3



Figura 9: Apoio de calcâneo em silicone

A duração da exposição foi de 10 minutos inicialmente, dividida em séries de 30 segundos, sendo adotada uma postura ereta relaxada durante o período de descanso entre as séries, com duração de 60 segundos, prevenindo o desconforto nos indivíduos menos condicionados (GRIFFIN, 2004). Após os primeiros 15 dias, o tempo das séries subiu para 01 minuto, permanecendo os mesmos 10 minutos de estímulo. Respeitando os princípios do treinamento, após o segundo mês, a duração do estímulo progrediu para 15 minutos, tendo a duração máxima de 20 minutos ao final do treinamento. A norma ISO 2631-1 de 1997, estabelece os limites de tempo de exposição à vibração, sendo 20 minutos um tempo considerado seguro para vibrações em doses baixas, médias e altas (*International Standards Organization 2631-1*). (Anexo 4)

Os estudos com aceleração consideram que a gravidade exerce uma força de 9,8 metros/segundo² ao nível do mar, com valores acima disto sendo considerados supra-gravidade (supra-G) e valores inferiores denominados infra-G. O cálculo da aceleração é realizado pela fórmula ($a = [2 \text{ frequência}]^2 \cdot \text{deslocamento}$). Neste protocolo a aceleração máxima foi de 19,6 m/s², um valor supra-G, sendo aceito como critérios de segurança valores de até dez vezes a aceleração da gravidade, segundo a ISO 2631-1.

Quadro 1: Progressão do exercício para as duas intervenções durante os três meses

	1º mês	2º mês	3º mês
Resistência	10 RM com reavaliação dos pesos dia 15	15 RM com reavaliação dos pesos dia 15	20 RM com reavaliação dos pesos dia 15
WBV	A= 2mm Tempo= 10'	A= 4mm Tempo= 15'	A= 4mm Tempo= 20'

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para análise da normalidade e homogeneidade da amostra foram utilizados os testes de Kolmogorov-Smirnov e Levene. Para os valores da força muscular periférica, foi utilizado o teste *t-student* para comparação dos momentos inicial e final. Foi aplicado o teste one-way ANOVA com *post hoc* de Tukey entre grupos após a intervenção e foi calculada a correlação de Pearson entre as variáveis das capacidades inspiratórias na Pletismografia e a $PI_{máx}$, utilizando o *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) 15.0 para análise. O tipo de exercício foi considerada a variável independente e como variáveis dependentes foram consideradas as seguintes medidas: a força de preensão palmar através da dinamometria; o percentual de uso da reserva cardíaca; o volume de Oxigênio (VO_2), volume de dióxido de Carbono (VCO_2), ventilação minuto (VE), quociente respiratório (R), pulso de O_2 e as relações VE/VO_2 e VE/VCO_2 avaliados nos momentos máximo e limiares pela ergoespirometria, a força inspiratória e expiratória através da manovacuometria, pontuação da qualidade de vida nos domínios: capacidade funcional, aspectos físicos, vitalidade, estado geral da saúde, dor, aspectos emocionais, aspectos sociais e saúde mental, nos valores pletismográficos: variação do volume no compartimento torácico pulmonar (V_{ctp}); variação do volume no compartimento torácico abdominal (V_{cta}); variação do volume no compartimento abdominal (V_{Ab}); porcentagem de contribuição da caixa torácica pulmonar (%ctp); porcentagem de contribuição da caixa torácica abdominal (%cta); porcentagem de contribuição do abdômen (%Ab); tempo inspiratório e expiratório, sendo estes dados observados durante a variação do volume corrente (VC) e a variação da capacidade inspiratória (CI).

CAPÍTULO 3 – REFERÊNCIAS

ABERCROMBY, A.F.J.; AMONETTE, W.E.; LAYNE, C.S. *et al.* Vibration exposure and biodynamic responses during whole-body vibration training. **Med Sci Sports Exerc**, v. 39, p. 1794–1800, 2007.

ALWAYS, S.E.; COGGAN, A.R.; SPROUL, M.S. *et al.* Muscle torque in young and older untrained and endurance-trained men. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci**; v.51, p.195-201, 1996.

American College of Sports Medicine 1998. American College of Sports Medicine Position Stand. Exercise and physical activity for older adults. **Med Sci Sports Exerc** 30 992–2008.

ANDRADE, J. *et al.* II Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia Sobre Teste Ergométrico. **Arq Bras Cardiol**, v.78, n. 2, p.34-38, 2002.

BAUTMANS, I; HEES, E. V; LEMPER, J. C; METS, T. The feasibility of whole body vibration in institutionalized elderly person and its influence on muscle performance, balance and mobility: a randomized controlled trial. **BCM Geriatrics**, v. 5, p. 1-8, 2005.

BENEDETTI, T. R. B.; ANTUNES, P.C.; RODRIGUEZ-AÑEZ, C. R. *et al.* Reprodutibilidade e validade do Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ) em homens idosos. **Rev Bras Med Esporte**. v.13, n. 1, p. 11-15, 2007.

BERTOLUCCI, P.H.F.; BRUCKI, S.M.D.; CAMPACCI,S.R.; *et al.* O Mini Exame do Estado Mental em uma população geral: impacto da escolaridade. **Arq Neuro**;v. 52, p.1-7, 1994.

BERTOLUCCI, P.H.F.; OKAMOTO, I.; BRUCKI, S.; *et al.* Applicability of the CERAD neuropsychological battery to brazilian elderly. Separata. **Arq Neuro**; v. 59, n.3-A, p.532-536, 2001.

BISHOP, B.; Vibratory Stimulation – Part I. Neurophysiology of motor responses evoked by vibratory simulation. **Phys Ther** , v. 54, n. 12, 1974.

BLACK, F.; HYATT, R. E. Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. **Am Rev Respir Dis.**, v. 99, p. 696-702, 1969.

BOBELE, G.B.; FEEBACK, D.L., LEECH, R.W. *et al.* Hypertrophic intrafusal muscle fibers in infantile spinal muscular atrophy. **J Child Neurol**. v.11, n. 3, p. 246-248, 1996.

BOGAERTS, A.; DELECLUSE, C.; CLAESSENS, A.L. *et al.* Effects of whole body vibration training on cardiorespiratory fitness and muscle strength in older individuals (a 1-year randomized controlled trial) **Age and Ageing**; v. 38, p. 448–454, 2009.

BOGAERTS, A.; DELECLUSE, C.; CLAESSENS, A.L. *et al.* Impact of Whole-Body Vibration Training Versus Fitness Training on Muscle Strength and Muscle Mass in Older Men: A 1-Year Randomized Controlled Trial *Journal of Gerontology*: **Med Sci**, v. 62A, n. 6, p. 630–635, 2007.

BONGIOVANNI, L. G.; HAGBARTHT, K.-E.; STJERNBERGT, D L. Prolonged muscle vibration reducing motor output in maximal voluntary contractions in man. **J Physiol**; n.423, p. 15-26, 1990.

BOYLE, P.A.; BUCHMAN, A.S.; WILSON, R.S.; BIENIAS, J.L.; BENNETT, D.A. Physical activity is associated with incident disability in community-based older persons. **J Am Geriatr Soc** v. 55, n. 2, p.195-201, 2007.

BRUYERE O, WUIDART MA, DI PALMA E *et al.* Controlled whole body vibration to decrease fall risk and improve health-related quality of life of nursing home residents. **Arch Phys Med Rehabil**; v.86, n.2, p.303-307, 2005.

CALA, S. J. *et al.* Chest wall and lung volume estimation by optical reflectance motion analysis. **J Appl Physiol**, v. 81, p. 2680-2689, 1996.

CARDINALE, M ; WAKELING J .Whole body vibration exercise: are vibrations good for you? **Br J Sports Med**, v.39, p.585–589, 2005.

CARDINALE, M.; POPE, M. H. .The effects of whole body vibration on humans: dangerous or advantageous? **Acta Physiol Hung**, v. 90, p.195-206, 2003.

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

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

CASSILHAS, R.C.; VIANA, V.A.; GRASSMANN, V. *et al.* The impact of resistance exercise on the cognitive function of the elderly. **Med Sci Sports Exerc** v.39, n. 8, p.1401-7, 2007.

CICONELLI, R. M.; FERRAZ, M. B.; SANTOS, W. *et al.* .Tradução para a língua portuguesa e validação do questionário genérico de avaliação de qualidade de vida SF-36 (Brasil SF-36). **Rev Bras Reumatol**, v. 39, n. 3, p. 143-150, 1999.

CLARK, B.C.; MANINI, T.M. .Sarcopenia ≠ Dynapenia. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci.**, v. 63, n.8, p. 829-834, 2008.

COPLEY, S.J.M. .Lung Morphology in the Elderly:Comparative CT Study of Subjects over 75 Years Old versus Those under 55 Years Old. **Radiol**, v. 251, n. 2, 2009.

CORMIE, P; DEANE, R. S; TRIPLETT, T; MECBRIDE, J. Acute effects of whole body vibration on muscles activity, strength, and power. **J Stren Cond Res**, v. 20, p. 257-261, 2006.

DAVID, M; BAZETT, J; HOLMES, W; DUGAN, E.L. Comparing the effects of various whole body vibration accelerations on counter movement jump performance. **J Spor Sci Med**, v. 7, p. 144-150, 2008.

DELECLUSE C, ROELANTS M, VERSCHUEREN SM .Strength Increases after whole-body vibration compared with resistance training. **Med Sci Sports Exerc**, v.35, p.1033-1041, 2003.

DUCLAY, J.; ROBBE, A.; POUSSON, M.; *et al.* .Effect of angular velocity on soleus and medial gastrocnemius H-reflex during maximal concentric and eccentric muscle contraction. **J eletro and kinesiol**, v. 19, p. 948-956, 2009.

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

FAGNANI, F; GIOMBINI, A; CESARE, A; PIGOZZI, F; SALVO, V. The effects of a whole body vibration program on muscles performance and flexibility in female athletes. **Am J Phys Med & Rehab** v. 85, p. 956-962, 2006.

FIGUEIREDO I, SAMPAIO RF, MANCINI MC, SILVA FCM, SOUZA MAP. Teste de força de preensão utilizando o dinamômetro Jamar. **Acta Fis** 14(2):104-10, 2007.

FIRREL, J.C.; CRAIN, G.M. Which setting of the dynamometer provides maximal grip strength? **J Hand Surg**, v.21A, p.397-401, 1996.

FRITTON, J.C.; RUBIN, C.T.; QIN, Y.X.; MCLEOD, K.J. .Whole-body vibration in the skeleton: Development of a resonance-based testing device. **Ann Biomed Eng**, v. 25,p. 831–839, 1997.

GRIFFIN, M. J. Vibration and Motion: **Handbook of human factors and vibration**. New York: Jonh Wiley, 829-857, 1997.

GRIFFIN, M.J .Minimum health and safety requirements for workers exposed to hand-transmitted vibration and whole-body vibration in the European Union: A review. **Occup Environ Med** v. 61, p.387–397, 2004.

HAKALA K, STENIUS-AARNIALA B, SOVIJÄRVI A. The effect of weight loss on peak flow variability, airways obstruction, and lugs volumes in obese patients with asthma. **Chest**, v.118, n.5, p. 1315-1321, 2000.

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

HEINIK, J.V. A. Kral and the origins of benign senescent forgetfulness and mild cognitive impairment. **Interl Psychoger**, v. 22, n. 3, p.395–402, 2010.

HILL, K. *et. al.*. Comparison of incremental and constant load tests of inspiratory muscle endurance in COPD. **Eur Respir J.**, v. 30, p. 479–486, 2007.

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

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. IBGE. **Projeção da população do Brasil por sexo e idade para o período 1980-2050**. Rio de Janeiro, 2007.

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

JIANG, R.; BURKE, G. L.; ENRIGHT, P. L. *et al.* .Inflammatory Markers and Longitudinal Lung Function Decline in the Elderly. **Am J Epidemiol**. v.168, n. 6, p. 602-610, 2008.

JOHNSON, A. W; MYRER, J. W.; HUNTER, I. *et al.* .Whole-body vibration strengthening compared to traditional strengthening during physical therapy in individuals with total knee arthroplasty. **Phys Theo Prac**, v. 26, n. 4, p.215-225, 2010.

JORDAN, M.J; NORRIS, S.R.; SMITH, D.J. *et al.* Vibration training: an overview of the area, training consequences, and future considerations. **J Strength Cond Res** v.19, p. 459–466, 2005.

KARARIZOU, E.G.; MANTA, P.; KALFAKIS, N. *et al.* Morphologic and morphometrical study of the muscle spindle in muscular dystrophy. **Anal Quant Cytol Histol**. v. 29, n. 3, p. 148-152, 2007.

KARARIZOU, E.G.; MANTA, P.; KALFAKIS, N. *et al.* Morphological and morphometrical study of human muscle spindles in Werdnig-Hoffmann disease (infantile spinal muscular atrophy type I). **Acta Histochem**. v. 108, n. 4, p.265-269, 2006.

KEMMLER W, STENDEL S, MAYER S *et al.* .Effect of whole-body vibration on neuromuscular performance and body composition for females 65 years and older: a randomized-controlled trial. **Scand J Med Sci Sports** . v. 22, n.1, p.119-127, 2012.

KIISKI, J.; HEINONEN, A.; JÄRVINEN, T.L. *et al.* . Transmission of Vertical Whole Body Vibration to the Human Body. **J Bone Min Res**. v. 23, n. 8, p.1318-1328, 2008.

KIMA, J.; DAVENPORT, P.; SAPIENZA, C. .Effect of expiratory muscle strength training on elderly cough function. **Archi Gerontol Ger**. v. 48, n. 3, p. 361-366, 2009.

KIPP, K.; JOHNSON, S. T.; DOERINGER, J. R. *et al.* .Spinal reflex excitability and homosynaptic depression after a bout of whole-body vibration. **Muscl & Nerve**. v. 43, n. 2, p. 259-262, 2011.

LACHMAN, M.E.; NEUPERT, S.D.; BERTRAND, R.; JETTE, A.M. The effects of strength training on memory in older adults. **J Aging and Phy Act** v.14, n. 1, p.59-73, 2006.

LEE, H. M.; LIAU, J.J.; CHENG, C. K.; *et al.* Evaluation of shoulder proprioception following muscle fatigue. **Clin Biomech**. v. 18, p. 843-847, 2003.

LEE, H.M; LE, H.; LEE, B.T. *et al.* Forced vital capacity paired with Framingham Risk Score for prediction of all-cause mortality. **Eur Respir J** v.36, n. 5, p.1002-1006, 2010.

LEMMER, J.T.; IVEY, F.M.; RYAN, A.S. *et al.* Effect of strength training on resting metabolic rate and physical activity: age and gender comparisons. **Med Sci Sports Exerc**. v.33, n. 4., p.532-41, 2001.

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

LORA, M. H; CORRALES, B. S.; PÁEZ, L. C. *et al* .Respuesta cardiovascular y respiratoria aguda derivada de la aplicación de estímulos vibratorios de diferente magnitud. **Apunts Med Esport** v. 45, n.165, p.23–30, 2010.

LORA, M. H; CORRALES, B. S.; PÁEZ, L. C. *et al*. Effect of a whole body vibration session on the jump ability. **Rev Int Med Cienc Act Fís Deport** v.9, n. 36, 2009.

MACHADO, A.; GARCIA-LOPEZ, L.; GONZALEZ-GALLEGO, J.; *et al*. Whole-body vibration training increases muscle strength and mass in older women: a randomized-controlled trial. **Scand J Med Sci Sport**, v: 20, p. 200–207, 2010.

MALMBERG, J.J.; MIILUNPALO, S.I; PASANEN, M.E.; VUORI I.M.; OJA, P. Associations of leisure-time physical activity with mobility difficulties among middle-aged and older adults. **J of Ag and Physl Act** v. 14, n. 2, p.133-153, 2006.

MANINI, T.M.; EVERHART, J.E.; PATEL, K.V. *et al*. Daily activity energy expenditure and mortality among older adults. **JAMA** v.296, n. 2, p.171-179, 2006.

MARQUETA, P. M.; SALILLAS, I. G.; MEDINA, J. A. . Efecto de las vibraciones mecánicas en el entrenamiento de fuerza. **Ed Fís y Deport** v. 87, p.73-80, 2007.

MARTI G. PARKER, M.G., THORSLUND, M. Health Trends in the Elderly Population: Getting Better and Getting Worse. **The gerontol**, v. 47, n. 2, p. 150-158, 2007.

MARTIN, B. J; PARK, H. S. Analyses of the tonic vibration reflex: influence of vibration variables on motor unit synchronization and fatigue. **Eur J of Appl Physiol**, v. 75, p. 504- 511, 1997.

MATSUDO, S.; ARAÚJO, T.; MARSUDO, V. *et al*. Questinário internacional de atividade física (IPAQ): estudo de validade e reprodutibilidade no Brasil .**Rev Bras Ativ Fis Saúde**. v. 6, n. 2, p. 05-18, 2001.

MATSUMOTO Y; GRIFFIN, M.J. . Dynamic response of the standing human body exposed to vertical vibration: Influence of posture and vibration magnitude. **J Sound Vibrat** v. 210, p. 85–107, 1998.

MCBRIDE, J.M.; NUZZO, J.L.; DAYNE, A.M., *et al* .Effect of an acute bout of whole body vibration exercise on muscle force output and motor neuron excitability. **J Strength Cond Res**; v.24, p. 184–189, 2009.

MELNYK, M; KOFLER, B.; FAIST, M. *et al* .Effect of aWhole-Body Vibration Session on Knee Stability. **Int J Sports Med**; v. 29, p. 839–844, 2008.

MERCIER C, BOURBONNAIS D. Relative shoulder flexor and handgrip strength is related to upper limb function after stroke. **Clin Rehabil** 18:215-21, 2004.

MORAS, G.; TOUS, J.; MUNOZ, C. J.; *et al* .Electromyographic response during whole-body vibrations of different frequencies with progressive external loads. **Rev Digit Buen Air**, v. 93, 2006.

NELSON, M.E.; REJESKI, W.J.; BLAIR, S.N. *et al.* Physical activity and public health in older adults: recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. **Circulation**. v. 166, n. 9, p.1094-105, 2007.

NORDLUND, M.M.; THORSTENSSON, A. .Strength training effects of whole-body vibration? **Scand J Med Sci Sports**. v. 17, p. 12–17, 2007.

Normatização de técnicas e equipamentos para realização de exames em ergometria e ergoespirometria. **Arq Bras Cardiol**, v. 80, n. 4, 2003.

OLIVEIRA, F.; MAKI, T.; CALONEGO, C.A. *et al.* Neuromuscular electrical stimulation and diagonal exercises to incremental of strength in biceps and triceps braquial. **Rev Bras Fisioter**; v. 6, n.3, p.159-165, 2002.

PARDO, E. M.; PÁEZ, L. C.; RAMÓN, P.E.A. *et al* .Efectos agudos de las vibraciones mecánicas sobre el salto vertical. **Ed Fís y Depor**, v. 87, p.81-85, 2007.

PARK, H. S; MARTIN, B. J. Contribution of the tonic vibration reflex to muscle stress and muscle fatigue. **Scan J of Work Enviro & Heal**, v. 19, p. 35-42, 1998.

PEREIRA, C. A. C.; SATO, T.; RODRIGUES, S. C. .New reference values for forced spirometry in white adults in Brazil. **J bras pneumol**, v.33, n.4, p. 397-406, 2007.

PROSKE, U. What is the role of muscle receptors in proprioception? **Mus Nerve**. v.31, p.780-787, 2005.

REES, S. S; MURPHY, A. J; WATSFORD, M. L. Effects of vibration exercise on muscle performance and mobility in an older population. **J of Agi and Phys Act**, v. 15, p. 367-381, 2007.

RIBEIRO, F.; OLIVEIRA, J. Efeito da fadiga muscular local na propriocepção do joelho **Fisioter Mov**. v.21, n.2, p.71-83, 2008.

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

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

ROELANTS, M.; DELECLUSE, C.; VERSCHUEREN, S.M. Whole-body-vibration training increases knee-extension strength and speed of movement in older women. **J Am Geriatr Soc**; v.52, p. 901–8, 2004.

ROHMERT, W; WOS, H; NORLANDER, S; HELBIG, R. Effects of vibrations on arm and shoulder muscles in three body postures. **Eur J of Appl Physiol**, v. 59,

ROSSI, A; FANTIN, F.; DI FRANCESCO, V. .Body composition and pulmonary function in the elderly: a 7-year longitudinal study. **Intern J of Obes** . v. 32, p.1423–1430, 2008.

RUAN, X.Y.; JIN, F.Y.; LIU, Y.L.; PENG, Z.L.; SUN, Y.G. Effects of vibration therapy on bone mineral density in postmenopausal women with osteoporosis. **Chin Med J**; v. 121, p. 1155–1158, 2008.

RUBIN, C.; POPE, M.; FRITTON, J.C. et al. Transmissibility of 15-hertz to 35-hertz vibrations to the human hip and lumbar spine: Determining the physiologic feasibility of delivering low-level anabolic mechanical stimuli to skeletal regions at greatest risk of fracture because of osteoporosis. **Spine**, v. 28, p.2621–2627, 2003.

SALLIS, J.F.; Age-related decline in physical activity: a synthesis of human and animal studies. **Med Sci Sports Exerc** v. 32, n.9, p.1598-600, 2000.

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

SHOVAL, N. .The use of advanced tracking technologies for the analysis of mobility in Alzheimer's disease and related cognitive diseases. **BMC Geriatrics**, v.8, n.7, p. 01-12, 2008.

SRINIVAS-SHANKAR, U.; ROBERTS, S. A.; CONNOLLY, M. J. *et al.* . Effects of Testosterone on Muscle Strength, Physical Function, Body Composition, and Quality of Life in Intermediate-Frail and Frail Elderly Men: A Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled Study. **J of Clin Endo & Met.** v. 95, n. 2, p. 639-650, 2010.

SLATKOVSKA L, ALIBHAI S, BEYENE J *et al.* Effect of whole-body vibration on BMD: a systematic review and meta-analysis. **Osteoporos Int**; 21: 1969–1980, 2010.

STROTMAYER, E. S.; DE REKENEIRE, N.; SCHWARTZ, A.N. *et al.* Sensory and Motor Peripheral Nerve Function and Lower-Extremity Quadriceps Strength: The health, Aging and Body Composition Study **J of the Am Geriatrics Soc** , v. 57, n. 11, p.2004–2010, 2009.

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

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

TAAFFE, D.R. .Sarcopenia – exercise as a treatment strategy. **Aust Fam Physician** v. 35, p. 130–134, 2006

TEBEXRENI, A.S.; LIMA, E.V.; TAMBEIRO, V. L.; BARROS NETO, T. L. Protocolos tradicionais em ergometria, suas aplicações práticas versus protocolo de rampa **Rev Soc Cardiol**, v. 11, n. 3, p. 519-528, 2001.

VAN IERSEL, M.B.; MUNNEKE, M.; ESSELINK, R.A. *et al.* .Gait velocity and the Timed-Up-and-Go test were sensitive to changes in mobility in frail elderly patients. **J Clin Epidemiol**; v.1, n. 2, p.186-191, 2008.

VERSCHUEREN, S.M; ROELANTS, M.; DELECLUSE, C.; *et al.* .Effect of 6-Month Whole Body Vibration Training on Hip Density, Muscle Strength, and Postural Control in

Postmenopausal Women: A Randomized Controlled Pilot Study. **J Of Bone And Min Res**, v.19, n.03, 2004.

WALLYMAHMED, M. E.; MORGAN, C.; GILL, G.V. *et al.* Aerobic fitness and hand grip strength in Type 1 diabetes: relationship to glycaemic control and body composition. **Diab Med**, v. 24, p. 1296–1299, 2008.

WEI, M. Cardiorespiratory Fitness, Adiposity, and Mortality. **JAMA**. v. 299, n.9, p.101-103. 2008.

WHIPP, B. J.; DAVIS, J. A.; TORRES, F.; WASSERMAN, K. .A test to determine parameters of anaerobic function during exercise. **J Appl Physiol**; v. 50, p. 217-221, 1981.

World health organization -WHO. **Millenium Development Goals (MDGs)**, 2010.

ZEINALI-DAVARANI, S.; HEMAMI, H.; BARIN, K.; *et al.* .Dynamic Stability of Spine Using Stability-Based Optimization and Muscle Spindle Reflex. **Trans on Neur Syst and Rehab Engin.** v. 16, n. 1, 2008.

ZHONG, S.; CHEN, C.N.; THOMPSON, L.V. Sarcopenia of ageing: functional, structural and biochemical alterations. **Rev Bras Fisioter.**, v.11, n. 2, p.91-97, 2007.

CAPÍTULO 4 – RESULTADOS

O projeto de mestrado desenvolvido teve como resultado a elaboração de três artigos científicos, sendo uma revisão sistemática (Artigo 01) e dois ensaios clínicos controlados e randomizados (Artigo 02 e Artigo 03).

No artigo 1, “*Vibração de corpo inteiro e efeitos na força muscular e qualidade de vida em idosos saudáveis: uma revisão sistemática.*”, foi realizada uma revisão sistemática, com o objetivo de analisar as alterações de força muscular nos idosos saudáveis submetidos ao treino de plataforma vibratória. Para a elaboração deste estudo foi feita a pesquisa nas principais bases de dados de ciências da saúde, seguindo os rigores metodológicos sugeridos pelo Centro Cochrane para uma revisão sistemática. Para tal, foram inclusos onze artigos que trabalharam com a WBV como forma de treinamento em idosos, embora apenas 09 tenham sido considerados homogêneos o suficiente para resultar numa síntese quantitativa e apenas estes entraram na metanálise. Diferentes formas de treinamento foram utilizadas nos artigos, o que mostrou uma falta da padronização para utilização da mesma. Apesar disto, os estudos relatam a eficácia da técnica.

Em busca de uma análise de possíveis alterações na função cardíaca após o treinamento de WBV, foi realizado o segundo artigo intitulado “*Treinamento com vibração de corpo inteiro como alternativa para melhorar os parâmetros ergoespirométricos em idosos: ensaio clínico controlado e randomizado*”. Neste artigo são apresentados os resultados da força, ergoespirometria e qualidade de vida após um período de 03 meses de treinamento na plataforma vibratória com idosos de ambos os sexos. O estudo fornece os dados de antes e depois, bem como a comparação entre os grupos.

Analisando as alterações na função respiratória após o treinamento de WBV, foi feito o terceiro artigo intitulado “*Vibração de corpo inteiro e efeito do uso plataforma vibratória na cinemática da caixa torácica, força dos músculos respiratórios e qualidade de vida em idosos: ensaio clínico controlado e randomizado*”. Neste artigo são apresentados os resultados da força periférica, respiratória e variações no volume pulmonar através da pletismografia optoeletrônica após um período de 03 meses de treinamento na plataforma vibratória com idosos de ambos os sexos. O estudo fornece os dados de antes e depois, bem como a comparação entre os grupos.

VIBRAÇÃO DE CORPO INTEIRO E EFEITOS SOBRE A FORÇA MUSCULAR E QUALIDADE DE VIDA EM IDOSOS SAUDÁVEIS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

MAÍRA FLORENTINO PESSOA ¹, RAFAELA BARROS DE SÁ¹, ANDRÉA LEMOS ¹,
ARMÈLE DORNELAS DE ANDRADE ¹

¹ Universidade Federal de Pernambuco, departamento de Fisioterapia

Correspondence Address:

Departamento de Fisioterapia: Avenida Jornalista Aníbal Fernandes, s/n, Cidade Universitária,
Recife-PE, Brasil. CEP: 50.740-560

Título curto: whole-body vibration and effects in muscle strength and quality of life in health
elderly: a systematic review

INTRODUÇÃO

A vibração é um movimento rápido e oscilatório¹ cujo uso terapêutico teve início na União Soviética, revertendo a hipotonia dos astronautas². Inicialmente foi utilizada de forma segmentar, evoluindo para aparelhos que conseguem o efeito de vibrar todo o corpo^{2,3} com as vantagens de obter um efeito global.

A vibração de corpo inteiro ou *Whole Body Vibration* (WBV) tem sido proposta como alternativa ao exercício de resistência⁴⁻⁶, estimulando receptores musculares através do reflexo tônico vibratório⁶⁻⁸. A oscilação sobre músculos e tendões promove pequenas e rápidas mudanças no comprimento da unidade músculo-esquelética, que são detectados pelos proprioceptores, principalmente os fusos neuromusculares,^{7,8} que tentam evitar o alongamento do músculo mediante uma contração muscular reflexa, no chamado reflexo tônico vibratório.⁶⁻⁸

A vibração de alta frequência e baixa amplitude alteram a morfologia óssea pelo aumento gravitacional promovido pela aceleração,⁹ efeito que também beneficiaria o sistema muscular, produzindo tonificação¹⁰ por ativação de reflexos miotáticos. A WBV pode ser utilizado pelos grupos que possuam mobilidade e tônus reduzidos e descoordenação da ativação muscular, situações onde enquadram-se os idosos.⁹

O envelhecimento desencadeia um processo de degradação óssea, articular^{11,12} e sarcopenia, principalmente após os 60 anos, podendo reduzir em até 40% sua massa muscular e força¹³. O exercício resistido altera efetivamente a força, e embora seja a intervenção preferencial para minimizar a sarcopenia,¹⁴ é considerado um treinamento agressivo para esta população, pela elevada mobilidade articular e maior risco de fraturas e distensões. O uso da WBV reduziria os riscos relativos ao trabalho com pesos^{15,16}, embora seus efeitos ainda sejam pouco documentados e pouco tenha sido avaliado sobre a repercussão na qualidade de vida dos idosos.

Na literatura são encontradas revisões sistemáticas sobre os efeitos específicos da vibração na densidade óssea¹⁷⁻¹⁹ no equilíbrio, força e na mobilidade funcional em idosos¹⁹. Embora este último faça uma avaliação sintética do desempenho muscular, não apresenta metanálise. A literatura apresenta achados díspares quanto à eficácia do treinamento vibratório em alterar o desempenho muscular, mesmo utilizando protocolos com parâmetros semelhantes^{20,21}.

Esta revisão sistemática tem como objetivo averiguar o papel da plataforma vibratória na força muscular em idosos e sua interferência na qualidade de vida, apresentando uma metanálise.

METODOLOGIA

A revisão sistemática buscou estudos transversais ou longitudinais que avaliassem o efeito da plataforma vibratória sobre a força e a qualidade de vida, sem restrição linguística ou de data. Foram incluídos estudos envolvendo indivíduos saudáveis com 65 anos ou mais, de ambos os sexos. A busca foi realizada por pesquisadores independentes (M.F.P e R.B.S) no período de 10/10/2010 à 03/01/2011, com os indexadores pré-determinados e cruzamentos entre as palavras. Os dados foram expostos, verificando disparidade no material, discordância na inclusão/exclusão e duplicidades. Um terceiro pesquisador foi eleito para resolver discórdias na busca, extração de dados e pontuação de qualidade (A.D.A).

Estratégia de busca:

A pesquisa foi realizada nos bancos da PubMed via Medline, *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), *Latin American and Caribbean Health Sciences Literature* (LILACS), *Cumulative Index to Nurse and Allied Health Literature* (CINAHL) e *Physiotherapy Evidence Database* (PEDro), com adaptações a cada base de dados, incluindo os seguintes descritores do MeSH e DeCS: *Muscle Strength*, *Aged* e *quality of life*. O termo *whole-body vibration* ou suas variações não surge como descritor e foi inserido como palavra-chave nas buscas.

As estratégias utilizaram as seguintes variações de acordo com cada base de dados: (*muscle strength* OR *strength* OR *force* OR força OR *fuerza*) AND (*aged* OR *elderly* OR idosos OR *ancianos*) AND (*quality of life* OR qualidade de vida OR *calidad de vida*) AND (*whole-body vibration* OR *whole body vibration* OR *WBV* OR vibração de corpo inteiro OR *vibraciones de cuerpo*).

Na PubMed, foram inseridos os limites: humanos, maior de 65 anos, ensaios clínicos.

Critérios de seleção dos estudos:

Os estudos foram selecionados pelos pesquisadores M.F.P e R.B.S, avaliando ensaios clínicos controlados e randomizados ou quase-randomizados. As formas iniciais de avaliação dos estudos potencialmente elegíveis foram títulos e resumos, verificando o desfecho força por dinamometria²² ou o desfecho qualidade de vida. Para o grupo tratamento, o treinamento de WBV foi definido como vibrações mecânicas, realizadas de forma global em qualquer eixo, sem restrições quanto à frequência (hertz), amplitude (em milímetros), magnitude (aceleração da gravidade), direção e dose (tempo de duração)²³. Os grupos controle poderiam realizar exercícios de qualquer tipo, ou apenas ser orientados. Todos os dados foram extraídos dos textos completos.

Foram excluídos estudos que utilizassem indivíduos com diagnóstico prévio de qualquer patologia, onde os indivíduos fizessem uso de medicação ou atividades que alterassem a força, ou que utilizassem escalas de qualidade de vida não validadas.

Qualificação dos estudos:

A escala de classificação utilizada para qualificar os estudos foi baseada no *Cochrane Collaboration Reviewer's Handbook*, versão 5.1.0, de março de 2011²⁴ com o julgamento de alto risco, baixo risco ou risco obscuro de viés, com base na descrição metodológica dos estudos. Os

domínios avaliados são: a seleção (geração aleatória da sequência e alocação sigilosa), a execução do método (cegamento dos participantes e dos avaliadores), a detecção (cegamento do resultado de cada desfecho), o atrito (avaliações dos dados incompletos) e a reportagem dos dados (informação seletiva), além de outros tipos de viés. Para julgamento dos domínios, foi considerado alto risco a não citação do processo; risco obscuro para citação sem esclarecimento e baixo risco para citação com descrição do modo de operação. Os escores foram mensurados de forma independente pelos pesquisadores e comparados em consenso.

Extração dos dados e Análise

A extração dos dados foi realizada de forma independente pelos pesquisadores, incluindo informações sobre cada um dos estudos: título, autor, ano, número de participantes, critérios de elegibilidade, características dos grupos, exclusões, intervenção e medidas dos resultados. Os dados foram sumarizados em tabelas e comparados, sendo combinados em uma meta-análise de avaliação de efeito fixo. O teste Q de Cochran²⁴ para heterogeneidade foi aplicado nos estudos.

RESULTADOS

Síntese qualitativa

A partir dos 2116 títulos potenciais, 2097 foram afastados por inadequação aos critérios de inclusão. Dos 19 restantes, após leitura dos resumos ou texto, foram excluídos 07, por duplicidades, medida de desfecho distinta da força ou qualidade de vida ou ainda por diagnóstico de doença neuromuscular prévia (Figura 1). Mais um estudo (Bogaerts, 2007) foi excluído por utilizar a mesma amostra de Bogaerts, 2009, o que geraria sobreposição de resultados. Restaram 09 estudos que verificavam o desfecho força e 02 estudos que verificavam o desfecho qualidade de vida (Figura 1).

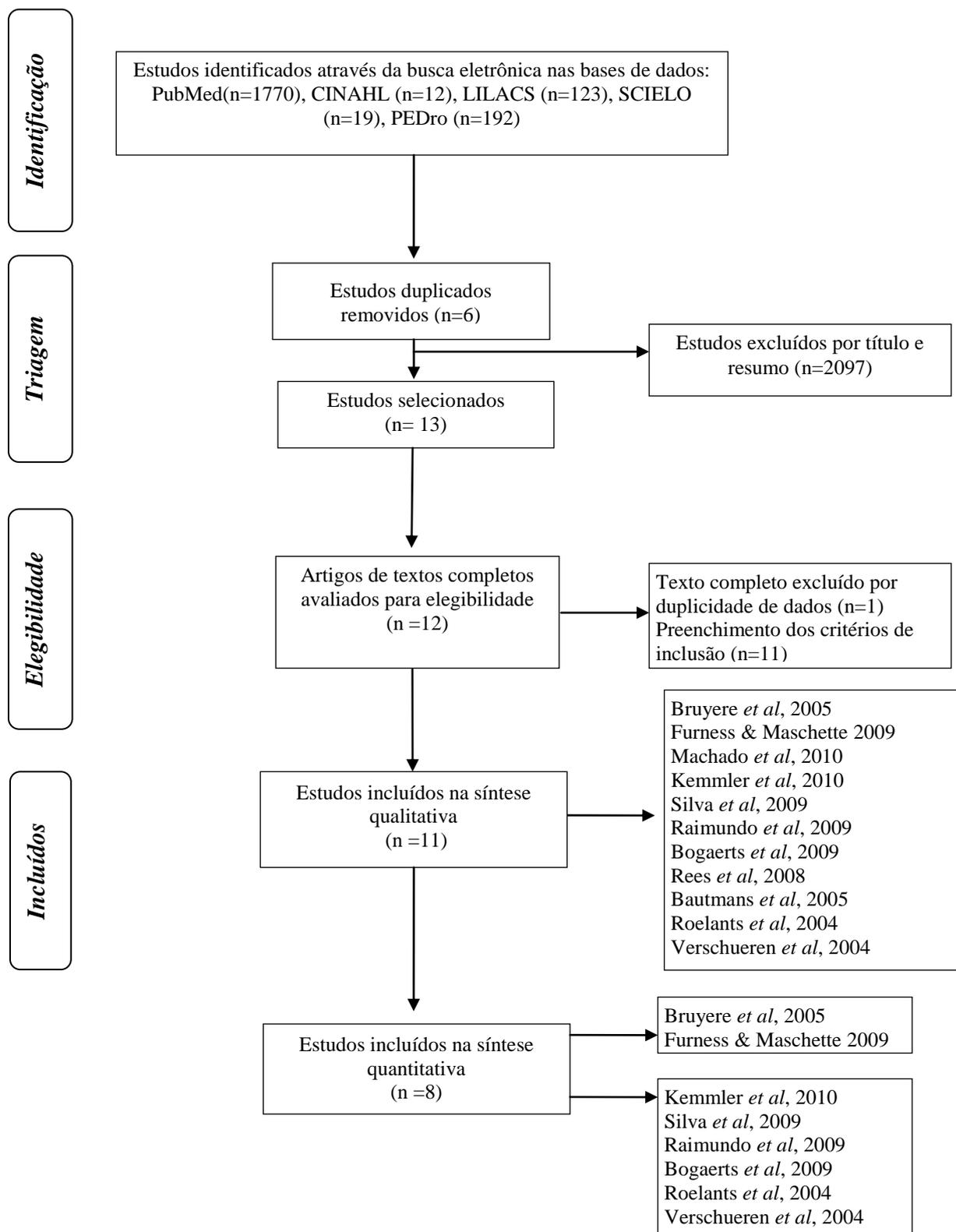


Figura 1. Busca e seleção dos estudos para a revisão sistemática de acordo com PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*)

Tabela 1. Descrição dos estudos segundo auto-referência

ESTUDO	DESENHO METODOLÓGICO	AMOSTRA	INTERVENÇÃO	DESFECHOS AVALIADOS	AVALIAÇÃO DO DESFECHO	RESULTADOS
Raimundo, 2009 ³¹	Ensaio clínico Aleatório Pré e pós-intervenção	Participantes: 27 (♀) Perda amostral: 09 Idade: 66± 4 N controle: 14 (caminhada) N tratamento: 13(WBV)	Dose: 15' Duração: 08 meses Frequência: 3x semana Frequência 12,6 -30Hz Amplitude 06mm	Força Potência muscular Altura do salto vertical Teste do levantar da cadeira	Dinamômetro isocinético	p >0,05 para a força
Machado, 2010 ³⁰	Ensaio clínico Controlado Aleatório Cego Pré e pós-intervenção	Participantes: 26 (♀) Perda amostral: 03 Idade: 79±2 N controle: 13 (orientações) N tratamento: 13 (WBV)	Dose: 10' Duração: 2,5 meses Frequência: 2x semana Frequência 20-40Hz Amplitude 02-4mm	Atividade eletromiográfica Potência muscular Força Timed up and go teste: mobilidade	Dinamômetro isocinético e EMG	p <0,05 para a força
Rees, 2008 ²⁶	Ensaio clínico Controlado Aleatório Pré e pós-intervenção	Participantes: 28 (14♂/14♀) Perda amostral: 02 Idade: 73,7±4,3 N controle: 14 (resistidos leves) N tratamento: 14 (WBV)	Dose: 2' Duração: 02 meses Frequência: 3x semana Frequência 26Hz Amplitude 5-8mm	Força Potência muscular Ambas mensuradas nas articulações do quadril, joelho e tornozelo	Dinamômetro isocinético	p <0,05 para a força
Bautmans, 2005 ²⁸	Ensaio clínico Controlado Aleatório Cego Pré e pós-intervenção	Participantes: 21 (09♂/15♀) Perda amostral: 03 Idade: 77,5±11 N controle: 10 (resistidos leves) N tratamento: 11 (WBV)	Dose: 3,5' Duração: 1,5 meses Frequência: 2x semana Frequência 30-50Hz Amplitude 2-5mm	Força Preensão manual Alongamento	Dinamômetro isocinético e handgrip	p >0,05 para a força
Roelants, 2004 ¹⁶	Ensaio clínico Controlado Aleatório Pré e pós-intervenção	Participantes: 69 (♀) Perda amostral: 20 Idade: 64,2±0,7 N controle: 25(orientações) N tratamento: 24 (WBV) N tratamento: 20 (resistidos)	Dose: 10' Duração: 06 meses Frequência: 3xsemana Frequência 35 - 40 Hz Amplitude 2,5-5mm	Resistência Força Potência Velocidade do movimento	Dinamômetro isocinético	p <0,05 para a força
Verschueren, 2004 ²⁷	Ensaio clínico Controlado	Participantes: 70 (♀) Perda amostral: não informada	Dose: 15' Duração: 06 meses	Força Potência muscular	Dinamômetro isocinético	p <0,05 para a força

	Aleatório Pré e pós-intervenção	Idade: 64,2±3.3 N controle: 23 (orientações) N tratamento:25 (WBV) N tratamento:22 (resistidos)	Frequência: 3xsemana Frequência 35-40Hz Amplitude 2,2-5,09mm	Controle postural Graduação da osteoporose		
Bogaerts, 2009 ⁵	Ensaio clinico Controlado Aleatório Pré e pós-intervenção	Participantes: 220 (114♂/106♀) Perda amostral: 13 Idade: 67,7±0,8 N controle:36 (orientações) N tratamento: 31(WBV) N tratamento:30 (fitness) *apenas 97 ♂ fizeram aferição da força	Dose: 10' Duração: 12 meses Frequência: 3x semana Frequência 35 - 40 Hz Amplitude 2,5-5mm	Frequência cardíaca VO ₂ Força	Dinamômetro isocinético	p <0,05 para a força
Kemmler, 2010 ²⁵	Ensaio clinico Controlado Aleatório Cego Pré e pós-intervenção	Participantes: 131 (♀) Perda amostral: 20 Idade: 68,5±3 N controle: 47 (orientações) N tratamento: 39 (WBV) N tratamento: 45 (resistidos)	Dose: 12' Duração: 12 meses Frequência: 2x semana Frequência 30-35 Hz Amplitude 2,5- 5mm	Força Potência muscular Altura do salto	Dinamômetro isocinético e handgrip	p<0,05 para a força
Silva, 2009 ²⁹	Ensaio clinico Controlado Quase-aleatório Pré e pós-intervenção	Participantes: 47(12♂/ 35♀) Perda amostral: não referida Idade: 70,7±5,7 N controle: 23 (exercício) N tratamento: 24 (WBV+exercício)	Dose: não referido Duração: 03 meses e 01semana Frequência: 2x semana Frequência 30-35 - 40 Hz Amplitude 2 a 4- 4 a 6mm	Força Equilíbrio Resistência aeróbica Flexibilidade	Dinamômetro isocinético	p>0,05 para a força
Bruyere, 2005 ³⁵	Ensaio clinico Controlado Aleatório	Participantes: 42 Perda amostral: não referida Idade: 80,1±6,9 N controle: 20 (exercício) N tratamento: 22 (WBV+exercício)	Dose: 10' Duração: 06 semanas Frequência: 3x semana Frequência 10-26 Hz Amplitude 3 - 7mm	Qualidade de vida Equilíbrio Timed up and go teste: mobilidade	SF 36	p <0,05 para a capacidade funcional
Furness & Maschette 2009 ³⁶	Ensaio clinico Controlado Aleatório	Participantes: 73 Perda amostral: não referida Idade: 72±8 N controle: 10 (sem intervenção) N tratamento1: 22 (WBV) N tratamento2: 22 (WBV) N tratamento3: 10(WBV)	Dose: 10' Duração: 12 semanas Frequência: 3x semana Frequência 10-35 Hz Amplitude 4 - 6mm	Qualidade de vida Equilíbrio Timed up and go teste: mobilidade	SF 36	p <0,05 para os domínios

DESFECHO FORÇA

Dos 09 estudos restantes, 04 foram randomizados com descrição do método, 04 foram citados como randomizados sem descrição do método e 01 foi considerado quase-randomizado (Figura 2). Todos possuíam grupo controle ativo ou passivo. Três estudos foram auto-citados como cegos, mas apenas um descreveu a metodologia para a realização do cegamento (Tabela 1).

Os estudos selecionados foram realizados na Alemanha²⁵, na Austrália²⁶, na Bélgica^{6, 16, 27, 28}, no Brasil²⁹, na Espanha³⁰ e em Portugal³¹.

A população envolvida pertencia a ambos os sexos, podendo ser exclusivamente feminina^{16, 25, 27, 30, 31}; exclusivamente masculina⁶ ou misto^{26, 28, 29}. A duração das intervenções variou de 1,5 a 12 meses, e as amostras tiveram tamanhos variáveis (16 a 220 idosos) conforme Tabela 1.

O protocolo de WBV variou entre os estudos em termos de frequência/magnitude da dose. Em todos os estudos, as intervenções de WBV ocorreram pelo menos duas vezes semanais, tendo alguns estudos^{6, 16, 26, 27, 31} realizado os treinos três vezes por semana. As amplitudes de aplicação foram consideradas baixas, variando entre 02 e 10 mm.

Em todos os estudos, a força foi mensurada com dinamômetros isocinéticos e em dois deles, houve a agregação de um handgrip^{25, 28}.

Quanto à alteração no desfecho força, dos 09 estudos avaliados, apenas 02 não obtiveram aumento significativo do componente força^{28, 31}. O restante obteve aumentos de força significativos, em relação aos grupos controle, independente destes serem ativos ou passivos.

Além do desfecho força, os estudos verificaram outras variáveis como: a capacidade funcional^{28, 29, 30, 31}, a aptidão cardiorrespiratória⁶, a frequência de quedas²⁵, a potência muscular^{16, 26, 27} e a densidade mineral óssea no quadril²⁷.

Em nenhum dos estudos foram relatadas dificuldades de adaptação à WBV ou efeitos adversos ligados diretamente à vibração, embora tenham havido abandonos de tratamento

referidos por: impossibilidade de permanência no tratamento por causas externas como férias ou mudança de residência, câncer hepático, cirurgias de mama ou instalação de prótese de joelho. A maioria dos estudos fez uma série de demonstração/adaptação com a WBV imediatamente antes de iniciar o tratamento. Nos estudos coletados não foram observados aspectos sistêmicos como função vascular, cardíaca ou hormonal.

LEGENDAS	
	Baixo risco de viés
	Risco obscuro de viés
	Alto risco de viés

	Geração de sequência aleatória (viés de seleção)	Sigilo de alocação (viés de seleção)	Instalação de grupo controle (viés de execução)	Cegamento dos participantes (viés de execução)	Mascaramento da avaliação do resultado (viés de detecção)	Dados incompletos no resultado (viés de atrito)	Informação seletiva (viés de reportagem dos dados)
Bautmans, 2005							
Bogaerts, 2007							
Kemmler, 2009							
Machado, 2010							
Raimundo, 2009							
Rees, 2008							
Roelants, 2004							
Silva, 2009							
Verschueren, 2004							

Figura 02. Avaliação metodológica dos artigos do desfecho força segundo o *Cochrane Collaboration Reviewer's Handbook*, versão 5.1.0.

DESFECHO QUALIDADE DE VIDA

Os dois estudos selecionados foram classificados como controlados e randomizados, embora nenhum faça citação quanto ao método para a realização da alocação (Figura 03). Os estudos foram realizados na Bélgica³⁵ e Austrália³⁶.

A população envolvida pertencia a ambos os sexos nos dois estudos, que tiveram duração das intervenções variando entre 06 semanas³⁵ e 12 semanas³⁶, sendo uma amostra de 40 indivíduos³⁵ e outra de 73 indivíduos³⁶.

O protocolo de WBV variou nos estudos em termos de frequência/intensidade da dose. Em um estudo³⁵ os grupos realizavam os exercícios padrão de alongamento na clínica em que residiam, que consistiam em marcha e exercícios de equilíbrio, habilidades de transferência e exercícios de resistência dos membros inferiores. Além disto, o grupo tratamento realizou o treinamento de WBV três vezes por semana sendo realizadas 04 séries de um minuto de vibração alternando com 90 segundos de descanso. A frequência utilizada foi de 10Hz para a primeira série e a terceira, com uma amplitude 03mm. Para a segunda série e a quarta, a frequência foi de 26Hz com uma amplitude de 07 mm.. No segundo estudo³⁶ os sujeitos foram randomizados para realizar zero, uma, duas ou três sessões semanais na plataforma com amplitudes de 0,5 mm, mas não informa quantos Hertz de frequência foram utilizados, pois a plataforma do estudo foi um protótipo construído pela equipe de pesquisa.

Em ambos os estudos, a avaliação da qualidade de vida foi realizada pelo questionário Short Form Health Survey (SF 36), que trabalha com oito domínios: capacidade funcional, aspectos físicos, dor, estado geral da saúde, vitalidade, aspectos sociais, aspectos emocionais e saúde mental. Um estudo compara os valores da escala em relação ao controle, que é no caso é nenhuma intervenção, e apresenta melhora nos resultados apenas no domínio capacidade funcional³⁶. O outro estudo³⁵ apresenta ganhos nos 08 domínios de saúde que descrevem o questionário SF 36, quando comparados ao pré-treinamento.

Além da qualidade de vida, o primeiro estudo ³⁵ verifica também o equilíbrio através do Tinetti teste e a capacidade motora através do Timed Up & Go Teste. O segundo estudo ³⁶ avalia a performance neuromuscular com os mesmos testes além do 5-Chair Stands Test.

Em nenhum dos estudos foi relatada incompatibilidade ou efeitos adversos ligados diretamente à vibração, embora tenha havido abandono de tratamento no grupo WBV, por 02 pacientes³⁵ referido por pequeno formigamento transitório dos membros inferiores. Não são relatadas séries de demonstração/adaptação com a WBV.

	Geração de sequencia aleatória (viés de seleção)	Sigilo de alocação (viés de seleção)	Instalação de grupo controle (viés de execução)	Cegamento dos participantes (viés de execução)	Mascaramento da avaliação do resultado (viés de detecção)	Dados incompletos no resultado (viés de atrito)	Informação seletiva (viés de reportagem dos dados)
Bruyere et al, 2005	?	?	+	-	-	?	+
Furness, TP; Maschette, WE, 2009	?	?	+	-	-	?	+

Figura 03. Avaliação metodológica dos artigos do desfecho qualidade de vida segundo o *Cochrane Collaboration*

Reviewer's Handbook, versão 5.1.0.

Síntese quantitativa

DESFECHO FORÇA

Como os resultados dos trabalhos apresentam homogeneidade clínica, com mesmo tipo de paciente, idêntica questão de investigação, mesma intervenção e mensuração de resultados, sendo a heterogeneidade vista pelo valor do $\text{Chi}^2 = 3,09$, considerada uma heterogeneidade metodológica, foi realizada a metanálise no intuito de verificar o efeito força. O critério de seleção para a realização da metanálise foi a cronicidade do treinamento. Revisões anteriores referem como treinamento crônico WBV períodos iguais ou superiores a 03 meses¹⁷⁻¹⁹, sendo incluídos na metanálise apenas estudos com pelo menos este período de duração. Estes estudos incluíram 324 indivíduos, 157 utilizando a WBV como tratamento e 167 participando de forma ativa ou como controle.

Muscle Strength outcome in older subjects

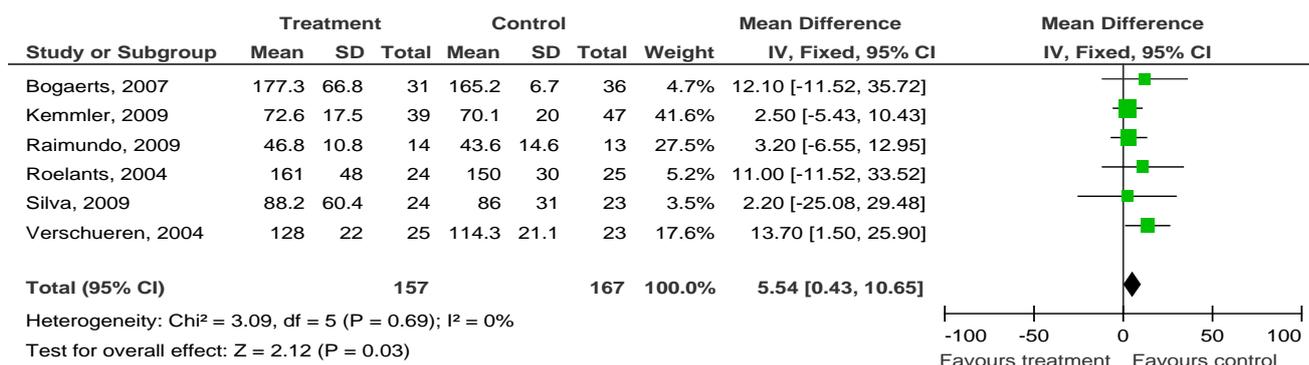
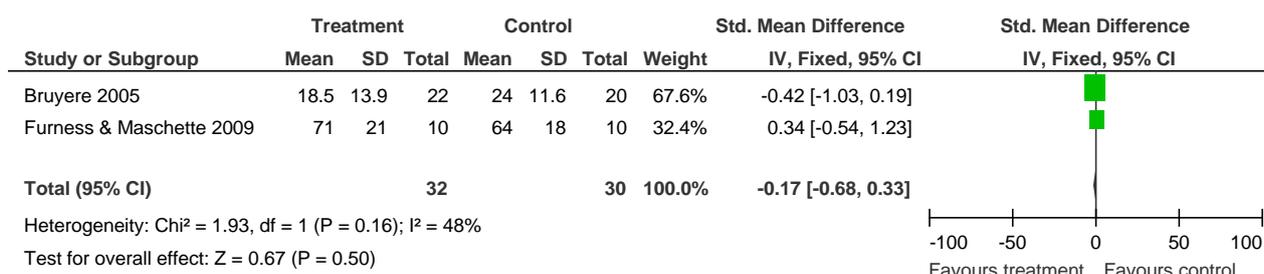


Figura 4: Forest Plot dos estudos englobados na metanálise

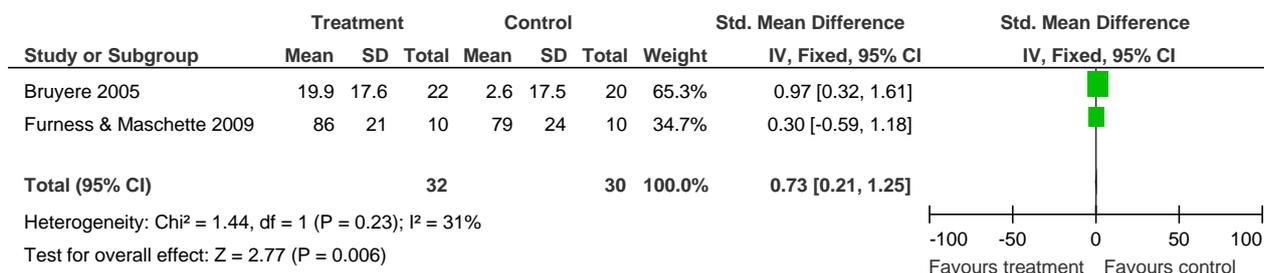
DESFECHO QUALIDADE DE VIDA

Ambos os estudos apresentam mesma intervenção, no mesmo grupo, com mensuração dos resultados de forma idêntica, utilizando o SF 36 na avaliação da qualidade de vida. Para avaliação quantitativa, no total, foram avaliados 30 pacientes para o grupo controle e 32 pacientes para o grupo tratamento. Como os desfechos do questionário são oito, foram realizadas oito avaliações.

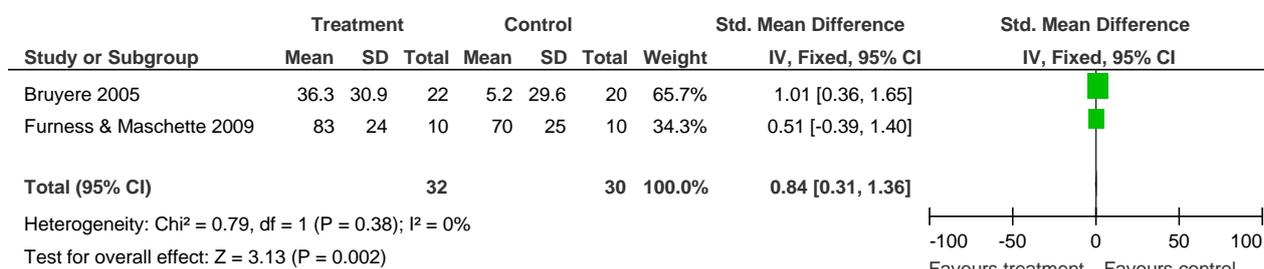
Physical function outcome in elderly



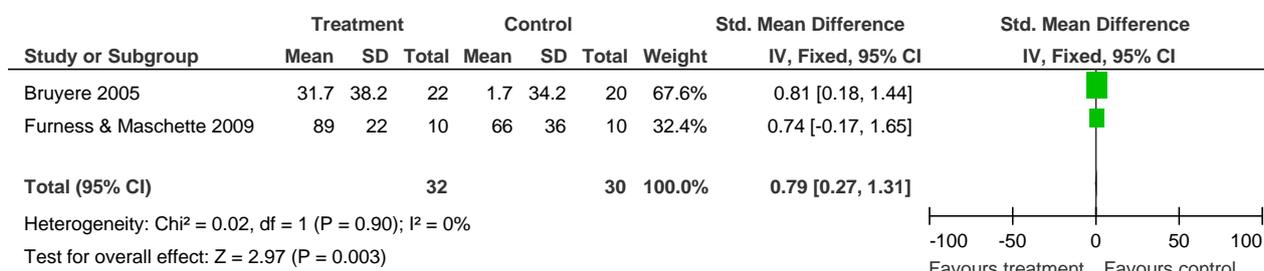
Social function outcome in elderly



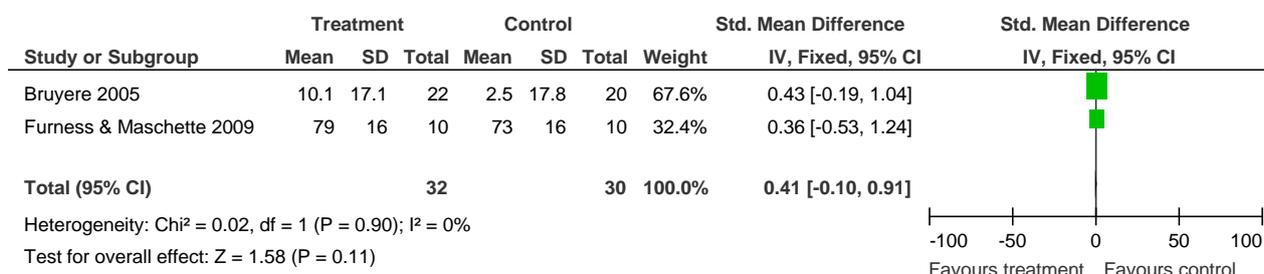
Role physical outcome in elderly



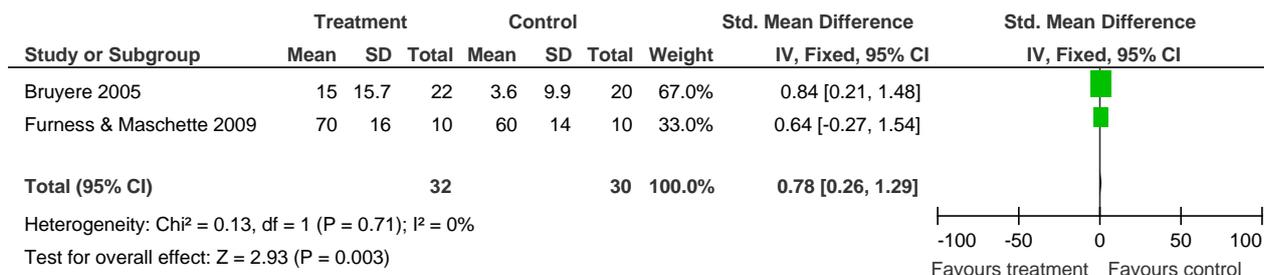
Role emotional outcome in elderly



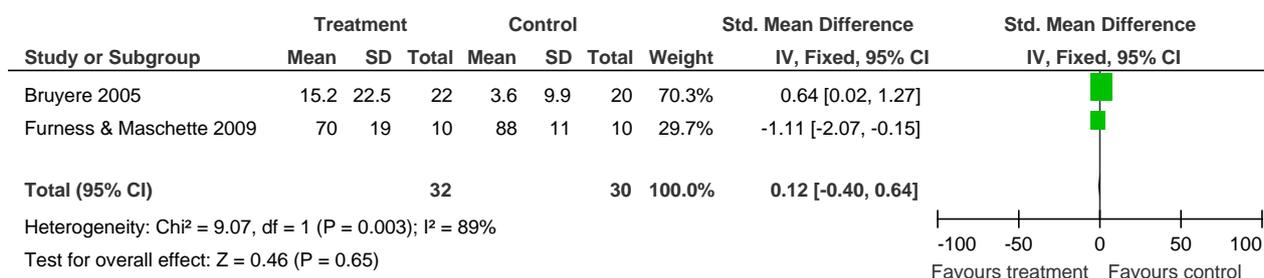
Mental health outcome in elderly



Vitality outcome in elderly



Pain outcome in elderly



General health outcome in elderly

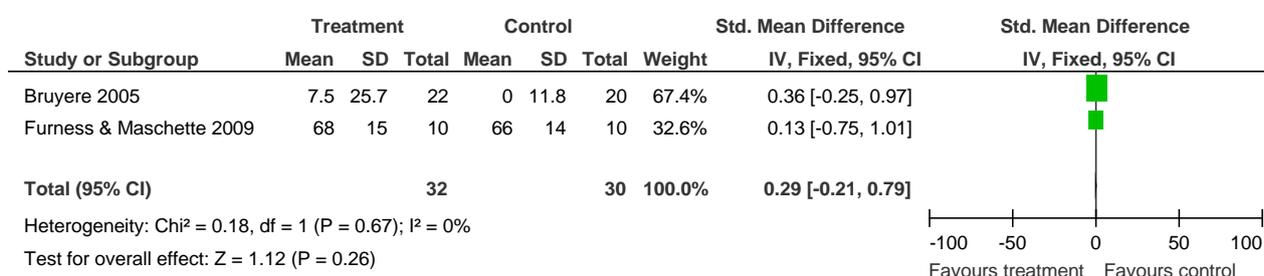


Figura 5: Forest Plot dos oito domínios avaliados pelo questionário SF 36 nos estudos englobados na metanálise

DISCUSSÃO

Algumas considerações metodológicas devem ser reconhecidas. Este estudo é um somatório de resultados individuais de ensaios clínicos randomizados e quase-randomizados e reflete a qualidade dos mesmos. Nesse sentido, cabe salientar a baixa qualidade metodológica dos ensaios clínicos selecionados, sendo a maioria sem cálculo de tamanho da amostra, descrição sobre sigilo ou método na randomização ou cegamento na análise dos desfechos.

Em todos os casos do desfecho força, a mensuração foi realizada por dinamometria isocinética, considerado um método de avaliação que fornece dados objetivos, alta sensibilidade, reprodutibilidade e especificidade para a mensuração da força e do equilíbrio de grupos musculares. Além disso, tal instrumento apresenta baixo custo e permite curto prazo para sua

realização. A avaliação da força isocinética é considerada o melhor método para se determinar o padrão funcional da força e do equilíbrio musculares, sabendo que o indivíduo realiza o esforço muscular máximo ou submáximo que se acomoda à resistência do aparelho³².

A estimativa após a combinação estatística dos ensaios apontou a existência de benefício para o desfecho força, sendo este favorável ao controle, conforme expresso pela forma gráfica, embora em todos os estudos, o intervalo de confiança tenha pelo menos tocado a linha de nenhum efeito (Figura 4).

Alguns estudos^{28, 31} não apresentam incremento do desfecho força com $p_{\text{valor}} < 0,05$. Apesar de possuir a melhor qualidade metodológica entre todos os estudos²⁸, ele possui a menor duração, com apenas 1,5 mês, tendo o restante dos estudos variando entre 02 e 12 meses. Sendo a WBV um treino inespecífico atuando num mecanismo que envolve adaptações fisiológicas de resposta lenta como é o caso do incremento de força, visando obtenção da resposta eficaz, sua duração provavelmente deve ser um pouco maior que a do treino específico, que se dá por volta de 1,5 e 2 meses. Como ainda não existe um protocolo específico para utilização da plataforma vibratória, foram incluídos os estudos com qualquer tempo de aplicação do treino, agudo ou crônico, sendo apenas estes últimos incluídos na metanálise, por supor que o desfecho força, caso existente, ocorreria apenas após um período crônico de treino.

Outra possível variação na resposta deste estudo²⁸ pode ter ocorrido pelas diferenças pré-existentes entre os grupos intervenção e controle. O desfecho força possui grandes disparidades, sendo a força prévia do grupo WBV = 270.0 ± 203.8 Newtons, contra 375.2 ± 253.8 Newtons do grupo controle. Mesmo considerando os valores de desvio padrão, há uma grande diferença em relação aos valores basais, o que poderia justificar a diferença final na resposta entre os dois grupos.

O segundo estudo³¹ não observa incremento da força em nenhum dos grupos estudados (vibração/caminhadas), quando avaliada a dinamometria, embora observe valores significativos

positivos quando avalia a velocidade em levantar da cadeira, a velocidade obtida em 4 metros de caminhada e na altura do salto vertical em relação ao pré-teste. Isto significa que embora os ganhos mensurados não tenham sido identificados de forma numérica, a capacidade funcional teve um incremento. Além disto, exercícios como caminhadas e vibração de baixa frequência resultam em atividade eletromiográfica de baixa à moderada amplitude, o que pode justificar a ausência de resultados na força isocinética, uma vez que esta requer uma alta atividade eletromiográfica³³.

Ainda neste estudo³¹, ao comparar os grupos caminhada e WBV entre si, foi observada melhora da força muscular associada às atividades diárias (andar, sentar ou subir degraus), essencial para a estabilidade postural⁵, enquanto o programa WBV melhorou a força explosiva do salto, associada a uma rápida contração muscular, importante para a previsão de quedas em idosos.

Os demais estudos^{6, 16, 25, 26, 27, 29, 30} trazem como resultado do desfecho força o seu aumento. Estes achados reforçam a teoria de que a WBV é uma alternativa que produz respostas adaptativas similares ao exercício de resistência⁴⁻⁸ promovendo incremento da força. Em teoria, a WBV melhoraria a eficiência neuromuscular por ativar de forma rápida os circuitos de resposta às mudanças de posição muscular e por promover ação direta sobre a contração, de forma que poderia aumentar o rendimento dos movimentos voluntários.

Na qualidade de vida, embora as médias tenham mostrado ganhos significativos pelo menos para o desfecho capacidade funcional, os gráficos para cada desfecho não deixam este resultado claro. Em um dos estudos³⁵ são grandes as diferenças entre as médias e desvios-padrão apresentados, o que interfere no resultado final gráfico. Já o segundo estudo³⁶ apresenta menores desvios, mas utilizou apenas 10 pacientes realizando o tratamento numa frequência de três vezes semanais. O pequeno número de indivíduos e o grande desvio-padrão não permite a visualização do diamante da metanálise (Figura 05).

A vibração mostrou-se um exercício com boa adesão dos idosos e sem potenciais efeitos adversos. A segurança das vibrações de baixa à moderada frequência é normatizada pela ISO 2631-1, 1997³⁴ e embora ainda não exista um protocolo de treinamento, todos os estudos apresentados mantiveram-se dentro dos parâmetros de segurança da norma tanto no tempo de exposição, quanto na frequência do aparelho.

CONCLUSÃO

Apesar do baixo rigor metodológico dos estudos, a análise quantitativa sugere que o treino de WBV é eficaz quanto ao incremento de força dos idosos, com bom poder estatístico, podendo servir como alternativa ao treinamento resistido, uma vez que não necessita de realização ativa. Sua aplicação é tecnicamente fácil e apresenta resultados positivos de forma relativamente rápida, sendo mais uma alternativa no arsenal terapêutico capaz de minimizar a redução da força em idosos. Quanto à interferência na qualidade de vida, a WBV mostrou-se eficaz apenas na melhora da capacidade funcional quando comparada ao controle, que é a base comparativa dos ensaios clínicos. A recomendação é que existe evidência para a aplicação da prática para os desfechos estudados, embora sejam necessários estudos que avaliem outros efeitos, como alteração nas funções cardíaca, respiratória e hormonal, uma vez que é um treinamento global que pode alterar a fisiologia de vários sistemas.

Potencial Conflito de Interesses

Não há conflito de interesse pertinente. Nenhum dos autores da presente revisão participou de nenhum dos estudos primários incluídos.

Vinculação Acadêmica

Este estudo foi apoiado pela FACEPE APQ 0821-4.08/08, pelo CNPq, pela CAPES PROCAD /NF 791/09.

REFERÊNCIAS

- 1 Erskine J, Smillie I, Leiper J. et al .Neuromuscular and hormonal responses to a single session of whole body vibration exercise in healthy young men. *Clin Physiol Funct Imag* 2007, 27: 242–248.
- 2 Pardo EM, Páez LC, Ramón PEA et al .Efectos agudos de las vibraciones mecánicas sobre el salto vertical. *Ed Fís y Dep* 2007,87:81-85.
- 3 Lora MH, Corrales B S, Páez LC et al .Effect of a whole body vibration session on the jump ability. *Ver int med cienc act fís depor* 2009, 9: 36.
- 4 Marqueta PM, Salillas IG, Medina JA .Efecto de las vibraciones mecánicas en el entrenamiento de fuerza. *Ed Fis y Dep.* 2007, 87: 73-80.
- 5 Bogaerts A, Delecluse C, Claessens AL et al .Effects of whole body vibration training on cardiorespiratory fitness and muscle strength in older individuals (a 1-year randomized controlled trial). *Age and Ageing* 2009, 38: 448–454.
- 6 Bogaerts A, Delecluse C, Claessens AL et al .Impact of Whole-Body Vibration Training Versus Fitness Training on Muscle Strength and Muscle Mass in Older Men: A 1-Year Randomized Controlled Trial. *J of Gerontol: Med Sci* 2007, 62A (n. 6): 630–635.
- 7 Cardinale M, Wakeling J .Whole body vibration exercise: are vibrations good for you? *Br J Sports Med* 2005, 39:585–589.
- 8 Melnyk M, Kofler B, Faist M et al .Effect of a Whole-Body Vibration Session on Knee Stability. *Int J Sports Med* 2008, 29: 839–844.
- 9 Lora MH, Corrales B S, Páez LC et al .Respuesta cardiovascular y respiratoria aguda derivada de la aplicación de estímulos vibratorios de diferente magnitud. *Apunts Med Esport* 2010, 45:23–30.
- 10 Cardinale M, Pope MH .The effects of whole body vibration on humans: dangerous or advantageous? *Acta Physiol Hung* 2003, 90:195-206.
- 11 Copley SJ .Lung Morphology in the Elderly: Comparative CT Study of Subjects over 75 Years Old versus Those under 55 Years Old. *Radiol* 2009, 2: 251-253.
- 12 Huang K .Age-dependent changes of airway and lung parenchyma in C57BL/6J mice. *J Appl Physiol* 2007, 102: 200-206.
- 13 Ernesto C, Bottaro M, Silva FM et al .Effects of different rest intervals on isokinetic muscle performance among older adults. *Rev Bras Fisioter* 2009, 13(1): 65-72.
- 14 Hunter GR, McCarthy JP, Bamman MM. Effects of resistance training on older adults. *Sports Med* 2004, 34:329–348.

- 15 Jordan MJ, Norris SR, Smith, DJ et al. Vibration training: an overview of the area, training consequences, and future considerations. *J Strength Cond Res* 2005, 19:459–466.
- 16 Roelants M, Delecluse C, Verschueren SM. Whole-body-vibration training increases knee-extension strength and speed of movement in older women. *J Am Geriatr Soc* 2004, 52:901–918.
- 17 Mikhael M, Orr R, Fiatarone MA .The effect of whole body vibration exposure on muscle or bone morphology and function in older adults: a systematic review of the literature. *Maturitas* 2010, 66(2):150-157.
- 18 Totosy JO, Giangregorio LM, Craven BC .Whole-body vibration as potential intervention for people with low bone mineral density and osteoporosis: a review. *J Rehabil Res Dev* 2009,46 (4):529-542.
- 19 Merriman, H.; Jackson, K. .The effects of whole-body vibration training in aging adults: a systematic review. *J Geriatr Phys Ther.*, : 32, n. 3, p.134-145, 2009.
- 20 De Ruiter CJ, Van Raak SM, Schilperoort JV et al .The effects of 11 weeks whole body vibration training on jump height, contractile properties and activation of human knee extensors. *Eur J Appl Physiol* 2003, 90: 595–600.
- 21 Delecluse C, Roelants M, Verschueren SM .Strength Increases after whole-body vibration compared with resistance training. *Med Sci Sports Exerc* 2003, 35:1033-1041.
- 22 De Ruiter CJ; Van Der Linden RM, Van Der Zijden MJA et al .Short-term effects of whole-body vibration on maximal voluntary isometric knee extensor force and rate of force rise. *Eur J Appl Physiol* 2003, 88: 472–475.
- 23 Slatkowska L, Alibhai SMH, Beyene J et al .Effect of whole-body vibration on BMD: a systematic review and meta-analysis. *Osteoporos Int* 2010, 21:1969–1980.
- 24 Higgins J, Green S (2008) *Cochrane's handbook for systematic reviews of interventions* version 5.0.1, cap 16. In: *The Cochrane Collaboration*. Via <http://www.cochrane-handbook.org>. Acesso em 10 Maio de 2011.
- 25 Kemmler W, Stengel S, Mayer S et al .Effect of whole-body vibration on neuromuscular performance and body composition for females 65 years and older: a randomized-controlled trial. *Scand J Med Sci Sports* 2012, 22 (1):119-127.
- 26 Rees SS, Murphy AJ, Watsford ML et al .Effects of Whole-Body Vibration Exercise on Lower-Extremity Muscle Strength and Power in an Older Population: A Randomized Clinical Trial. *Phys Ther* 2008, 88 (4): 462-470.
- 27 Verschueren SM, Roelants M, Delecluse C et al .Effect of 6-Month Whole Body Vibration Training on Hip Density, Muscle Strength, and Postural Control in Postmenopausal Women: A Randomized Controlled Pilot Study. *J of Bone And Min Res* 2004, 19 (3): 237-241.
- 28 Bautmans I, Hees E, Lemper J et al .The feasibility of whole body vibration in institutionalised elderly persons and its influence on muscle performance, balance and mobility: a randomised controlled trial. *BMC Geriatrics* 2005, 05(17): 723-725.

- 29 Silva RG, Andreotti R, Gehring PR et al. Efeito do treinamento vibratório na força e em testes funcionais em idosos fisicamente ativos. *Rev Bras Cineantropom Des Hum* 2009, 11(2):166-172.
- 30 Machado A, Garcia-lopez L, Gonzalez-gallego J et al .Whole-body vibration training increases muscle strength and mass in older women: a randomized-controlled trial. *Scand J Med Sci Sport* 2010, 20:200–207.
- 31 Raimundo AM, Gusi N, Tomas-carus P .Fitness efficacy of vibratory exercise compared to walking in postmenopausal women. *Eur J Appl Physiol* 2009, 106: 741–748.
- 32 Bohannon RW .Test-Retest Reliability of Hand-Held Dynamometry During a Single Session of Strength Assessment. *Phys Ther* 1986, 66(2):206-209.
- 33 Bosco C, Colli R, Introini E et al .Adaptive responses of human skeletal muscle to vibration exposure. *Clin Physiol* 1999, 19:183–187.
- 34 International Standards Organization: Mechanical Vibration and Shock - Evaluation of Human Exposure to Whole Body Vibration. Part 1: General Requirements. International Standard ISO 2631-1. International Standards Organization, Geneva, Switzerland, 1997.
- 35 Bruyere O, Wuidart MA, Di Palma E et al. Controlled whole body vibration to decrease fall risk and improve health-related quality of life of nursing home residents. *Arch Phys Med Rehabil* 2005; 86(2):303-307.
- 36 Furness TP, Maschette WE. Influence of whole body vibration platform frequency on neuromuscular performance of community-dwelling older adults. *J Strength Cond Res* 2009; 23(5):1508-1513.

Journal of the American Society Geriatrics

Qualis: A1 na área 21 da CAPES

Fator de impacto: 3.9

TÍTULO:

Treinamento com vibração de corpo inteiro como alternativa para melhorar os parâmetros ergoespirométricos em idosos: ensaio clínico controlado e randomizado

TÍTULO CURTO:

Plataforma vibratória melhora $VO_{2\text{máximo}}$

AUTORES:

Pessoa, Maíra Florentino* (Fisioterapeuta)

Sá, Rafaela Barros* (Fisioterapeuta)

Aguiar, Maria Inês Remígio* (MSc)

Brandão, Daniela Cunha* (PhD)

Rocha, Taciano Dias de Souza* (Fisioterapeuta)

Souza, Helga Cecília Muniz* (Fisioterapeuta)

Dornelas de Andrade, Armèle* (PhD)

* Laboratório de Fisioterapia e Fisiologia Cardiopulmonar, Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Fisioterapia, Pernambuco, Brasil.

Endereço para correspondência: Armèle Dornelas de Andrade, Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Fisioterapia, Av. Jornalista Anibal Fernandes, s/n, cidade universitária CEP:50.740-560

Fone: 55 81 2126 8496

E-mail: armeledornelas@yahoo.com

OBJETIVOS: Avaliar os efeitos da vibração de corpo inteiro (WBV) nos valores ergoespirométricos e força em idosos.

DESIGN: ensaio clínico controlado, randomizado e triplo-cego.

PARTICIPANTES: vinte e cinco idosos entre 65 e 74 anos, 11 homens e 14 mulheres, foram alocados nos grupos: Exercícios Resistidos (n=8), plataforma vibratória (WBV n=8) ou plataforma + resistência (n=9).

INTERVENÇÃO: Os grupos treinaram 2xsemana, 03 meses. O grupo Exercícios Resistidos realizou exercícios em aparelho fixo e *sham* para a plataforma. O grupo Plataforma realizou a plataforma e *sham* para resistência e o Plataforma+resistidos realizou as duas intervenções.

PARÂMETROS AVALIADOS: valores do volume de oxigênio (VO_2), volume de dióxido de carbono (VCO_2), ventilação minuto (VE), quociente respiratório (R), pulso de O_2 e as relações VE/VO_2 e VE/VCO_2 foram avaliados nos momentos máximo e limiares pela ergoespirometria, a força muscular foi aferida com handgrip. A comparação aconteceu no pós-treino.

RESULTADOS: Os grupos WBV aumentaram os valores ergoespirométricos em relação ao grupo Exercícios Resistidos no $VO_{2máx}$ (média \pm DP: $25,27 \pm 1,62$, $p=0,002$ no WBV e $25,26 \pm 3,20$, $p=0,001$ no WBV+resistência); no $VCO_{2máx}$ (média \pm DP: $28,18 \pm 1,80$, $p=0,005$ no WBV; $28,12 \pm 3,97$, $p=0,004$ no WBV+resistência). O percentual de uso da reserva cardíaca aumentou durante a WBV 48,4% contra 27,3% do grupo Resistidos, com $p=0,000$. Os dados de força de preensão palmar não mostraram diferenças entre os grupos.

CONCLUSÃO: Este estudo mostra que os dois grupos que utilizaram a plataforma vibratória aumentaram a força periférica e o VO_2 e VCO_2 , parâmetros ergoespirométricos que mensuram a capacidade de exercício, podendo ser considerado um método de treinamento para idosos.

Palavras-chave: plataforma vibratória, idosos e VO_2 .

INTRODUÇÃO

O envelhecimento é um processo dinâmico e progressivo, que promove diminuição da função de todos os sistemas¹. O decréscimo da função cardiopulmonar resulta em diminuição da tolerância ao exercício e dispnéia, com queda anual de 1% no consumo máximo de O₂ (VO_{2máx}), que limita a capacidade de exercício, transformando-se num processo progressivo e reduzindo a qualidade de vida, sendo a inatividade, mais que o envelhecimento por si só, a principal causa do declínio físico². O descondicionamento cardiopulmonar ocorre por redução da efetividade da bomba cardíaca, reduzindo a ejeção, e por alterações nos volumes pulmonares, enquanto o descondicionamento muscular resulta em perda de características de força, volume e explosão musculares³.

Para minimizar o descondicionamento, os exercícios resistidos aumentam força e massa muscular, enquanto os aeróbicos utilizam continuamente grandes grupos musculares intensificando o trabalho cardiopulmonar e a demanda de sangue oxigenado⁴. Em geral, treinamentos resistidos e aeróbicos são realizados separadamente, tendo os exercícios aeróbicos predileção por parte dos idosos, por não demandarem custos ou aprendizado e proporcionarem maior independência funcional.

Na década de 1970⁵, surgiu mais uma forma de treinamento, a vibração, que é proposta como alternativa que produz respostas adaptativas similares ao exercício resistido^{6,7} através da vibração do corpo inteiro ou *whole body vibration* (WBV), que estimula receptores cutâneos e fusos musculares provocando o reflexo tônico vibratório através de rápidas mudanças no comprimento da unidade músculo-tendínea⁸, sendo um exercício bem aceito pelos idosos, pois reduz os danos pela mobilização inadequada com pesos.

Perante a escassez de estudos sobre o efeito da WBV na função cardiopulmonar máxima, o objetivo deste estudo foi verificar os efeitos do treinamento em plataforma vibratória sobre este sistema e a força periférica de indivíduos idosos.

MÉTODOS

Trata-se de um ensaio clínico controlado, randomizado e triplo-cego. O projeto foi aprovado no Comitê de Ética e Pesquisa em Seres Humanos do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco, sob o número 060/11 e inserido no *Clinical Trial* NCT01538888, tendo os idosos assinado o termo de consentimento livre e esclarecido.

O cálculo amostral foi realizado a partir de um piloto com 05 pacientes para um poder ($1-\beta$) de 80% e um α de 5%, considerando os ganhos do Consumo máximo de Oxigênio ($VO_{2\text{ máx}}$) na ergoespirometria. A amostra delimitou um mínimo de 08 indivíduos para cada grupo. Foram selecionados 35 idosos de abril a dezembro de 2011, com os seguintes critérios de inclusão: idade entre 60 e 74 anos⁹, sedentários ou irregularmente ativos de acordo com o questionário IPAQ *short form*¹⁰ (*International Physical Activity Questionnaire*) e sem doenças referidas. Além disto, os indivíduos deveriam alcançar o primeiro limiar respiratório, considerado após atingir dois dos eventos: subida do quociente respiratório ($R=1,1$); perda de linearidade entre as curvas da ventilação (VE) e consumo máximo de oxigênio (VO_2), presença de platô de VO_2 ou de frequência cardíaca (FC) e aumento progressivo de $Pet\ O_2$ (volume de O_2 ao final da expiração).

Para exclusão, foram considerados: alteração dos valores no mini-exame do estado mental, segundo a versão correlacionada com a escolaridade: analfabetos: 13 pontos; menos de 08 anos estudos: 18 pontos; 08 anos ou mais de estudo: 26 pontos¹¹, além de tabagismo atual ou prévio, trombose, labirintite, diabetes, instabilidade hemodinâmica, obesidade, osteoporose, doenças neuromusculares, comorbidades pulmonares, doenças cardíacas, alterações eletrocardiográficas ao repouso ou exercício, ingestão de medicamentos para metabolismo ósseo/ muscular/ cronotropismo cardíaco e indivíduos com dificuldades de adaptação aos protocolos.

Os indivíduos foram randomicamente alocados em um dos 03 grupos através do software sorteio virtual Mais 2.0:

EXERCÍCIOS RESISTIDOS (n=8): composto por 04 homens e 04 mulheres que realizaram exercícios resistidos e um *sham* para WBV.

PLATAFORMA VIBRATÓRIA (n=8): composto por 03 homens e 05 mulheres que realizaram um *sham* para exercícios resistidos e treinamento para WBV.

PLATAFORMA VIBRATÓRIA+RESISTIDOS (n=9): composto por 04 homens e 05 mulheres que realizaram exercícios resistidos e WBV.

Os protocolos duraram 12 semanas consecutivas, duas vezes por semana, sendo precedidos e finalizados por 5 minutos de alongamentos ativos. Para adaptação, foram realizadas 03 séries de um minuto na plataforma, observando desconfortos durante 24 horas. Idêntica manobra foi realizada com o *sham*, estando a plataforma desligada.

Treinamento resistido: Realizado nos membros superiores (MMSS) e inferiores (MMII), num aparelho de musculação fixo Mega II da Movement[®]. O protocolo utilizou as diretrizes do *American College of Sports Medicine (ACSM)* para maiores de 60 anos, iniciando em duas séries de 08 repetições com 75% do peso de uma repetição máxima (RM)¹², considerando-se para cálculo da RM a contração voluntária máxima isométrica. As repetições foram incrementadas até duas séries de 12, finalizando com duas séries de 15. Os exercícios foram realizados nos grupos flexores e extensores do braço, antebraço, perna e coxa. O *sham* foi realizado com os mesmos movimentos sem carga.

Treinamento plataforma vibratória: Realizado com o indivíduo descalço¹³ para não amortecer os impulsos. Minimizando a transmissão axial à base do crânio, foi solicitada uma semi-flexão dos joelhos à 15°¹⁴, medida com goniômetro e a utilização de um apoio de calcâneo.. Foi utilizada a plataforma MY3 (Power Plate[®], MY3, Reino Unido) com frequência de 35 Hz, nos três eixos. Utilizou-se amplitude de 02 mm nas fases de adaptação e inicial, com incremento nas fases intermediária e final até 04 mm¹⁵. A duração inicial foi de 10 minutos, dividida em séries de 30 segundos. Respeitando os princípios do treinamento, após 15 dias, os

10 minutos foram divididos em 10 séries de 1 minuto. No segundo mês, o estímulo progrediu para 15 minutos, finalizando com 20 minutos. O tempo de descanso entre as séries permaneceu 01 minuto. A norma ISO 2631-1 estabelece o tempo de exposição à vibração, sendo 20 minutos um tempo seguro até para vibrações de alta intensidade.¹⁶ O *sham* foi realizado com a plataforma desligada e um aparelho de som reproduzindo o ruído da plataforma, uma vez que o estímulo vibratório não é visualmente perceptível¹⁵. Além disto, os indivíduos deste grupo não tinham contato com os que realizaram a plataforma de forma efetiva.

O fluxograma na Figura 1 mostra a distribuição dos indivíduos, sendo 04 excluídos por alterações eletrocardiográficas ao esforço e 06 por não finalizarem o protocolo. Não foi relatado desconforto com a plataforma.

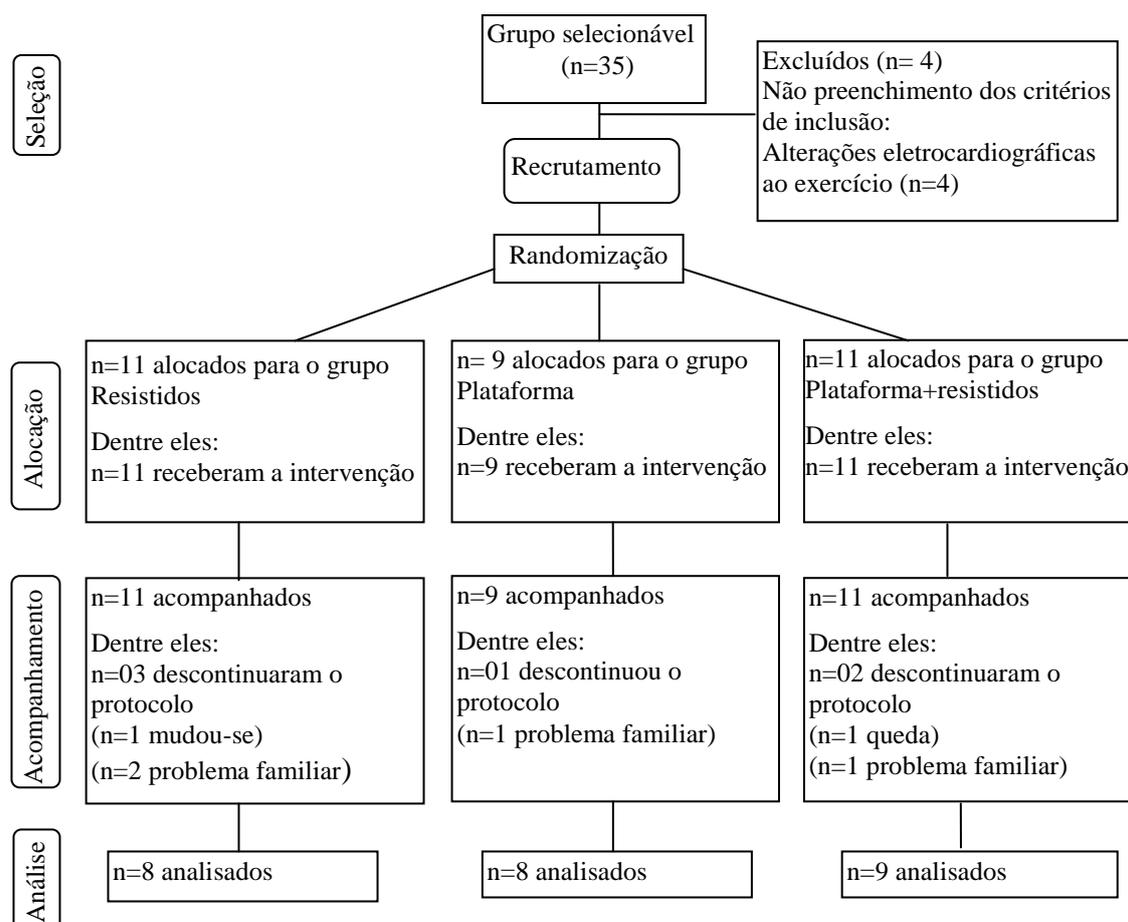


FIGURA 1: Fluxograma de Alocação dos Sujeitos no estudo

PROCEDIMENTOS

Foi realizada a avaliação dos sinais vitais com um esfigmomanômetro aneróide Premium[®] e um estetoscópio Littman Lightweight II. A saturação periférica de Oxigênio (SpO₂) e frequência cardíaca (FC) foram obtidos num oxímetro digital Ônix (Nonim, modelo 9500, USA). A avaliação antropométrica foi realizada numa balança com estadiômetro de haste móvel (W-300 A, Welmy, Belo Horizonte, Brasil), sendo calculado o índice de massa corpórea (IMC).

Seguiu-se a avaliação da função pulmonar e força respiratória para caracterização da amostra. A função foi avaliada com espirômetro portátil (MicroLoop, Micro Medical Ltd, Reino Unido), considerando os valores de referência adequados para a população estudada (Pereira, 2007)¹⁷, tendo o melhor valor registrado após três manobras de acordo com a *American Thoracic Society*. Para a força muscular inspiratória (PI_{máx}) e expiratória (PE_{máx}), foram realizadas três manobras sem variações superiores a 10% entre si, registrando o maior valor. A PI_{máx} foi mensurada a partir do volume residual e a PE_{máx} a partir da capacidade pulmonar total¹⁸ num manovacuômetro digital modelo MVD 300, MDI, Brasil.

O nível de exercício foi estadiado pelo IPAQ versão curta validado para o português, estratificando o nível de exercício. A avaliação da força manual foi realizada com hand grip da marca Jamar[®] (Enterprises Inc., Irvington, New York, USA) em três manobras de contração isométrica máxima na mão dominante, obtendo a média das três¹⁹, seguindo as diretrizes da posição número dois da *American Society of Therapists of the Hand* (ASHT).²⁰

Por depender da colaboração e compreensão das manobras e estímulos verbais, foi instituído o mini-exame do estado mental (MEEM) validado para a população brasileira, avaliando o grau de cognição¹¹. Segundo a regulamentação, foram considerados como pontos de corte valores abaixo de 13 pontos para analfabetos; 18 pontos para até 08 anos de escolaridade e 26 pontos ou mais para 08 anos ou mais de escolaridade.

Na avaliação ergoespirométrica foi realizado um teste máximo esforço-limitante numa esteira Centrium 300, Micromed, Brasil, utilizando o software ErgoPC Elite[®], acoplado a um eletrocardiógrafo Micromed, Brasil, com 11 canais com o Ergoespirômetro Cortex Metamax, Leipzig, Alemanha. A sala possuía ambiente iluminado, temperatura entre 20 e 24° C mantidos com ar-condicionado e umidade relativa medida por higrômetro Fischer[®].

O exame foi executado após tricotomia e limpeza torácica com álcool, colocação dos eletrodos de cloreto de prata com adesivo gel condutor nas seis derivações pré-cordiais principais e quatro periféricas, mais o eletrodo de referência, aferindo o eletrocardiograma de repouso. Foi acoplada uma máscara atóxica oronasal ajustada ao tamanho da face, impedindo vazamentos, com saída para um ventilômetro. Foi utilizado o protocolo de rampa²¹ aferindo a cada dois minutos a escala da dispnéia de Borg modificada, pressão arterial, SpO₂ e derivações eletrocardiográficas. O exame foi finalizado após atingir o limiar anaeróbico e após o pedido de interrupção feito pelo indivíduo, quando havia o decréscimo da inclinação ao 0° e da velocidade até a metade da máxima, com decréscimos sucessivos de 0,5 metros/segundo a cada 30 segundos, coletando ainda a pressão, sinais elétricos, FC e SpO₂ por 06 minutos, verificando eletrocardiograma no desaquecimento²².

A coleta dos valores foi feita respiração por respiração, no momento máximo e nos limiares anaeróbico e ponto de compensação respiratória, caso este fosse atingido. Os aparelhos de coleta foram calibrados diariamente²¹. Ao fim dos 03 meses do programa, foi coletada a FC imediatamente após a última sessão do treinamento nos 03 grupos a fim de calcular o percentual de uso da reserva cardíaca, que foi mensurado observando o aumento da FC e quanto percentualmente este aumento representava.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram considerados normais e homogêneos segundo os testes de Kolmogorov-Smirnov e Levene. O tipo de exercício foi considerada a variável independente e como variáveis dependentes foram consideradas as seguintes medidas: a força através da dinamometria; o percentual de uso da reserva cardíaca; o volume de Oxigênio (VO_2), volume de dióxido de Carbono (VCO_2), ventilação minuto (VE), quociente respiratório (R), pulso de O_2 e as relações VE/VO_2 e VE/VCO_2 avaliados nos momentos máximo e limiars pela ergoespirometria. Para todos estes parâmetros foram aplicados o teste one-way ANOVA com *post hoc* de Tukey entre grupos. O cálculo amostral foi realizado a partir de um piloto com 05 pacientes para um poder $(1-\beta)$ de 80% e um α de 5%, considerando os ganhos do $VO_{2\text{ máx}}$ na ergoespirometria. A amostra calculada foi de 08 indivíduos para os grupos Exercícios resistidos, Plataforma e Plataforma+resistidos, sendo utilizados 12 sujeitos por grupo, consideradas as perdas. Foi utilizado o SPSS na versão 15.0 para análise.

RESULTADOS

Dos 25 participantes, 08 foram alocados no grupo Exercícios Resistidos, 08 no grupo Plataforma Vibratória e 09 no Plataforma Vibratória+resistidos. A Tabela 1 mostra os valores que caracterizam a amostra.

TABELA 1: Variáveis Antropométricas, Função Pulmonar e Estado Mental dos Idosos na Fase Inicial com Valores Expressos em Média \pm Desvio-padrão

VARIÁVEL	Resistidos (n=8)	Plataforma (n=8)	Plataforma+resistidos (n=9)	p VALOR
Idade (anos)	68,2 \pm 2,4	66,4 \pm 2,6	64,9 \pm 2,8	0,378
Sexo (H/M)	04 / 04	03 / 05	04 / 05	0,635
IMC (kg/m ²)	22,1 \pm 1,2	23,7 \pm 2,1	22,5 \pm 1,9	0,843
FC (bpm)	76,3 \pm 5,4	80,1 \pm 4,1	77,9 \pm 3,6	0,451
FR (ipm)	16,2 \pm 3,1	17,6 \pm 2,1	16,8 \pm 3,8	0,892
SpO ₂ (%)	97,4 \pm 1,3	97,8 \pm 2,0	97,2 \pm 1,5	0,934
VEF ₁ (% predito)	80,4 \pm 3,2	81,6 \pm 3,8	80,6 \pm 2,0	0,839
CVF (% predito)	87,5 \pm 3,0	85,4 \pm 2,4	86,1 \pm 3,8	0,723
Relação VEF ₁ /CVF	90,1 \pm 3,6	92,6 \pm 4,0	90,3 \pm 3,5	0,632
PFE (% predito)	70,6 \pm 3,2	76,4 \pm 5,1	73,1 \pm 5,0	0,712
FEF _{25-75%} (% predito)	54,8 \pm 8,0	60,6 \pm 6,1	60,0 \pm 3,9	0,644
PI _{máx} (cmH ₂ O)	54,3 \pm 10,6	55,2 \pm 9,8	54,9 \pm 10,3	0,561
PE _{máx} (cmH ₂ O)	56,9 \pm 10,6	57,3 \pm 10,1	56,8 \pm 11,4	0,432
MEEM	28,0 \pm 1,0	27,0 \pm 2,0	28,0 \pm 1,0	0,736
Dinamometria (Kgf)	23,6 \pm 2,4	22,4 \pm 1,9	22,9 \pm 2,0	0,751

IMC: índice de massa corporal; FC: frequência cardíaca; FR: frequência respiratória, SpO₂: saturação periférica de oxigênio; VEF₁: volume expiratório forçado no primeiro segundo, CVF: capacidade vital forçada, PFE: pico de fluxo expiratório e FEF_{25-75%}: fluxo expiratório forçado entre 25% e 75%, bpm: batimentos por minuto, ipm: incurssões por minuto, PI_{máx}: pressão inspiratória máxima, PE_{máx}: pressão expiratória máxima, cmH₂O: centímetros de água e MEEM: mini-exame do estado mental, Kgf: quilograma-força.

Testes de Kolmogorov-Srminov e Levene

A análise da dinamometria utilizando o teste ANOVA one way com *post-hoc* de Tukey não mostrou resultados diferentes entre os grupos. O teste *t-student* mostrou ganhos significativos para os três grupos no pós-treino com os seguintes valores em média \pm desvio-padrão: grupo Resistidos $39, \pm 4,8$ ($p=0,03$); grupo Plataforma com $32,6 \pm 5,0$ ($p=0,04$) e grupo Plataforma+resistidos com $45,8 \pm 2,3$ ($p=0,02$).

Os dados ergoespirométricos mostraram baixos valores de VO_2 inicial para todos os grupos. Houve aumento nos grupos Plataforma e Plataforma+resistidos para VO_2 e VCO_2 durante o esforço máximo e o primeiro limiar, além do VE/VCO_2 máximo, todos em relação ao grupo Resistidos (Tabela 2). As demais variáveis não obtiveram alterações, nem foram observadas diferenças entre os grupos que utilizaram a plataforma.

TABELA 2: Dados Ergoespirométricos Entre os Grupos com Valores Expressos em Média \pm Desvio Padrão

VALORES	ANTES DO TREINAMENTO				DEPOIS DO TREINAMENTO				
	Resistidos (n=8)	Plataforma (n=8)	Plataforma + resistidos (n=9)	p	Resistidos (n=8)	Plataforma (n=8)	p*	Plataforma + resistidos (n=9)	p#
VO_2 máx (ml/kg/min ⁻¹)	18,3 \pm 2,7	19,1 \pm 2,4	19,8 \pm 4,4	0,68	19,9 \pm 2,7	25,2 \pm 1,6	0,00*	25,2 \pm 3,2	0,00#
VCO_2 máx(ml/kg/min ⁻¹)	20,4 \pm 4,6	21,7 \pm 1,8	24,1 \pm 6,2	0,27	21,3 \pm 5,1	28,1 \pm 1,8	0,00*	28,1 \pm 3,9	0,00#
VE/VO_2 máx	31,1 \pm 2,8	31,9 \pm 4,0	35,5 \pm 5,8	0,10	31,3 \pm 3,5	36,8 \pm 5,6	0,07	38,1 \pm 4,5	0,46
VE/VCO_2 máx	28,0 \pm 2,0	27,8 \pm 2,3	29,4 \pm 4,1	0,49	29,2 \pm 2,5	36,4 \pm 3,1	0,00*	34,6 \pm 2,2	0,00#
VE_{Max} (l/min)	46,2 \pm 10,4	41,1 \pm 6,3	51,1 \pm 14	0,18	42,1 \pm 6,2	47,4 \pm 6,3	0,79	50,1 \pm 21,7	0,58
$R_{máx}$	1,1 \pm 0,1	1,2 \pm 0,1	1,2 \pm 0,2	0,27	1,1 \pm 0,1	1,1 \pm 0,1	0,26	1,1 \pm 0,3	0,42
Pulso máx	8,8 \pm 2,3	8,2 \pm 1,2	10,9 \pm 5,3	0,26	9,5 \pm 2,7	9,5 \pm 0,5	1,00	10,8 \pm 2,1	0,26
VO_2 L1 (ml/kg/min ⁻¹)	16,9 \pm 2,1	15,8 \pm 3,5	16,7 \pm 3,4	0,48	18,0 \pm 2,6	25,7 \pm 5,1	0,00*	24,9 \pm 2,8	0,00#
VCO_2 L1 (ml/kg/min ⁻¹)	19,7 \pm 4,9	16,3 \pm 5,7	18,0 \pm 4,5	0,76	22,6 \pm 5,6	29,6 \pm 4,4	0,02*	26,7 \pm 3,7	0,04#
VE/VO_2 L1	24,7 \pm 6,1	24,6 \pm 4,8	26,9 \pm 5,5	0,41	22,6 \pm 6,5	25,9 \pm 5,8	0,56	24,5 \pm 6,7	0,87
VE/VCO_2 L1	27,3 \pm 1,5	26,1 \pm 3,3	27,2 \pm 3,2	0,62	29,0 \pm 2,0	32,0 \pm 2,8	0,05	29,6 \pm 2,4	0,13
VO_2 L2 (ml/kg/min ⁻¹)	17,0 \pm 0,2	16,4 \pm 3,5	20,6 \pm 5,4	0,49	20,8 \pm 1,3	23,4 \pm 2,4	0,56	20,9 \pm 3,4	0,99
VCO_2 L2(ml/kg/min ⁻¹)	23,7 \pm 2,5	18,4 \pm 3,7	24,7 \pm 10,1	0,56	21,1 \pm 3,9	33,6 \pm 4,3	0,06	24,8 \pm 3,0	0,68

VE/VO ₂ L2	29,3±12,8	28,3±4,4	27,1±2,7	0,29	25,1 ±1,7	25,1 ±2,6	1,00	26,8 ±6,0	0,89
VE/VCO ₂ L2	24,9±0,1	25,1±3,0	26,6±3,0	0,69	26,5 ± 0,2	31,1 ± 2,3	0,28	25,9 ± 3,8	0,96

p* = Plataforma versus Resistidos

p[#] = Plataforma +resistidos versus Resistidosteste ANOVA one way com *post-hoc* de Tukey

p<0,05

VO_{2máx}: consumo máximo de Oxigênio; VCO_{2máx}: volume de dióxido de Carbono; VE: ventilação pulmonar; Pulso: pulso de O₂; R: quociente respiratório; L1: primeiro limiar respiratório; L2: segundo limiar respiratório.

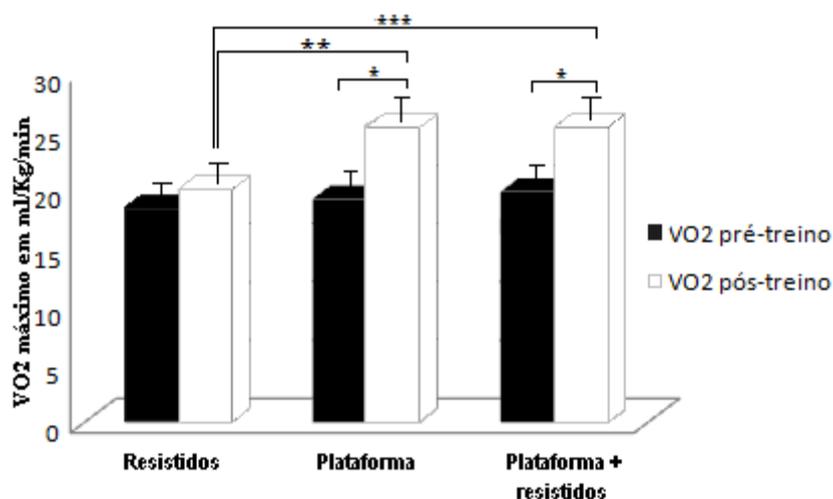


Figura 2: Resposta do VO_{2máx} ao treinamento, comparando os momentos inicial e final e entre os grupos

*p=0,003 **p=0,002 ***p=0,001

Teste ANOVA one-way *post-hoc* de Tukey

Quanto aos indivíduos que alcançaram o limiar 2, no momento inicial foram 09 (36%), sendo 03 do grupo Resistidos, 03 do grupo Plataforma e 03 do grupo Plataforma+resistidos. No momento final, observou-se aumento no número de indivíduos para 13 (52%) com p=0,04, com

este aumento tendo acontecido apenas nos grupos que realizaram a WBV, sendo 03 do grupo Resistidos, 05 do grupo Plataforma e 05 do grupo Plataforma+resistidos.

Valores significativos também foram encontrados no percentual de uso da reserva cardíaca no grupo plataforma. O grupo Exercícios Resistidos aumentou 27,3%, com médias de $32,70 \pm 11,95$ bpm, o grupo Plataforma aumentou 48,4%, com médias $56,41 \pm 13,43$ bpm ($p=0,00$) e o grupo Plataforma+resistidos aumentou 49,9%, com médias $59,3 \pm 10,11$ bpm ($p=0,00$).

DISCUSSÃO

Este estudo mostra que os dois grupos que utilizaram a Plataforma aumentaram a força periférica e o VO_2 e o VCO_2 , parâmetros ergoespirométricos padrão ouro na mensuração da capacidade de exercício, sendo considerado um método de treinamento para idosos, aliando os ganhos do treinamento resistido ao aeróbico.

Para o desfecho força, este estudo observou aumento após a utilização da Plataforma, resultado encontrado em diversos estudos²³⁻²⁶. Independente do treinamento utilizado, todos os grupos aumentaram a força muscular periférica, significando que a WBV possui a mesma eficácia que os treinamentos resistidos, sem promover desgaste articular por ser um exercício estático²⁷. Supõe-se que semelhante ao ocorrido em exercícios resistidos, a WBV promoverá adaptações no músculo, como aumento da ativação das unidades motoras, da excitabilidade para o movimento voluntário e reorganização neural,^{24,25} sendo os determinantes destas alterações o tipo, intensidade, duração e o período do treinamento.

A utilização da plataforma mostrou, neste estudo, efeitos benéficos nos valores ergoespirométricos, aumentando o VO_2 , que depende do débito cardíaco e da diferença arteriovenosa de O_2 ²⁷. Embora o exercício resistido também seja uma modalidade de treinamento, como não altera o débito cardíaco, não permitiu incremento do VO_2 , semelhante aos resultados encontrados no estudo de Alway²⁸ com 24 homens jovens e idosos.

O treinamento resistido aumenta a resistência, se realizado com cargas baixas, ou para aumentar a força, se realizado com grandes cargas e poucas repetições. Nesta situação, possui um componente isométrico que sobrecarrega a pressão arterial, causando a longo prazo hipertrofia cardíaca sem aumento das câmaras internas, a hipertrofia concêntrica, onde a contratilidade é alterada e o débito cardíaco mantido²⁹, praticamente não interferindo no VO_2 a menos que aumente substancialmente a massa muscular. O VO_2 inicialmente baixo dos idosos corrobora estudos de Fleg e Lakata³⁰, que mostraram progressiva relação inversa entre VO_2 e

idade após os 15 anos. A queda do VO_2 ocorre por redução do volume de ejeção, dificuldade de transição arteriovenosa, declínio na resposta adrenérgica cardíaca e depleção muscular. Visando reverter este processo, são instituídos programas de treinamento, buscando aumentar a carga de esforço a fim de que o VO_2 se adapte. A utilização dos exercícios resistidos apresenta resultados controversos quanto ao VO_2 . A maioria dos estudos que possuem efeitos benéficos sobre o condicionamento compara os momentos antes e depois do treino, grupos controle sem exercícios ou utilizam alta intensidade, gerando aumento de massa muscular³¹. Já os exercícios aeróbicos são consensuais em elevar o $\text{VO}_{2 \text{ máx}}$.

Em nosso estudo, a utilização da plataforma elevou o $\text{VO}_{2 \text{ máx}}$ quando comparado ao momento inicial e ao grupo Resistidos. Estes achados são idênticos aos de Bogaerts et al⁶ com 214 idosos, onde houve incremento do VO_2 de pico num teste ergométrico esforço-limitante em cicloergômetro. Eles observaram um grupo de WBV, um grupo de condicionamento aeróbico e um grupo sem intervenção durante um ano, verificando aumento da FC de reserva, do VO_2 de pico, do tempo para atingir o pico do exercício e da força muscular, sem diferenças entre os grupos WBV e aeróbico nestes parâmetros, tendo o grupo controle sem exercício reduzido a força muscular. Não foram encontrados estudos anteriores com este treinamento e as variáveis ergoespirométricas e os resultados obtidos no presente estudo mostram que mesmo períodos mais curtos de treinamento na WBV, otimizam a função cardiopulmonar.

Não se sabe ao certo qual mecanismo influi na melhoria da aptidão cardiopulmonar após a WBV. Sabe-se que esta modalidade de exercício aumenta o fluxo sanguíneo para os músculos que são submetidos a vibração, abrindo circulação colateral capilar e otimizando a função vascular³². Com isto, há redução da resistência vascular periférica e aumento do fluxo sanguíneo ao coração. Ao longo do tempo, isto possibilitaria a hipertrofia excêntrica, com aumento da câmara cardíaca e aumento do volume de ejeção sistólico e débito cardíaco, aumentando o VO_2 ³³.

A elevação do VO_2 e VCO_2 na WBV seria promovido por sua ação aeróbica⁶, exigindo trabalho contínuo das fibras oxidativas, aumentando tamanho e número de mitocôndrias e quantidade de mioglobina, auxiliando o rendimento do sistema enzimático e sua capacidade de gerar ATP mediante a fosforilação oxidativa dos lipídios, que é finalizada com CO_2 ³⁴, justificando o aumento deste parâmetro no nosso estudo. Além disso, alterações oxidativas aumentam o O_2 extraído do sangue, melhorando a capacidade do músculo treinado para utilizá-lo. Exercícios aeróbicos intensos submetem os músculos à oxidação lipídica a partir de 05 minutos do início da atividade³⁴ enquanto o reflexo tônico-vibratório produz contração contínua de grandes grupos aumentando gradualmente até um platô, atingido aproximadamente aos 30 segundos⁸.

Quanto ao aumento da relação entre a ventilação pulmonar e a produção de CO_2 (VE/VCO_2) ocorrida no nosso estudo, sabe-se que reflete um aumento substancial do esforço em direção ao segundo limiar respiratório²¹. À medida que o nível de esforço aumenta, o pH se reduz pela produção de lactato. Numa tentativa de compensação respiratória, a VE aumenta drasticamente, mais depressa que a produção de CO_2 , ajustando o pH. Esta compensação contra a acidose láctica resulta em um aumento de VE/VCO_2 , caracterizando o limiar O_2 , indicativo de melhor capacidade de exercício. Este resultado reforça que houve melhora na aptidão ao exercício, comprovada pelo aumento do número de indivíduos que atingiram o segundo limiar, passando de 09 para 13, ganho gerado apenas pelos grupos WBV.

Além disto, o ACSM, mostra incremento do VO_2 após um treinamento que utilize entre 40 e 85% da FC de reserva¹¹. Neste estudo, a FC de reserva na WBV aumentou em média 48,4%, resposta semelhante à encontrada no estudo de Cochrane³⁵ onde houve aumento da FC de reserva em 24 jovens e idosos submetidos à WBV na posição sentada. O aumento da FC ao exercício visa aumentar a contratilidade atrial e a velocidade de condução da onda gerada pelo nodo sinoatrial, independente da intensidade do esforço e do nível de condicionamento do indivíduo³⁶.

A elevação do $VO_{2\text{máx}}$ se faz importante por ser internacionalmente aceita como melhor parâmetro fisiológico para avaliar o rendimento durante o esforço, a capacidade funcional e quantificar o efeito do treinamento, além de ser um parâmetro que avalia a capacidade oxidativa durante trabalhos acima do metabolismo basal. Desta forma, a WBV mostra-se uma alternativa eficaz para treinar o um sistema cardiopulmonar e incrementar a capacidade de exercício.

LIMITAÇÕES

As limitações deste estudo reportam-se à carência em elucidar as causas do incremento do VO_2 . Seria útil a utilização do ecocardiograma a fim de verificar aumento das câmaras cardíacas ou da bioimpedância, caracterizando possível ganho de massa magra.

Por ser um treinamento inespecífico, também seria de interesse mensurar o tempo mínimo de subida do VO_2 , a fim de estipular o tempo mínimo de treinamento para obtenção de efeitos, além de reavaliar os indivíduos após um período, verificando por quanto tempo perduram os efeitos deste treinamento.

CONCLUSÃO

O treinamento com uso da plataforma vibratória mostrou ser útil aos idosos por agregar num só programa os treinamentos resistido e aeróbico. Esta efetividade aeróbica se traduziu através de ganhos no VO_2 , além de não ter sido relatado nenhum efeito adverso, e ter obtido altas taxas de adesão.

AGRADECIMENTOS

A autora agradece aos revisores deste trabalho nas pessoas de Patrícia Érika de Melo Marinho, Kátia Karina Monte, Shirley Lima Campos, Alberto Galvão de Moura Filho e Vanessa Regiane Resqueti, que contribuíram de forma significativa melhora deste trabalho.

Conflitos de interesse

Não há.

Contribuições dos autores:

A concepção da idéia foi responsabilidade de Arméle Dornelas de Andrade e Maíra Florentino Pessoa. Esta, juntamente com Rafaela Barros de Sá foram responsáveis pela triagem, treinamento e coleta de dados. Maria Inês Remígio Aguiar realizou as ergoespirometrias. Taciano Dias de Souza Rocha e Helga Cecília Muniz Souza auxiliaram no cegamento e avaliações. Daniela Cunha Brandão e Arméle Dornelas de Andrade auxiliaram na elaboração do manuscrito.

Financiamento

Este estudo foi apoiado pela concessão FACEPE APQ 0821-4.08/08, pelo CNPq, pela CAPES PROCAD /NF 791/09.

REFERÊNCIAS

1. Marti G, Parker MG, Thorslund M. Health Trends in the Elderly Population: Getting Better and Getting Worse. *Gerontol* 2007; 47 (2): 150-158.
2. Nelson ME, Rejeski WJ, Blair SN et al. Physical activity and public health in older adults: recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Circulation* 2007; 166(9): 1094-1105.
3. Kima J, Davenport P, Sapienza C. Effect of expiratory muscle strength training on elderly cough function. *Arch Gerontol Geriatric* 2009; 48(3): 361-366.
4. Lemmer JT, Ivey FM, Ryan AS et al. Effect of strength training on resting metabolic rate and physical activity: age and gender comparisons. *Med Sci Sports Exerc* 2001; 33 (4): 532-541.
5. Marqueta PM, Salillas IG, Medina JA. Efecto de las vibraciones mecánicas en el entrenamiento de fuerza. *Educ Fis Deport* 2007; 87: 73-80.
6. Bogaerts A, Delecluse C, Claessens AL et al. Effects of whole body vibration training on cardiorespiratory fitness and muscle strength in older individuals (a 1-year randomized controlled trial). *Age and Ageing* 2009; 38: 448-454.
7. Bogaerts A, Delecluse C, Claessens AL et al. Impact of Whole-Body Vibration Training Versus Fitness Training on Muscle Strength and Muscle Mass in Older Men: A 1-Year Randomized Controlled Trial. *J Gerontol* 2007; 62A (6): 630-635.
8. Cardinale M, Wakeling J. Whole body vibration exercise: are vibrations good for you? *Br J Sports Med* 2005; 39:585-589.
9. World health organization -WHO. Millenium Development Goals (MDGs), MDG 8: develop a global partnership for development, Geneva 2010.
10. Matsudo S, Araújo T, Marsudo V et al. Questinário internacional de atividade física (IPAQ): estudo de validade e reprodutibilidade no Brasil. *Rev Bras Ativ Fis Saúde* 2001; 6(2): 005-018.
11. Bertolucci PHF, Okamoto I, Brucki S et al. Applicability of the CERAD neuropsychological battery to brazilian elderly. *Separata. Arq Neuropsiquiatria* 2001; 59(3A): 532-536.

12. American College of Sports Medicine. American College of Sports Medicine Position Stand. Exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exerc* 1998; 30:992–2008.
13. Harazin B, Grzesik J. The transmission of vertical whole-body vibration to the body segments of standing subjects. *J Sound Vibrat* 1998; 215:775–787.
14. Abercromby AFJ, Amonette WE, Layne CS et al. Vibration exposure and biodynamic responses during whole-body vibration training. *Med Sci Sports Exerc* 2007; 39: 1794–1800.
15. Ruan XY, Jin FY, Liu YL et al. Effects of vibration therapy on bone mineral density in postmenopausal women with osteoporosis. *Chin Med J* 2008; 121: 1155–1158.
16. International Standards Organization: Mechanical Vibration and Shock - Evaluation of Human Exposure to Whole Body Vibration. Part 1: General Requirements. International Standard ISO 2631-1. International Standards Organization, Geneva, Switzerland, 1997.
17. Pereira CAC, Sato T, Rodrigues SC .New reference values for forced spirometry in white adults in Brazil. *J bras Pneumol* 2007; 33(4): 397-406.
18. Hill K, Jenkins SC, Philippe DL et al. Comparison of incremental and constant load tests of inspiratory muscle endurance in COPD. *Eur Respir J* 2007; 30: 479–486.
19. Figueiredo I, Sampaio RF, Mancini MC et al. Teste de força de preensão utilizando o dinamômetro Jamar. *Acta Fisiátrica* 2007; 14(2):104-10.
20. Mercier C, Bourbonnais D. Relative shoulder flexor and handgrip strength is related to upper limb function after stroke. *Clin Rehabil* 2004; 18: 215-221.
21. Winter AJ, Gitt AK, Fritsch J et al. Methodologic aspects of modern, computerized ergospirometry (CPX): ramp program, constant workload test and CO₂ rebreathing method. *Z Cardiol* 1994; 83: 013-026.
22. Garcia MA, Nascimento VH, Moraes JCTB. Improvement of gas exchange measurements in ergospirometry with the use of optimal filters for O₂ and CO₂ transducers. *Braz J Biomed Eng* 2007; 23(3):263-274.
23. Rubin C, Pope M, Fritton JC et al. Transmissibility of 15-hertz to 35-hertz vibrations to the human hip and lumbar spine: Determining the physiologic feasibility of delivering low-level anabolic mechanical stimuli to skeletal regions at greatest risk of fracture because of osteoporosis. *Spine* 2003; 28: 2621–2627.

24. Roelants M, Delecluse C, Verschueren S.M. Whole-body-vibration training increases knee-extension strength and speed of movement in older women. *J Am Geriatr Soc* 2004; 52: 901–908.
25. Delecluse C, Roelants M, Verschueren, S. Strength Increases after whole-body vibration compared with resistance training. *Med Sci Sports Exerc* 2003; 35: 033-041.
26. Machado A, Garcia-Lopez L, Gonzalez-Gallego J et al. Whole-body vibration training increases muscle strength and mass in older women: a randomized-controlled trial. *Scand J Med Sci Sport* 2010; 20: 200–207.
27. Poole DC, Barstow TJ, Gaesser GA. VO₂ slow component: physiological and functional significance. *Med Sci Sports Exerc* 1994; 26 (11):1354-1358
28. Alway SE, Coggan AR, Sproul MS et al. Muscle torque in young and older untrained and endurance-trained men. *J Gerontol* 1996; 51: 195–201.
29. Zdravkovic M, Vujusić-Tesic B, Krotin M et al. Echocardiography in sports cardiology: LV remodeling in athletes' heart — Questions to be answered. *Interv Med Appl Sci* 2011; 3(3): 120-123.
30. Fleg JL, Lakatta EG. Role of muscle loss in the age-associated reduction in VO₂ max. *J Appl Physiol* 1988; 65: 1147– 1151.
31. Dias RMR, Gurjão ALD, Marucci MFN. Benefícios do treinamento com pesos para aptidão física de idosos. *Acta Fisiatr* 2006; 13(2): 90-95.
32. Herrero AJ, Menendez H, Gil L et al. Effects of whole-body vibration on blood flow and neuromuscular activity in spinal cord injury. *Spinal Cord* 2011; 49(4): 554-559.
33. Kersch-Schindl K, Grampp S, Henk C et al. Whole-body vibration exercise leads to alterations in muscle blood volume. *Clin Physiol* 2001; 21: 377–382.
34. Almeida MB, Araujo CGS. Effects of aerobic training on heart rate. *Rev Bras Med Esporte* 2003; 9(2): 113-120.
35. Cochrane DJ, Sartor F, Winwood K et al. A comparison of the physiologic effects of acute whole-body vibration exercise in young and older people. *Arch Phys Med Rehabil* 2008; 89: 815–821.

36. Harber MP, Konopka AR, Douglass MD et al. Aerobic exercise training improves whole muscle and single myofiber size and function in older women *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 2009; 297(5): 1452-1459.

Journal of Aging and Physical Activity

Qualis: A1 na área 21 da CAPES

Fator de impacto: 1.5

TÍTULO:

Vibração de corpo inteiro e efeito do uso da plataforma vibratória na cinemática da caixa torácica, força dos músculos respiratórios e repercussões na qualidade de vida em idosos: ensaio clínico controlado e randomizado

AUTORES:

Pessoa, Maíra Florentino* (PT)

Sá, Rafaela Barros* (PT)

Brandão, Daniela Cunha*(PhD)

Rocha, Taciano Dias de Souza* (PT)

Souza, Helga Cecilia Muniz* (PT)

Dornelas de Andrade, Arméle* (PhD)

* Laboratório de Fisioterapia e Fisiologia Cardiopulmonar, Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Fisioterapia, Pernambuco, Brasil.

Endereço para correspondência: Arméle Dornelas de Andrade, PhD, Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Fisioterapia: Av. Jornalista Anibal Fernandes, s/n, cidade universitária CEP:50.740-560

Phone: 55 81 2126 8496

E-mail: armeledornelas@yahoo.com

RESUMO

OBJETIVO: Examinar os efeitos do treinamento com vibração de corpo inteiro (WBV) e treinamento resistido na cinética tóraco-abdominal através da pletismografia opto-eletrônica (POE), na força respiratória ($PI_{m\acute{a}x}$ e $PE_{m\acute{a}x}$), na força periférica e na qualidade de vida em idosos. **MÉTODOS:** Trata-se de um ensaio clínico controlado, randomizado e triplo-cego, onde participaram 25 idosos distribuídos em um dos três grupos: Exercícios Resistidos (n=8); Plataforma (n=8) e Plataforma+resistidos (n=9) que realizaram treinamento ou sham para exercício resistido ou plataforma. Foram mensuradas: força de preensão palmar, $PI_{m\acute{a}x}$, $PE_{m\acute{a}x}$, os valores da variação regional dos volumes da caixa torácica através da POE durante a respiração tranquila e a capacidade inspiratória (CI), além da qualidade de vida através do questionário SF36. **RESULTADOS:** Após o treinamento, a $PI_{m\acute{a}x}$ e $PE_{m\acute{a}x}$ aumentaram nos grupos Plataforma e Plataforma+resistidos em relação ao grupo Resistidos (p=0,00 em ambos os grupos nas duas variáveis). Através da análise da POE, foram observados aumento da CI (p=0,00) e dos volumes regionais da caixa torácica nos compartimentos da caixa torácica pulmonar (p=0,02 no grupo plataforma e p=0,03 no grupo Plataforma+resistidos) e caixa torácica abdominal (p=0,04 no grupo plataforma e p=0,04 no grupo Plataforma+resistidos), e também melhora nos escores do SF36 referentes à capacidade funcional, aspectos físicos, vitalidade, estado geral da saúde e dor. **CONCLUSÃO:** Este estudo mostra que a plataforma vibratória é um método de treinamento que melhora a força respiratória e a distribuição dos volumes compartimental da caixa torácica dos idosos e que o aumento destas variáveis interfere positivamente na qualidade de vida.

Palavras-chave: vibração de corpo inteiro, idosos, $PI_{m\acute{a}x}$, pletismografia optoeletrônica e SF36

INTRODUÇÃO

O envelhecimento afeta a performance muscular pela sarcopenia e a aptidão respiratória pela alteração dos volumes pulmonares, modificando-os. O volume residual (VR) encontra-se elevado pelas mudanças elásticas e hiperinsuflação, elevando a capacidade residual funcional (CRF), o que reduz o volume corrente e a capacidade vital (CV) a partir dos 50 anos, restando apenas 40% da capacidade original por volta dos 70 anos.¹ A queda da CV está relacionada à diminuição da força respiratória e do tônus muscular abdominal, que provoca protrusão abdominal e desfavorecimento da relação comprimento e tensão, diminuindo ainda mais a força transdiafragmática.²

A diminuição dos volumes e a redução da excursão do diafragma nos idosos motivam a utilização de músculos não especializados, os acessórios da respiração, condição que é tolerada em situações basais, embora não seja suficiente para suprir situações de maior demanda ventilatória, causando dispnéia aos esforços e descondicionamento³.

Várias são as modalidades de treinamento físico que buscam a melhoria da capacidade funcional e dentre elas, a vibração, que surgiu na União Soviética em 1970⁴. Desde então, ela evoluiu do aparelho com ação segmentar para a plataforma vibratória, com ação no corpo inteiro, a *Whole Body Vibration* (WBV), que através da estimulação de receptores cutâneos e fusos musculares, gera respostas de reflexo tônico vibratório, como um estímulo alternativo ao exercício resistido⁵.

Estudos recentes sugerem que a WBV aumenta a força muscular nos idosos e tem sido aplicada na sarcopenia⁶, principal causa da diminuição da força neste grupo, embora ainda não se saiba quais são seus efeitos sobre a força respiratória. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos da WBV na força periférica, na força inspiratória ($PI_{máx}$) e expiratória ($PE_{máx}$), nos volumes pulmonares através das pletismografia optoeletrônica, bem como na qualidade de vida após um treinamento em idosos.

MÉTODOS

Trata-se de um ensaio clínico controlado, randomizado com sigilo de alocação e triplo-cego, onde participaram 35 idosos da cidade do Recife, realizado de abril a dezembro de 2011. O tamanho da amostra foi calculado partindo de um piloto com 05 indivíduos em cada grupo considerando os ganhos de 30% na capacidade inspiratória (CI) na pletismografia, delimitando sete indivíduos em cada grupo. O cálculo amostral considerou dois graus de liberdade, com um poder ($1-\beta$) de 80% e um α de 5% no 3.1[®] (*Behavior Research Methods, Instruments, & Computer*, Universität Kiel, Alemanha).

A amostra foi selecionada a partir dos seguintes critérios de inclusão: idade entre 60 e 74 anos⁷, sedentários ou irregularmente ativos de acordo com o questionário *International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) short form*⁸ e sem doenças auto-referidas. Foram considerados com critérios de exclusão: tabagismo atual ou prévio, hérnia discal, trombose, labirintite, diabetes, instabilidade hemodinâmica classificada com pressão sistólica maior que 140 mmHg ou diastólica maior que 90 mmHg, obesidade em qualquer grau, osteoporose, doenças neuromusculares, comorbidades pulmonares, doenças cardíacas, ingestão de medicamentos que afetassem o metabolismo ósseo/ muscular e os indivíduos com dificuldades de adaptação a qualquer dos protocolos.

A aprovação no Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco foi registrada sob o número 060/11 e os idosos assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. O projeto foi registrado no *Clinical Trial* ainda aguardando protocolo.

Os idosos foram divididos em 03 grupos alocados de forma aleatória através do software livre Sorteio Virtual Mais 2.0:

GRUPO EXERCÍCIOS RESISTIDOS (n=8): os indivíduos realizaram exercícios resistidos e *sham* para plataforma vibratória.

GRUPO PLATAFORMA VIBRATÓRIA (n=8): os indivíduos realizaram *sham* para exercícios resistidos e treinamento para WBV.

GRUPO PLATAFORMA+RESISTIDOS (n=9): os indivíduos realizaram os dois treinamentos.

O treinamento teve duração de 12 semanas consecutivas, com frequência de duas vezes semanais, com sessões de aproximadamente 90 minutos, sendo precedidos e finalizados por 5 minutos de alongamentos ativos.

O treinamento resistido foi realizado em aparelho de musculação fixo Mega II da Movement[®], conforme diretrizes do *American College of Sports Medicine (ACSM)* para idosos, trabalhando com 75% de uma repetição máxima (RM). Inicialmente foram realizadas 02 séries de 08 repetições, progredindo para 02 séries de 12 repetições e finalizando com 02 séries de 15 repetições⁹. Os pesos foram reavaliados a cada 15 dias e foram treinados os grupos flexores e extensores dos braços, antebraços, pernas e coxas. Para o *sham* utilizaram-se os mesmos movimentos sem carga.

O treinamento em WBV foi realizado na plataforma MY3 (Power Plate[®], MY3, United Kingdon) com frequência de 35 Hz. O indivíduo permaneceu descalço para não amortecer os impulsos e com os joelhos semi-fletidos a 15° medidos através do goniômetro, para minimizar a transmissão axial à base do crânio¹⁰. A amplitude nas fases de adaptação e primeiro mês foi de 02 mm, aumentando no segundo e terceiro meses para 04 mm. No primeiro mês, a duração inicial foi de 10 minutos, divididas em séries de 30 segundos. Ao final do primeiro mês, a duração permaneceu em 10 minutos, divididos em séries de um minuto. No segundo mês, a duração foi de 15 minutos e no terceiro mês, foi de 20 minutos. O tempo de descanso entre as séries foi de 01 minuto, sendo este tempo considerado seguro segundo a norma ISO 2631-1 para expor-se à vibração¹¹. Foram realizadas 03 séries de um minuto na WVB para adaptação, sendo a mesma manobra realizada no *sham*, com a plataforma desligada e um aparelho de som reproduzindo seu ruído¹⁴.

A Figura 1 mostra o fluxograma do estudo, onde pode ser observada a distribuição dos indivíduos nos grupos, sendo 04 excluídos por não preencherem os critérios de inclusão e 06 por não finalizarem o tratamento. Nenhuma desistência foi ocasionada pela plataforma.

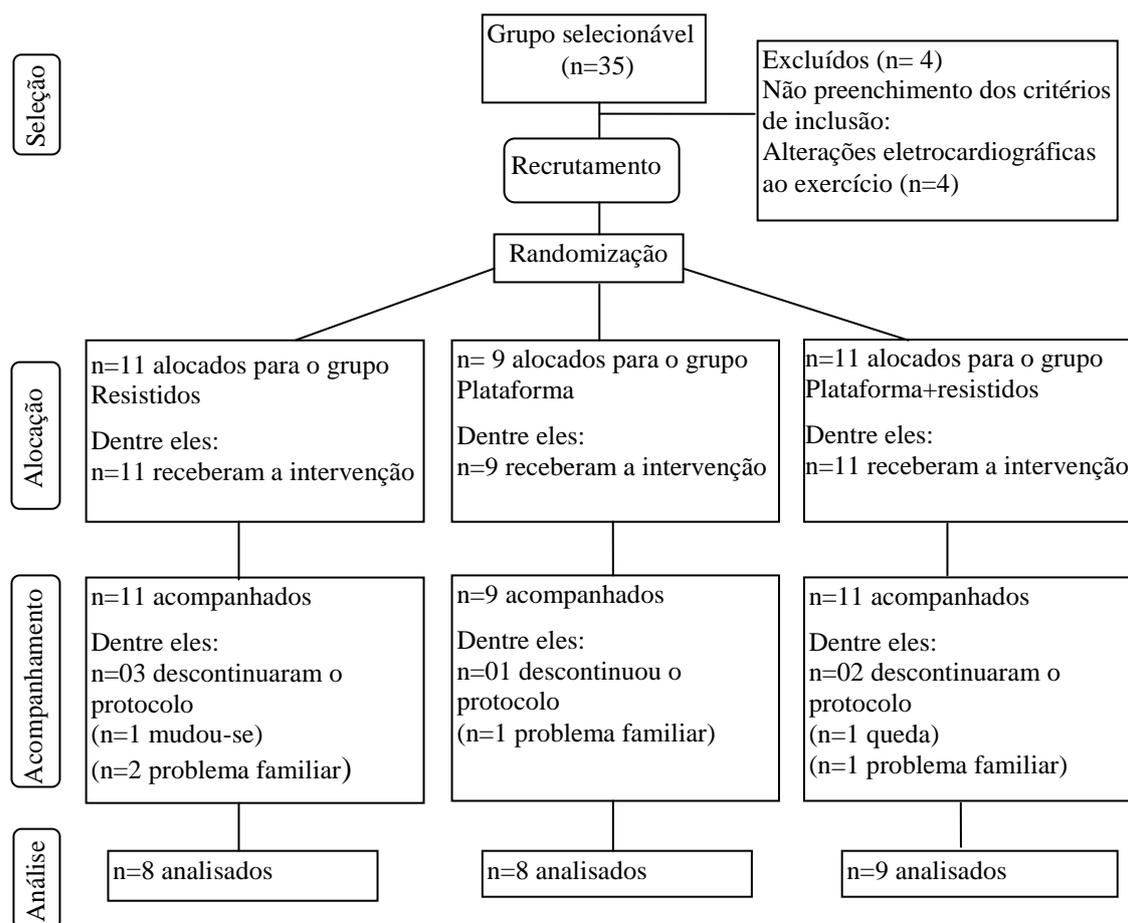


FIGURA 1: Fluxograma de Alocação dos Sujeitos no estudo

PROCEDIMENTOS

Durante a avaliação inicial, foram aferidos os sinais vitais, dados antropométricos e oximetria de pulso. A pressão arterial foi obtida a partir de um esfigmomanômetro aneróide Premium® e um estetoscópio Littman Lightweight II. A saturação periférica de Oxigênio (SpO₂), e frequência cardíaca (FC) foram mensuradas pelo oxímetro digital (Onyx, Nonim, EUA, modelo 9500). As

variáveis antropométricas foram obtidas a partir de uma balança com estadiômetro (W-300 A, Welmy, Belo Horizonte).

A avaliação da função pulmonar foi realizada com espirômetro portátil (MicroLoop, Micro Medical Ltd, Reino Unido) calibrado diariamente, considerando o melhor valor após três manobras segundo a *American Thoracic Society*, com valores de referência para a população brasileira de acordo com Pereira, 2007¹². Para aferir a força muscular inspiratória ($PI_{m\acute{a}x}$) e expiratória ($PE_{m\acute{a}x}$), foram realizadas três manobras sem vazamentos, numa boquilha de 05 cm com orifício lateral de 02 mm de diâmetro para escape aéreo, reduzindo a ação dos músculos bucinadores, registrando o maior valor absoluto, sem variações superiores a 10% entre as manobras. Os valores da $PI_{m\acute{a}x}$ foram obtidos a partir do volume residual e os da $PE_{m\acute{a}x}$ a partir da capacidade pulmonar total,¹⁴ num manovacuômetro digital modelo MVD 300, MDI, Brasil, com o sujeito sentado confortavelmente, fazendo uso do clip nasal e recebendo instruções padronizadas de incentivo.

Foi utilizado o mini-exame do estado mental (MEEM) corrigido pela escolaridade, com pontos de corte valores abaixo de 13 pontos para analfabetos; 18 pontos para até 08 anos de escolaridade e 26 pontos ou mais para 08 anos ou mais de escolaridade¹⁵, por necessitar de responder questionários e comando verbal. Os pontos de corte foram delimitados segundo a escolaridade: analfabetos: 13 pontos; 08 anos incompletos de escolaridade: 18 pontos; 08 anos ou mais de escolaridade: 26 ou mais pontos. O nível de exercício foi estadiado pelo IPAQ validado para a língua portuguesa, na versão curta⁸, estratificando o nível de exercício e verificando mudanças no padrão de atividade física. A avaliação da qualidade de vida foi realizada pelo questionário SF 36¹⁶ seguindo o escore da *Raw Scale* e *Scale Range* para a pontuação. A força manual periférica foi medida pela dinamometria da mão dominante verificando a média de três manobras, com hand grip da marca Jamar[®] (Enterprises Inc.,

Irvington, New York, USA). A manobra seguiu as diretrizes da posição número dois da *American Society of Therapists of the Hand* (ASHT)¹⁷.

A Pletismografia Optoeletrônica - POE (ELITE system, BTS, Milan, Italia) foi utilizada para avaliação tricompartimental dos volumes da caixa torácica de maneira não-invasiva. Foram fixados 89 marcadores de 6mm, 79 hemisféricos e 10 esféricos, reflexivos à luz infravermelha aderidos ao tronco despido¹⁸ com fita adesiva antialérgica, distribuídos 07 linhas horizontais e 05 verticais pré-definidas na região entre as clavículas e o púbis segundo protocolo de Aliverti 2003¹⁹. Foram distribuídas quatro câmeras anteriormente e quatro posteriormente ao indivíduo sentado, para captação do reflexo dos marcadores e seu deslocamento ântero-posterior.

Os marcadores geraram um modelo geométrico da superfície torácica através de coordenadas tri-dimensionais que dividem o tronco em três compartimentos: caixa torácica pulmonar (*Rib Cage Pulmonary* – RCp) que é a área da caixa torácica em contato com os pulmões; caixa torácica abdominal (*Rib Cage Abdominal* – Rca) que é a área da caixa torácica em contato com o diafragma e o abdômen (AB), região imediatamente inferior ao diafragma²⁰. Foram analisadas as variações de volume em cada um destes compartimentos durante três minutos de respiração em repouso ou *quiet breathing* (QB), após isto, foram realizadas três manobras de capacidade vital lenta com um minuto de repouso entre cada uma delas. O POE foi calibrado diariamente, antes das coletas.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para análise da normalidade e homogeneidade da amostra foram utilizados os testes de Kolmogorov-Smirnov e Levene. Para os valores da força muscular periférica, foi utilizado o teste *t-student* para comparação dos momentos inicial e final. Foi aplicado o teste one-way ANOVA com *post hoc* de Tukey entre grupos após a intervenção e foi calculada a correlação de Pearson entre as variáveis das capacidades inspiratórias na Pletismografia e a $PI_{máx}$, utilizando o

SPSS 15.0 para análise. A variável independente foi o tipo de exercício, sendo as variáveis dependentes as seguintes medidas: a força de preensão palmar através da dinamometria; a força inspiratória e expiratória através da manovacuometria, pontuação da qualidade de vida nos domínios: capacidade funcional, aspectos físicos, vitalidade, estado geral da saúde, dor, aspectos emocionais, aspectos sociais e saúde mental, nos valores pletismográficos: variação do volume no compartimento torácico pulmonar (V_{ctp}); variação do volume no compartimento torácico abdominal (V_{cta}); variação do volume no compartimento abdominal (V_{Ab}); porcentagem de contribuição da caixa torácica pulmonar ($\%ctp$); porcentagem de contribuição da caixa torácica abdominal ($\%cta$); porcentagem de contribuição do abdômen ($\%Ab$); tempo inspiratório e expiratório. Estes dados foram observados durante a variação do volume corrente (VC) e a variação da capacidade inspiratória (CI).

RESULTADOS

Dos 25 participantes, 08 foram alocados no grupo Exercícios Resistidos, 08 no grupo WBV e 09 no grupo WBV+resistidos. O nível de exercício estadiado pelo IPAQ mostrou 82% dos idosos sedentários e 18% irregularmente ativos tipo A, realizando atividades esporádicas sem atingir os critérios de recomendação quanto à frequência de 05 vezes por semana ou quanto à duração de 150 minutos semanais.

Na Tabela 1 são verificadas as variáveis antropométricas e espirométricas, que caracterizam a amostra.

TABELA 1: Variáveis Antropométricas, Espirométricas e do MEEM com Valores Expressos em Média \pm Desvio-padrão

VARIÁVEL	VALORES PRÉ-TREINAMENTO			p valor
	Resistidos (n=8)	Plataforma (n=8)	Plataforma+ resistidos (n=9)	
Sexo (H/M)	04/04	03/05	04/05	0,63
Idade (anos)	68,2 ± 2,4	66,4 ± 2,6	64,9 ± 2,8	0,45
IMC (kg/m ²)	22,1 ± 1,2	23,7 ± 2,1	22,5 ± 1,9	0,89
FC (btm)	76,3 ± 5,4	80,1 ± 4,1	77,9 ± 3,6	0,59
FR (ipm)	16,2 ± 3,1	17,6 ± 2,1	16,8 ± 3,8	0,83
SpO ₂ (%)	97,4 ± 1,3	97,8 ± 2,0	97,2 ± 1,5	0,87
VEF ₁ (% predito)	80,4 ± 3,2	81,6 ± 3,8	80,6 ± 2,0	0,63
CVF (% predito)	87,5 ± 3,0	85,4 ± 2,4	86,1 ± 3,8	0,64
RELAÇÃO VEF1/CVF	90,1 ± 3,6	92,6 ± 4,0	90,3 ± 3,5	0,53
PFE (% predito)	70,6 ± 3,2	76,4 ± 5,1	73,1 ± 5,0	0,62
FEF ₂₅₋₇₅ (% predito)	54,8 ± 8,0	60,6 ± 6,1	60,0 ± 3,9	0,39
MEEM	28,0 ± 1,0	27,0 ± 2,0	28,0 ± 1,0	0,73
Dinamometria (Kgf)	23,6 ± 2,4	22,4 ± 1,9	22,9 ± 2,0	0,75

IMC: índice de massa corpórea; FC: frequência cardíaca; bpm: batimentos por minuto; FR: frequência respiratória; ipm: incursões por minuto; SpO₂: saturação periférica de oxigênio; VEF₁: volume expiratório forçado no primeiro segundo, CVF: capacidade vital forçada, PFE: pico de fluxo expiratório; FEF₂₅₋₇₅: fluxo expiratório forçado entre 25% e 75%; MEEM: mini-exame do estado mental; Kgf: quilograma-força.

p<0,05 e Teste Kolmogorov-Smirnov e Levene

A força de prensão palmar obteve aumentos similares nos três grupos, utilizando o teste ANOVA one way com *post-hoc* de Tukey, sem diferença estatísticas entre os grupos. O teste *t-student* mostrou ganhos significativos para os três grupos no pós-treino em relação aos valores iniciais, com as seguintes média ±desvio-padrão: grupo Resistidos 39,± 4,8 (p=0,03); grupo Plataforma com 32,6 ± 5,0 (p=0,04) e grupo Plataforma+resistidos com 45,8 1 ± 2,3 (p=0,02).

A Tabela 2 mostra as variações das pressões respiratórias e as variações em cada domínio do questionário SF 36, com os domínios referentes ao aspecto físico apresentando aumento.

Não foram observadas variações nos aspectos sociais, emocionais e saúde mental entre os grupos e nem valores diferenças entre os grupos que realizaram a WBV.

Tabela 2: Variáveis da Força respiratória e Qualidade de Vida Antes e Depois do Treinamento com Valores Expressos em Média± Desvio-Padrão

VARIÁVEL	VALORES PRÉ-TREINAMENTO				VALORES PÓS-TREINAMENTO				
	Resistidos (n=8)	Plataforma (n=8)	Plataforma + resistidos (n=9)	p valor	Resistidos (n=8)	Plataforma (n=8)	*p	Plataforma + resistidos (n=9)	#p
PI _{Máx} (cmH ₂ O)	54,3 ± 10,6	55,2 ± 9,8	54,9 ± 10,3	0,56	55,7 ± 11,1	88,8 ± 4,4	0,00*	89,3 ± 6,4	0,00#
PE _{máx} (cmH ₂ O)	56,9 ± 10,6	57,3 ± 10,1	56,8 ± 11,4	0,43	57,8 ± 9,9	84,7 ± 5,0	0,01*	89,7 ± 4,9	0,00#
Capacidade funcional	54,5±14,3	48,6±16,7	52,2 ± 9,7	0,32	54,5 ± 8,1	86,2 ± 4,7	0,04*	93,5 ± 5,3	0,03#
Aspectos físicos	24,6±17,7	31,9±9,6	22,8±10,9	0,10	60,5 ± 2,9	89,0 ± 3,6	0,04*	86,6 ± 4,9	0,04#
Dor	53,8±9,5	57,5±13,1	51,6±10,2	0,30	25,9 ± 4,1	14,4 ± 4,8	0,04*	15,1 ± 3,7	0,04#
Estado geral da saúde	37,0±4,8	22,9±10,3	24,4±4,6	0,09	71,4 ± 5,7	81,8 ± 3,2	0,04*	89,6 ± 4,8	0,04#
Vitalidade	23,3±9,1	28,6±7,3	29,7±10,9	0,18	82,8 ± 3,0	96,0 ± 3,1	0,03*	95,1 ± 2,8	0,03#
Aspectos sociais	40,9±13,0	30,6±12,9	42,1±9,9	0,12	86,7 ± 4,8	93,4 ± 3,8	0,36	89,9 ± 4,6	0,48
Aspectos emocionais	63,0±17,8	55,6±23,7	70,1±21,3	0,37	92,6 ± 7,0	89,3 ± 4,0	0,42	96,3 ± 3,5	0,17
Saúde mental	86,3±24,3	87,5±9,3	85,1±13,2	0,76	90,1 ± 2,6	87,6 ± 5,7	0,89	90,0 ± 3,2	0,92

*p: Plataforma versus Resistidos

#p: Plataforma+resistidos versus Resistidos.

PI_{máx}: pressão inspiratória máxima; PE_{máx}: pressão expiratória máxima; cmH₂O: centímetros de água;

p<0,05 Teste ANOVA one way com *post-hoc* de Tukey

Na Figura 2 são mostrados os valores das pressões inspiratória e expiratória. A força muscular respiratória apresentou ganhos significativos nos valores da PI_{máx} e da PE_{máx} nos grupos Plataforma e Plataforma+resistidos, não sendo observadas diferenças significativas entre os grupos que utilizaram a vibração.

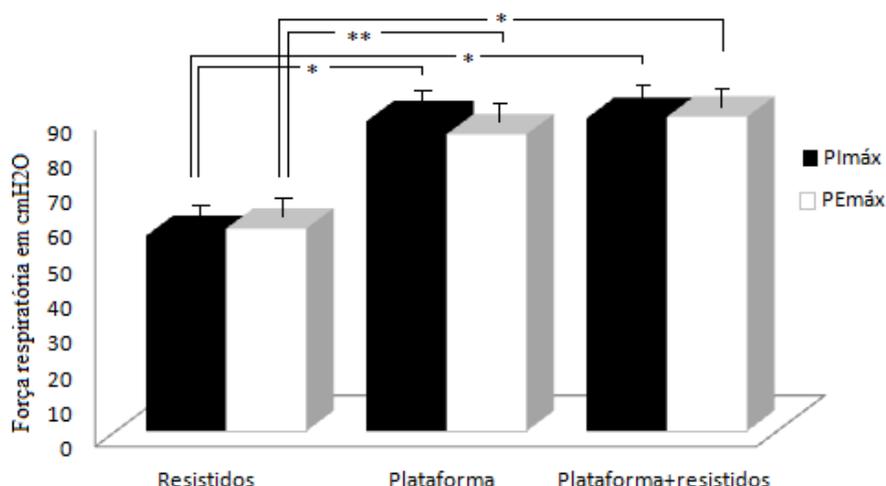


Figura 2: Variação da PI_{máx} e PE_{máx} Após o Treinamento entre os grupos

*p= 0,00; **p= 0,01;

A Tabela 3 mostra os valores obtidos na pletismografia optoeletrônica. Tanto durante a respiração tranquila (QB) quanto na manobra da capacidade inspiratória (CI) a distribuição dos compartimentos é predominantemente abdominal, característica que persistiu após o treino.

Esta mesma tabela mostra que após o treinamento, a manobra da CI aumentou nos grupos Plataforma e Plataforma+resistidos, sem que os grupos vibração possuíssem diferenças entre si. Este aumento de CI promoveu redistribuição da variação de volume na caixa torácica, com aumento da atuação dos compartimentos da caixa torácica pulmonar (CI, rcp) e da caixa torácica abdominal (CI, rca).

Tabela 3: Variáveis da POE Tricompartimental Antes e Após o Treinamento, com Valores Expressos em Média \pm Desvio-Padrão

Variáveis	VALORES PRÉ-TREINAMENTO			VALORES PÓS-TREINAMENTO					
	Resistidos (n=8)	Plataforma (n=8)	Plataforma+ resistidos (n=9)	p	Resistidos (n=8)	Plataforma (n=8)	p*	Plataforma+ resistidos (n=9)	p#
Vt (l)	0,41 \pm 0,22	0,45 \pm 0,16	0,43 \pm 0,17	0,93	0,42 \pm 0,16	0,50 \pm 0,17	0,79	0,49 \pm 0,15	0,86
Vt,rcp (l)	0,10 \pm 0,04	0,12 \pm 0,04	0,11 \pm 0,05	0,82	0,10 \pm 0,03	0,16 \pm 0,06	0,89	0,16 \pm 0,04	0,83

Vt,rca (l)	0,04 ± 0,01	0,06 ± 0,01	0,05±0,02	0,99	0,04 ± 0,01	0,07 ± 0,02	0,13	0,06±0,01	0,38
Vt,ab (l)	0,27 ± 0,14	0,26 ± 0,12	0,27 ± 0,15	1,08	0,28±0,12	0,27 ± 0,14	0,96	0,27 ± 0,11	0,97
%Vt,rcp	24,39±2,34	27,86±3,46	25,58±2,32	0,68	23,80±4,06	32,00±3,12	0,98	32,65±3,19	0,96
%Vt,rca	9,75±0,94	13,33±1,12	11,62±0,32	0,77	9,52±2,31	14,02±0,45	0,27	12,24±0,53	0,49
%Vt,ab	65,85±3,56	58,77±4,13	62,79±3,98	0,55	66,66±3,99	54,01±4,24	0,31	55,10±4,03	0,37
CI (l)	1,42 ± 0,2	1,49±0,4	1,44±0,3	0,84	1,47±0,3	1,82 ± 0,1	0,00*	1,87 ± 0,1	0,00#
CI,rcp (l)	0,36±0,05	0,37±0,04	0,38±0,04	0,48	0,36±0,04	0,74±0,05	0,03*	0,78±0,03	0,02#
CI,rca (l)	0,12±0,02	0,14±0,01	0,12±0,03	0,58	0,13±0,02	0,20±0,01	0,04*	0,20±0,02	0,04#
CI,ab (l)	0,92±0,14	0,96±0,15	0,92±0,16	0,92	0,97±0,15	0,87±0,15	0,33	0,87±0,4	0,33
%CI,rcp	26,32±2,03	25,24±2,4	27,30±1,98	0,56	25,12±2,99	41,35±1,37	0,08	42,10±1,56	0,07
%CI,rca	9,01±0,89	10,01±0,96	9,05±1,03	0,79	9,02±1,01	11,5±0,82	0,42	11,01±0,94	0,45
%CI,ab	64,66±2,97	64,75±2,34	63,65±1,93	0,39	65,86±2,75	47,60±2,89	0,09	46,88±2,73	0,08

*p: Plataforma versus Resistidos

#p: Plataforma+resistidos versus Resistidos.

Vt: Volume Corrente; Vt,rcp: Volume Corrente no Compartimento Pulmonar da Caixa Torácica; Vt,rca: Volume Corrente no Compartimento Abdominal da Caixa Torácica; Vt,ab: Volume Corrente no Abdômen. Vt,rcp %: Percentual de Participação do Volume Corrente no Compartimento Pulmonar da Caixa Torácica; Vt,rca %: Percentual de Participação do Volume Corrente no Compartimento Abdominal da Caixa Torácica; Vt,ab %: Percentual de Participação do Volume Corrente no Abdômen; V. Minuto: Volume Minuto. CI: Capacidade Inspiratória; CI,rcp: Capacidade Inspiratória no Compartimento Pulmonar da Caixa Torácica; CI,rca: Capacidade Inspiratória no Compartimento Abdominal da Caixa Torácica; CI,ab: Capacidade Inspiratória no Abdômen. CI,rcp %: Percentual de Participação da Capacidade Inspiratória no Compartimento Pulmonar da Caixa Torácica; CI,rca %: Percentual de Participação da Capacidade Inspiratória no Compartimento Abdominal da Caixa Torácica; CI,ab %: Percentual de Participação da Capacidade Inspiratória no Abdômen;

p<0,05 e Teste ANOVA one way com *post-hoc* de Tukey.

A figura 03 mostra a variação da CI após os treinamentos, com aumentos nos grupos Plataforma e Plataforma +resistidos, sem diferenças entre os grupos que realizaram a vibração.

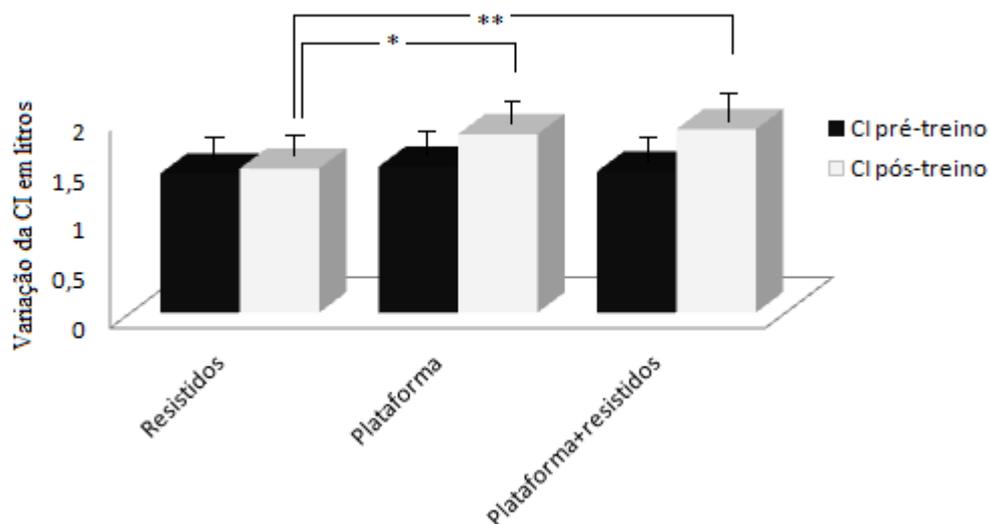


Figura 03: Variação da CI Total Após os Treinamentos Entre os Grupos

*p=0,00

** p=0,00

A avaliação da correlação de Pearson entre a pressão inspiratória e a variação dos compartimentos da caixa torácica durante a CI, mostrou alta correlação positiva entre a o volume da caixa torácica pulmonar e a $PI_{máx}$, com $r= 0,979$ e $p=0,00$ (Figura 4).

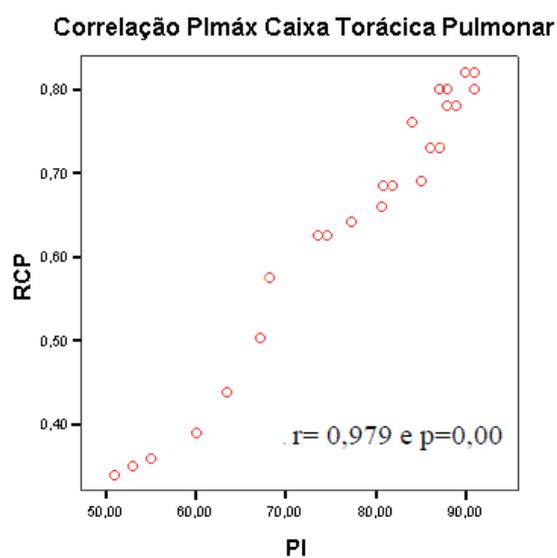


Figura 4: correlação $PI_{máx}$ com volume da caixa torácica pulmonar

DISCUSSÃO

Até o momento, os autores desconhecem estudos prévios que tenham avaliado o efeito da vibração sobre a força respiratória ou distribuição dos volumes pulmonares. Este estudo mostra que o uso da plataforma vibratória como forma de treinamento para idosos melhora as pressões inspiratórias e expiratórias e a capacidade inspiratória. Há também redistribuição significativa da variação de volume na caixa torácica, com aumento da atuação dos compartimentos da caixa torácica pulmonar (CI, rcp) e da caixa torácica abdominal (CI, rca), melhora na qualidade de vida e obtenção de resultados semelhantes ao exercício resistido na variável força.

A vibração impõe ao sistema muscular uma força superior à gravidade, em função da aceleração, estimulando receptores músculo-tendíneos provocando uma contração reflexa a fim de amortecer as ondas vibratórias e se adaptar à nova posição. A estimulação rápida e contínua gera três respostas motoras: uma contração sustentada, chamada de reflexo tônico-vibratório; a depressão da excitabilidade dos motoneurônios de músculos antagonistas por inibição recíproca e a repressão da via monossináptica do reflexo miotático²¹. O aumento do desempenho muscular, portanto, parece estar vinculado a melhoras na adaptação neurofisiológica e não a mudanças morfológicas, como hipertrofia muscular²².

Apesar de estudos anteriores terem demonstrado incremento na força periférica de idosos submetidos à WBV, nenhum havia mensurado sua interferência na força respiratória. Em nosso estudo, obtivemos melhora significativa apenas nos grupos que realizaram a vibração. Como a WBV é um treino global, apesar de inespecífico, os ganhos obtidos junto à musculatura respiratória endossam ainda mais a utilização deste tipo de treinamento com idosos. Os exercícios resistidos não podem ser considerados um treinamento inespecífico, por serem localizados e restritos às regiões que são mobilizadas, por isto, não resultaram em aumento da força respiratória, apenas da periférica.

A aferição da $PI_{m\acute{a}x}$ não permite a distinção entre os músculos respiratórios, trabalhando o diafragma juntamente com os acessórios para elevar seus valores. Esta utilização dos acessórios é ainda mais importante no idoso durante as manobras que exigem esforço inspiratório, pois a desvantagem mecânica diafragmática junto ao aumento da cifose torácica recrutam ainda mais este grupo muscular²³. Uma hipótese para o incremento da força inspiratória é que a WBV promoveu treinamento inespecífico na musculatura acessória e no diafragma através da vibração global, além de uma ação mais intensa exercida nos acessórios da respiração através da transmissão dos impulsos pelo braço. Como a posição assumida durante a WBV solicita a semi-flexão dos joelhos, há a tendência por parte dos idosos de manter os braços estendidos para conseguir melhor apoio, o que facilitaria a transmissão dos impulsos pela cintura escapular de forma axial através da coluna da plataforma vibratória, intensificando o estímulo sobre esta musculatura.

O treinamento inespecífico já é utilizado em programas de reabilitação pulmonar com pneumopatas que fazem uso de exercícios aeróbicos para melhorar a força respiratória, como nos estudos de Nici & ZuWallack²⁴, Casaburri & ZuWallack²⁵ e Vogiatzis et al²⁶, todos com pacientes de doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC). A melhora da $PI_{m\acute{a}x}$ promovida pelo treinamento inespecífico foi explicada por Powers²⁷, em estudo com 344 fêmeas de ratos, mostrando que, embora exercícios aeróbicos não alterem o tipo de fibra do diafragma, aumentam a capacidade oxidativa das fibras do tipo I e IIa da parte costal deste músculo, além de promover aumento da densidade capilar, aprimorando sua função como gerador de pressão. Atualmente, sabe-se que o treinamento em WBV promove aumento da vascularização²⁸ com abertura de circulação colateral, além ter sido observado incremento do VO_2 em testes esforço-limitantes⁹. Isto, por si, já seria suficiente para sugerir a WBV como treinamento aeróbico, sujeito à obtenção das mesmas respostas fisiológicas dos demais exercícios aeróbicos.

Embora os exercícios aeróbicos alterem a função diafragmática, eles apresentam pouca variação em relação aos músculos abdominais²⁷. Isto pode ser explicado pela pequena utilização dos abdominais durante a expiração, que é um processo passivo e só utiliza os abdominais em situações de esforço, não sendo, portanto, otimizada sua função oxidativa. Embora os exercícios aeróbicos não afetem os abdominais, a vibração, que é um treinamento global que aumenta a força e o tônus⁴ tornou o grupo abdominal um gerador de pressão mais eficiente, fazendo com que durante o esforço provocado pela aferição da $PE_{máx}$, os grupos Plataforma e Plataforma+ resistidos obtivessem maiores valores após o treinamento em relação ao grupo de Exercícios Resistidos, que apenas aumenta a força nos segmentos treinados.

Durante as avaliações do POE não foram encontradas alterações em nenhuma das variáveis da respiração em repouso, semelhante aos resultados encontrados por Romagnoli em 2006²⁹, com 06 indivíduos saudáveis realizando exercícios para membros superiores sem apoio e inferiores no POE. Este estudo verificou que mesmo durante o exercício isométrico de membros superiores, com elevação de ambos os braços a 45° suportando dois quilos até a exaustão, não houve variação significativa na respiração tranquila. O mesmo efeito foi observado no uso da Plataforma, onde a contração recorrente é tão intensa que assemelha-se ao exercício isométrico, estando sujeito às mesmas alterações.

Estudo anterior de Neder et al 2003³⁰ com ergometria avaliou o padrão respiratório de 120 indivíduos sedentários de 20 a 80 anos e verificou a redução do volume corrente proporcional à idade, com compensação exercida pelo aumento da FR, equilibrando os baixos volumes gerados pela redução da mobilidade torácica. Este mecanismo compensatório dos idosos sedentários não é suficiente para manter situações de aumento da demanda respiratória, como esforço respiratório ou a realização de exercícios intensos, onde haverá ação mais intensa dos músculos acessórios para suprir o déficit diafragmático, justificando os baixos valores iniciais obtidos pela CI.

Desta forma, apenas num momento de esforço respiratório com recrutamento muscular para geração de força, poderia ser observada variação no volume³¹, como durante a manobra de capacidade inspiratória (CI) realizada no nosso estudo. Como o grupo Resistidos não obteve aumento da força respiratória, sua capacidade de variação do volume permaneceu semelhante aos valores iniciais de quando eram sedentários, uma vez que a CI é função da $PI_{máx}$ e da complacência pulmonar, que não pode ser mensurada, justificando os aumentos de CI nos grupos que aumentaram a $PI_{máx}$.

Não há estudos que avaliem a ação da Plataforma ou de exercícios prolongados na distribuição do volume regional da caixa torácica. Os valores referentes à CI, rcp e CI, rca em geral são relacionados à musculatura acessória e indicam que houve melhora na sua função como geradores da pressão inspiratória¹⁹, dados que são corroborados pela correlação positiva de $r=0,979$ entre a caixa torácica pulmonar e a $PI_{máx}$. O estudo de Romagnoli²⁹ anteriormente citado verificou que quando há grande contribuição da caixa torácica pulmonar, a contribuição do diafragma no compartimento abdominal fica reduzida, como um mecanismo protetor à hiperinsuflação, o que justifica a CI,ab não ser incrementada, semelhante ao nosso estudo. Vogiatzis em 2005³² também demonstrou a redução do compartimento abdominal durante o exercício em 10 homens e 10 mulheres saudáveis realizando exercícios esforço-limitantes com idêntica distribuição tricompartmental. Eles propõem que este mecanismo de redução da utilização do compartimento abdominal previne a hiperinsuflação gerada pelo exercício, uma vez que há aumento da FR e dificuldade de exalação pelo início de um novo ciclo respiratório, além de possibilitar a manutenção de distensão moderada na região abdominal, favorecendo sua contração durante a expulsão do ar na expiração.

Uma vez que a otimização dos volumes da CI é decorrente do aumento da $PI_{máx}$, que foi provocado pelo treinamento dos acessórios devido à posição assumida, este aumento torna-se clinicamente significativo, pois possibilita maior competência ventilatória durante o esforço, o

que reduziria a fadiga respiratória, que é o principal fator limitante para a realização de exercícios pelos idosos, tornando estes idosos mais capacitados ao exercício⁶.

Embora tenha havido redistribuição dos volumes durante a manobra da CI, com ligeira queda do compartimento abdominal, este permaneceu gerando a maior contribuição de volume. Estes resultados corroboram dados de Lee, 2010¹ em 07 voluntários saudáveis, que mostram o compartimento abdominal como maior variação volumétrica na postura sentada, em face do favorecimento da função do diafragma, gerando maiores pressões. Desta forma, a WBV permite alteração na distribuição ventilatória da caixa torácica, sem interferir nos padrões fisiológicos, apenas otimizando a função ventilatória dos acessórios, que já são utilizados em situações basais pelos idosos.

Embora haja melhora substancial no sistema respiratório, este deve estar correlacionado com a capacidade funcional, buscando melhora da qualidade de vida entre idosos e manutenção da autonomia. A qualidade de vida obteve melhora significativa no nosso estudo, semelhante aos resultados de Bruyere³³ e de Furness & Maschette³⁴, os únicos a observar a qualidade de vida após um treinamento com a plataforma vibratória em idosos. O estudo de Bruyere³³ utilizou a WBV por 06 semanas em 40 idosos de ambos os sexos apresentando ganhos em relação ao controle no domínio capacidade funcional, enquanto Furness & Maschette³⁴ melhoraram os oito domínios em relação ao pré e pós-tratamento. Embora os resultados positivos de Bruyere³³ na qualidade de vida se limitem a um domínio, vale frisar que este é o item que melhor representa ganhos em relação à medida da preservação da capacidade de realizar atividades com independência, permitindo um estilo de vida ativo.

Como parte da limitação funcional dos idosos está relacionada à dispnéia aos esforços, apenas os grupos Plataforma e Plataforma+resistidos, que obtiveram ganhos na força respiratória e CI, houve melhora significativa nos seus escores. Estudo anterior de Enright³⁵ mostra que

mesmo em indivíduos saudáveis, o aumento da PImáx está diretamente relacionado à capacidade funcional.

Embora o envelhecimento acarrete mudanças fisiológicas do ponto de vista pulmonar, a WBV apresenta-se como uma alternativa eficaz para minimizar este processo, melhorando a eficiência dos músculos acessórios, a CI e a qualidade de vida.

LIMITAÇÕES

As limitações deste estudo reportam-se à carência em manter um grupo controle sem a realização de exercícios. A inserção deste grupo controle que não pratique atividades regulares foi dificultada pelo reduzido número de idosos sedentários, bem como à impossibilidade ética de manter um grupo sem intervenção.

Outro aspecto limitante é que seria útil a avaliação da atividade dos músculos respiratórios através da eletromiografia, que poderia acrescentar dados referentes à participação de cada um dos músculos respiratórios durante o esforço antes e após as intervenções.

CONCLUSÃO

Apesar do processo de senescência promover alterações no sistema respiratório, alguns fatores podem minimizar este processo progressivo. Embora seja praticamente impossível reverter o declínio do tecido pulmonar, a WBV surge como uma alternativa para diminuir a degradação muscular causada pelo envelhecimento, que também afeta a função respiratória, trazendo ganhos na força muscular respiratória e CI, além de não ter sido relatado nenhum efeito adverso e nem nenhuma desistência causada pela WBV.

Clinicamente, estes resultados se reportam à ganhos na capacidade de realizar atividades de forma independente, melhora da qualidade de vida, aumento na capacidade de realizar esforço sem resultar em dispnéia pelo aumento da CI e efetividade da tosse gerada pelo maior volume inspiratório deslocado e força expiratória aumentada, o que pode contribuir para minimizar os riscos de infecções respiratórias.

Conflito de interesse

Não há.

Financiamento Este estudo foi apoiado pela FACEPE APQ 0821-4.08/08, pelo CNPq em pela CAPES/PROCAD NF 791/09.

REFERÊNCIAS

1. Lee HM, Le H, Lee BT et al. Forced vital capacity paired with Framingham Risk Score for prediction of all-cause mortality. *Eur Respir J.* 2010; 36(5):1002-1006.
2. Taaffe DR. Sarcopenia: exercise as a treatment strategy. *Aust Fam Physician* 2006; 35: 130–134.
3. Lemmer JT, Ivey FM, Ryan AS et al. Effect of strength training on resting metabolic rate and physical activity: age and gender comparisons. *Med Sci Sports Exerc*, 2001; 33(4):532-541.
4. Marqueta PM, Salillas IG, Medina JA. Efecto de las vibraciones mecánicas en el entrenamiento de fuerza. *Ed Fís y Depor* 2007; 87: 73-80.
5. Cardinale M, Wakeling J. Whole body vibration exercise: are vibrations good for you? *Br J Sports Med* 2005; 39:585–589

6. Bogaerts A, Delecluse C, Claessens AL et al. Effects of whole body vibration training on cardiorespiratory fitness and muscle strength in older individuals (a 1-year randomized controlled trial). *Age and Ageing* 2009; 38: 448–454.
7. World health organization-WHO. Millenium Development Goals (MDGs), MDG 8: develop a global partnership for development, Geneva 2010.
8. Matsudo S, Araújo T, Marsudo V et al. Questionário internacional de atividade física (IPAQ): estudo de validade e reprodutibilidade no Brasil. *Rev Bras Ativ Fis Saúde* 2001; 6(2): 005-018.
9. American College of Sports Medicine. American College of Sports Medicine Position Stand. Exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exerc* 1998; 30: 992–2008.
10. Griffin MJ. Minimum health and safety requirements for workers exposed to hand-transmitted vibration and whole-body vibration in the European Union: A review. *Occup Environ Med* 2004; 61: 387–397
11. International Standards Organization: Mechanical Vibration and Shock - Evaluation of Human Exposure to Whole Body Vibration. Part 1: General Requirements. International Standard ISO 2631-1. International Standards Organization, Geneva, Switzerland, 1997.
12. Pereira CAC, Sato T, Rodrigues SC .New reference values for forced spirometry in white adults in Brazil. *J Bras Pneumol* 2007; 33(4): 397-406.
13. Hakala K, Stenius-Aarniala B, Sovijärvi A. The effect of weight loss on peak flow variability, airways obstruction, and lung volumes in obese patients with asthma. *Chest* 2000; 118(5): 1315-1321.
14. Bertolucci PHF, Okamoto I, Brucki S et al. Applicability of the CERAD neuropsychological battery to brazilian elderly. *Separata. Arq Neuropsiquiatria* 2001; 59(3A): 532-536.
15. Benedetti TRB, Antunes PC, Rodriguez-Añez CR et al. Reprodutibilidade e validade do Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ) em homens idosos. *Rev Bras Med Esporte* 2007; 13(1): 011-015
16. Wallymahmed ME, Morgan C, Gill GV et al. Aerobic fitness and hand grip strength in Type 1 diabetes: relationship to glycaemic control and body composition. *Diabet Med* 2008;24: 1296–1299.
17. Ferrigno, G., et al. Three-dimensional optical analysis of chest wall motion. *J of App Physiol*,v.77, p.1224-1231, 1994

18. Aliverti A, Pedotti A. Opto-electronic plethysmography. *Monaldi Arch Chest Dis* 2003; 59(1):12-16.
19. Cala SJ, Kenyon CM, Ferrigno G et al. Chest wall and lung volume estimation by optical reflectance motion analysis. *J Appl Physiol* 1996; 81: 2680-2689
20. Cardinale M, Wakeling J. Whole body vibration exercise: are vibrations good for you? *Br J Sports Med* 2005; 39:585–589.
21. Cormie P, Deane RS, Triplett T. Acute effects of whole body vibration on muscles activity, strength, and power. *J Stren Cond Res* 2006; 20: 257-261.
22. Fagnani F, Giombini A, Cesare A et al. The effects of a whole body vibration program on muscles performance and flexibility in female athletes. *Am J Phys Med & Rehab* 2006; 85: 956-962.
23. Nici R, Zuwallack L. Rehabilitation Pulmonary: today and tomorrow. *Breathe* 2010; 6(4): 305-311
24. Casaburi R, ZuWallack R. Pulmonary Rehabilitation for Management of Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *N Engl J Med* 2009;13: 1329-1335.
25. Vogiatzis I, Williamsom AF, Miles J et al. Physiological response to moderate exercise workloads in pulmonary rehabilitation program in patients with varying degrees of airflow obstruction. *Chest* 2009; 116(5): 1200-1207.
26. Powers S.K., Criswell D., Lieu F.-K., Dodd S., Silverman H. Diaphragmatic fiber type specific adaptation to endurance exercise. *Respir Physiol* 1992; 89 (2): 195-207.
27. Herrero AJ, Menendez H, Gil L et al. Effects of whole-body vibration on blood flow and neuromuscular activity in spinal cord injury. *Spinal Cord* 2011; 49(4): 554-559.
28. Bogaerts A, Delecluse C, Claessens AL et al. Effects of whole body vibration training on cardiorespiratory fitness and muscle strength in older individuals (a 1-year randomized controlled trial). *Age and Ageing* 2009; 38: 448–454.
29. Always SE, Coggan AR, Sproul MS et al. Muscle torque in young and older untrained and endurance-trained men. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 1996; 51:195-201.
30. Romagnoli I, Gorini M, Gigliotti F et al. Chest wall kinematics, respiratory muscle action and dyspnoea during arm vs. leg exercise in humans. *Acta Physiol* 2006; 188(1): 067-073.
31. Neder JA, Dal Corso S, Malaguti C. The pattern and timing of breathing during incremental exercise: a normative study. *Eur Respir J* 2003 21:530-538.

32. Vogiatzis I, Aliverti A, Golemati S et al. Respiratory kinematics by optoelectronic plethysmography during exercise in men and women. *Eur J App Physiol* 2005; 93(5): 581-587.
33. Bruyere O, Wuidart MA, di Palma E et al. Controlled whole body vibration to decrease fall risk and improve health-related quality of life of nursing home residents. *Arch Phys Med Rehabil* 2005; 86(2):303-307.
34. Furness TP, Maschette WE. Influence of whole body vibration platform frequency on neuromuscular performance of community-dwelling older adults. *J Strength Cond Res* 2009; 23(5):1508-1513.
35. Enright SJ, Unnithan VB, Heward C et al. Effect of high-intensity inspiratory muscle training on lung volumes, diaphragm thickness, and exercise capacity in subjects who are healthy. *Phys Ther* 2006; 86(3): 345-354 .

CAPÍTULO 5- CONSIDERAÇÕES FINAIS

A plataforma vibratória têm se mostrado um meio de treinamento útil e principalmente eficaz em idosos. Seus efeitos reconhecidos reportam-se à melhora na densidade mineral óssea, da força muscular e do equilíbrio, todos bem documentados em revisões sistemáticas.

Neste estudo, ela também se mostrou eficaz na melhora dos valores ergoespirométricos, na força respiratória, na variação da distribuição dos volumes pulmonares e na qualidade de vida. Aliada a estas melhorias, foi uma forma de treinamento que possuiu boa aceitação entre os idosos, sem que fossem referidos desconfortos, sendo mais um fator a endossar este tipo de treinamento.

Anexos

Versão Brasileira do Questionário de Qualidade de Vida -SF-36

Nome: _____

Idade: _____ Sexo: _____

Função exercida no trabalho: _____

Há quanto tempo exerce essa função: _____

Instruções: Esta pesquisa questiona você sobre sua saúde. Estas informações nos manterão informados de como você se sente e quão bem você é capaz de fazer atividades de vida diária. Responda cada questão marcando a resposta como indicado. Caso você esteja inseguro em como responder, por favor, tente responder o melhor que puder.

1- Em geral você diria que sua saúde é: Excelente	Muito Boa	Boa	Ruim	Muito Ruim
1	2	3	4	5

2- Comparada há um ano atrás, como você se classificaria sua idade em geral, agora? Muito Melhor	Um Pouco Melhor	Quase a Mesma	Um Pouco Pior	Muito Pior
1	2	3	4	5

3- Os seguintes itens são sobre atividades que você poderia fazer atualmente durante um dia comum. Devido à sua saúde, você teria dificuldade para fazer estas atividades? Neste caso, quando? Atividades	Sim, dificulta muito	Sim, dificulta um pouco	Não, não dificulta de modo algum
a) Atividades Rigorosas, que exigem muito esforço, tais como correr, levantar objetos pesados, participar em esportes árduos.	1	2	3
b) Atividades moderadas, tais como mover uma mesa, passar aspirador de pó, jogar bola, varrer a casa.	1	2	3
c) Levantar ou carregar mantimentos	1	2	3
d) Subir vários lances de escada	1	2	3
e) Subir um lance de escada	1	2	3
f) Curvar-se, ajoelhar-se ou dobrar-se	1	2	3
g) Andar mais de 1 quilômetro	1	2	3
h) Andar vários quarteirões	1	2	3
i) Andar um quarteirão	1	2	3
j) Tomar banho ou vestir-se	1	2	3

4- Durante as últimas 4 semanas, você teve algum dos seguintes problemas com seu trabalho ou com alguma atividade regular, como consequência de sua saúde física? Sim	
a) Você diminui a quantidade de tempo que se dedicava ao seu trabalho ou a outras atividades?	1

b) Realizou menos tarefas do que você gostaria?	1
c) Esteve limitado no seu tipo de trabalho ou a outras atividades.	1
d) Teve dificuldade de fazer seu trabalho ou outras atividades (p. ex. necessitou de um esforço extra).	1

5- Durante as últimas 4 semanas, você teve algum dos seguintes problemas com seu trabalho ou outra atividade regular diária, como consequência de algum problema emocional (como se sentir deprimido ou ansioso)? Sim	
a) Você diminui a quantidade de tempo que se dedicava ao seu trabalho ou a outras atividades?	1
b) Realizou menos tarefas do que você gostaria?	1
c) Não realizou ou fez qualquer das atividades com tanto cuidado como geralmente faz.	1

6- Durante as últimas 4 semanas, de que maneira sua saúde física ou problemas emocionais interferiram nas suas atividades sociais normais, em relação à família, amigos ou em grupo? De forma nenhuma	Ligeiramente	Moderadamente	Bastante	Extremamente
	1	2	3	4

7- Quanta dor no corpo você teve durante as últimas 4 semanas? Nenhuma	Muito leve	Leve	Moderada	Grave	Muito grave
1	2	3	4	5	6

8- Durante as últimas 4 semanas, quanto a dor interferiu com seu trabalho normal (incluindo o trabalho dentro de casa)? De maneira alguma	Um pouco	Moderadamente	Bastante	Extremamente
1	2	3	4	5

9- Estas questões são sobre como você se sente e como tudo tem acontecido com você durante as últimas 4 semanas. Para cada questão, por favor dê uma resposta que mais se aproxime de maneira como você se sente, em relação às últimas 4 semanas. Todo Tempo	A maior parte do tempo	Uma boa parte do tempo	Alguma parte do tempo	Uma pequena parte do tempo	Nunca	
	1	2	3	4	5	6
	a) Quanto tempo você tem se sentindo cheio de vigor, de vontade, de força?	1	2	3	4	5
b) Quanto tempo você tem se sentido uma	1	2	3	4	5	6

pessoa muito nervosa?						
c) Quanto tempo você tem se sentido tão deprimido que nada pode anima-lo?	1	2	3	4	5	6
d) Quanto tempo você tem se sentido calmo ou tranqüilo?	1	2	3	4	5	6
e) Quanto tempo você tem se sentido com muita energia?	1	2	3	4	5	6
f) Quanto tempo você tem se sentido desanimado ou abatido?	1	2	3	4	5	6
g) Quanto tempo você tem se sentido esgotado?	1	2	3	4	5	6
h) Quanto tempo você tem se sentido uma pessoa feliz?	1	2	3	4	5	6
i) Quanto tempo você tem se sentido cansado?	1	2	3	4	5	6

10- Durante as últimas 4 semanas, quanto de seu tempo a sua saúde física ou problemas emocionais interferiram com as suas atividades sociais (como visitar amigos, parentes, etc)? Todo Tempo	A maior parte do tempo	Alguma parte do tempo	Uma pequena parte do tempo	Nenhuma parte do tempo
1	2	3	4	5

11- O quanto verdadeiro ou falso é cada uma das afirmações para você? Definitivamente verdadeiro	A maioria das vezes verdadeiro	Não sei	A maioria das vezes falso	Definitivamente falso	
a) Eu costumo adoecer um pouco mais facilmente que as outras pessoas	1	2	3	4	5
b) Eu sou tão saudável quanto qualquer pessoa que eu conheço	1	2	3	4	5
c) Eu acho que a minha saúde vai piorar	1	2	3	4	5
d) Minha saúde é excelente	1	2	3	4	5



QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA – VERSÃO CURTA -

Nome: _____

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

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

Para responder as questões lembre que:

atividades físicas **VIGOROSAS** são aquelas que precisam de um grande esforço físico e que fazem respirar **MUITO** mais forte que o normal

atividades físicas **MODERADAS** são aquelas que precisam de algum esforço físico e que fazem respirar **UM POUCO** mais forte que o normal Para responder as perguntas pense somente nas atividades que você realiza **por pelo menos 10 minutos contínuos** de cada vez.

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

1b Nos dias em que você caminhou por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou caminhando **por dia**?
horas: ____ Minutos: ____

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

CENTRO COORDENADOR DO IPAQ NO BRASIL– CELAFISCS -
INFORMAÇÕES ANÁLISE, CLASSIFICAÇÃO E COMPARAÇÃO DE RESULTADOS NO BRASIL
Tel-Fax: – 011-42298980 ou 42299643. E-mail: celafiscs@celafiscs.com.br
Home Page: www.celafiscs.com.br IPAQ Internacional: www.ipaq.ki.se

moderadamente sua respiração ou batimentos do coração (**POR FAVOR NÃO INCLUA CAMINHADA**)
dias ____ por **SEMANA** () Nenhum

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

por dia?

horas: _____ Minutos: _____

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

dias _____ por **SEMANA** () Nenhum

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

horas: _____ Minutos: _____

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

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

_____ horas ____ minutos

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

_____ horas ____ minutos

PERGUNTA SOMENTE PARA O ESTADO DE SÃO PAULO

5. Você já ouviu falar do Programa Agita São Paulo? () Sim () Não

6.. Você sabe o objetivo do Programa? () Sim () Não

Apêndices

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O senhor (a) está sendo convidado a participar da pesquisa intitulada: **Efeitos cardiopulmonares do treinamento em plataforma vibratória: ensaio clínico controlado e randomizado**. Se este termo possuir palavras ou informações que você não entenda, pergunte ao profissional que o acompanha. Os objetivos deste estudo são avaliar a melhora ou não da função pulmonar e da qualidade de vida, quando os indivíduos se submetem ao treino resistido com pesos, ou numa plataforma vibratória. A qualquer momento você pode desistir de participar desta pesquisa ou recusar sua participação, sem que isto traga prejuízos em sua relação com o pesquisador ou a Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

O Sr. (a) será avaliado em sua pressão arterial no braço, a função dos pulmões através da espirometria, que é um aparelho onde será medido o volume exalado pelo paciente através de um sopro, a qualidade de vida e nível de exercício será avaliada através de questionário feito pela pesquisadora, a força muscular será medida através de um aparelho que será apertado pela sua mão direita, será feito um teste de caminhada em pista plana durante 06 minutos associando com os gases respirados, onde o Sr. (a) irá apenas caminhar e respirar normalmente e será realizada a filmagem da sua respiração, não sendo gravada nenhuma imagem do seu rosto ou corpo. Nenhum dos exames é invasivo ou doloroso.

O Sr. (a) poderá participar de um treinamento para fazer exercícios em máquinas de musculação, sendo os pesos colocados de acordo com sua possibilidade de carga, exercitando braços e pernas. Outro treinamento do qual o Sr.(a) poderá fazer parte, consiste em ficar em cima de uma plataforma que vibra numa frequência baixa, não causando desequilíbrio nem risco de quedas, sendo necessário apenas ficar de pé.

Riscos e desconfortos: os riscos deste estudo são mínimos, tendo em vista que o Sr. (a) estará sendo acompanhado todo o tempo por um profissional de saúde devidamente capacitado. Informamos também que os exames de avaliação e os treinamentos a que o Sr. (a) será submetido são classificados como submáximos, de forma que são considerados seguros, já sendo amplamente utilizados. Se selecionado para a plataforma vibratória, informamos também que o uso deste aparelho é certificado pelo *American College of Sports Medicine*, e que a vibração a que o Sr. (a) será submetido é considerada perfeitamente segura e normatizada pela ISO 2631-1. Além disto, o estudo será realizado no campus da UFPE, de forma que em caso de desconforto, o Sr.(a) será encaminhado (a) ao Hospital das Clínicas.

Benefícios: os principais benefícios deste estudo estão ligados à melhora na qualidade de vida e na oportunidade de realizar um exame completo da função pulmonar, sem nenhum custo para o Sr. (a).

Dúvidas e esclarecimentos: o Sr. (a) receberá uma cópia deste termo, onde consta o nome e telefone do pesquisador. Desta forma, poderá tirar suas dúvidas sobre o projeto a qualquer momento. Suas informações serão mantidas em sigilo, e seus dados de avaliação irão gerar um banco de dados informatizado, num computador pessoal, que ampliará os conhecimentos na área de treinamento e função pulmonar.

Em caso de dúvida, o estudo está vinculado ao Departamento de Fisioterapia da UFPE, na Av. dos Reitores, s/n, Cidade Universitária, Recife/PE. O Sr. (a) deve procurar **Maíra Florentino Pessoa**, nos telefones (81) 8711 8030 ou (81) 2126 8496, podendo as ligações serem realizadas à cobrar. O e-mail é mairapessoa@yahoo.com.br. As dúvidas podem ser ainda retiradas pelo Comitê de Ética em pesquisa da UFPE no número (81) 2126 8588, ou endereço: Av. da Engenharia s/n, 1º andar, CDU, CEP:50740-600

Eu, _____, abaixo assinado tendo recebido todos os esclarecimentos acima citados e ciente dos meus direitos, concordo em participar desta pesquisa, bem como autorizo a divulgação dos seus resultados em periódicos, congressos, workshop ou qualquer evento de caráter científico.

Local: _____

Data: ____/____/____.

_____ voluntário da pesquisa

_____ testemunha 01

_____ testemunha 02

_____ pesquisador

FICHA DE AVALIAÇÃO

PACIENTE: _____ NOME: _____ DATA: ___/___/___
FONE: _____ ENDEREÇO: _____ AVALIADOR: _____
DOENÇAS: _____ MEDICAÇÕES: _____

EXAME FÍSICO

Peso	Altura	IMC	PA	FC	FR	SpO ₂
ESPIROMETRIA	VEF1	CVF	TIFFENEAU	PFE	FEF 25-75%	
Valores						
Predito						
%predito						

DINAMOMETRIA DA MÃO DIREITA

Valor 01: _____	Valor 02: _____	Valor 03: _____
-----------------	-----------------	-----------------

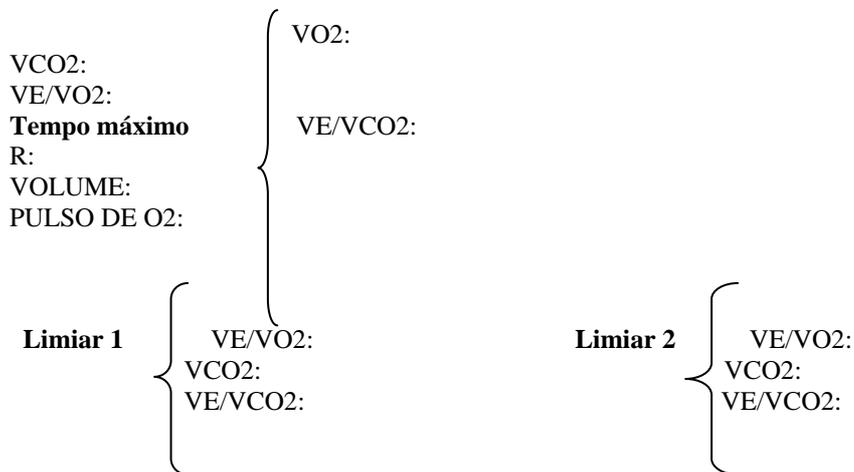
QUESTIONÁRIOS

Valor do IPAQ: _____	Valor do QQV: _____
----------------------	---------------------

POE

	RB torácica	RB abdominal	Abdômen
QB			
CV			

TESTE ERGOESPIROMÉTRICO



OBSERVAÇÕES: _____

**ERGOESPIROMETRIA – IDOSOS
UFPE**

PACIENTE:

IDADE:

EXAME:

HAS:

DM:

SEDENTÁRIA:

TABAGISMO:

MEDICAMENTOS:

1-

2-

3-

4-

5-

6-

7-

8-

9-

10-

ECOCARDIOGRAMA:

FE

VD

DSVE

DDVE

HOLTER:

OBSERVAÇÕES: