

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E
MUCURI

NÚBIA CARELLI PEREIRA DE AVELAR

**CARACTERIZAÇÃO E EFEITOS DA ADIÇÃO DE VIBRAÇÃO
DE TODO O CORPO AOS EXERCÍCIOS DE AGACHAMENTO EM
IDOSOS COM OSTEOARTRITE DE JOELHO**

DIAMANTINA - MG

2010

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

NÚBIA CARELLI PEREIRA DE AVELAR

**CARACTERIZAÇÃO E EFEITOS DA ADIÇÃO DE VIBRAÇÃO
DE TODO O CORPO AOS EXERCÍCIOS DE AGACHAMENTO EM
IDOSOS COM OSTEOARTRITE DE JOELHO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como parte das exigências do Programa Multicêntrico de Pós-Graduação em Ciências Fisiológicas, na área de Ciências Fisiológicas II, como requisito parcial para obtenção do título de “mestre”.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Ana Cristina Rodrigues Lacerda

Coorientador: Prof. Dr. Cândido Celso Coimbra

DIAMANTINA - MG

2010

A minha mãe, que nunca mediu esforços para a concretização deste sonho;
Ao meu pai, minha irmã e familiares pela presença constante em minha vida;
Ao Lucas, por caminhar, estar sempre ao meu lado e sempre disposto a me auxiliar nas coletas dos dados, manutenção dos aparelhos, revisão dos artigos...

AGRADECIMENTOS

A minha querida orientadora, professora Dr.^a Ana Cristina Rodrigues Lacerda, pela presença constante em todo o desenvolvimento do estudo, pela orientação, confiança, palavras amigas e tranquilizadoras durante meus momentos de ansiedade e paciência durante meus primeiros passos;

Ao professor Dr. Cândido Celso Coimbra, por me acolher tão bem na minha chegada ao Programa Multicêntrico de Pós-Graduação em Ciências Fisiológicas e me ter oferecido todo o suporte durante a realização das disciplinas;

Aos professores Fabiano Amorim e Gustavo Brito, por acreditarem nesse programa e nos incentivarem a sermos melhores como profissionais;

Aos professores Wellington Fabiano, Victor Hugo, Adriana Parentoni, Etel Vieira e Vanessa Amaral, por auxiliarem nas correções dos artigos;

Ao professor Adriano, pelo auxílio na coleta dos dados e amadurecimento em conjunto;

As minhas queridas alunas de iniciação, Rosalina Tossige e Camila Neves, que estavam sempre dispostas com as incansáveis coletas aos finais de semana e por formarmos uma verdadeira equipe;

A todos meus colegas da disciplina de Seminários de Pesquisa, sempre auxiliando na construção deste projeto;

A Adriana, que sempre fez questão de encaminhar e auxiliar na busca de voluntários;

A todos os professores do Departamento de Fisioterapia, que sempre compreenderam e apoiaram meu estudo;

Aos meus novos colegas do Multicêntrico, laboratórios do Instituto de Ciências Biológicas e Departamento de Educação Física da Universidade Federal de Minas Gerais, que compartilharam comigo a angústia e ansiedade da realização de disciplinas e coletas de dados;

A Tatão, Cândida e Dona Delza por todo o apoio e palavras de incentivo durante todo o mestrado;

Aos mentores da Proposta de Criação do Programa Multicêntrico, por nos terem oferecido a oportunidade de ingressar em um programa tão inovador e com tantas oportunidades de amadurecimento;

Às agências de fomento CAPES, FAPEMIG e CNPq, pelo apoio financeiro.

RESUMO

Quantificar o consumo de oxigênio e a frequência cardíaca durante a adição de vibração de todo o corpo aos exercícios de agachamento em idosos e investigar os efeitos do treinamento com exercícios de agachamento associados à vibração de todo o corpo no desempenho funcional e no autorrelato do estado da osteoartrite de joelho em idosos foi o objetivo deste estudo. O consumo de oxigênio e a frequência cardíaca foram avaliados em repouso e durante os exercícios de agachamento com e sem vibração a 40 Hz de frequência e amplitude de 4 mm, de forma aleatória com intervalo mínimo de 24 horas em 18 idosos (15 mulheres e 3 homens, com idade média de 72 ± 6 anos de idade). Para verificar os efeitos da adição de vibração de todo o corpo ao treinamento com exercícios de agachamento, 35 idosos com osteoartrite de joelho, com diagnóstico confirmado por exame clínico e radiográfico, foram avaliados em três momentos distintos: três semanas anteriores ao início do programa, antes e imediatamente após 12 semanas de intervenção. Os voluntários foram alocados aleatoriamente em três grupos: um grupo de intervenção que realizou o programa de agachamento em associação com o estímulo vibratório, promovido pela plataforma vibratória (GPV, N: 12), um grupo exercício que realizou o mesmo programa de agachamento sem vibração (GE, N: 11) e um grupo controle que não realizou nenhum exercício durante o período do estudo (GC, N: 12). Todos os voluntários realizaram quatro testes de desempenho funcional, mensurados de forma direta (Escala de Equilíbrio de Berg, *Timed Get Up and Go*, Teste de Levantar e Sentar na Cadeira e Teste de Caminhada de 6 Minutos), e avaliação do autorrelato do estado da osteoartrite pelo *Western Ontario McMaster Universities Osteoarthritis Index* (WOMAC). A vibração de todo o corpo associada aos exercícios de agachamento promoveu um aumento adicional de cerca de 20 % no consumo de oxigênio e de 7,5 % na frequência cardíaca. Além disso, verificou-se que o programa proposto para o GPV aprimorou o desempenho em todos os testes funcionais e em todos os domínios do WOMAC. Já o GE apresentou melhora no autorrelato da dor (WOMAC) e aprimorou o desempenho apenas nos testes de Equilíbrio de Berg e de Caminhada de 6 minutos. Não houve mudança nos testes de desempenho funcional e nos domínios do WOMAC no grupo controle. Embora o estímulo vibratório tenha intensificado o consumo de oxigênio e frequência cardíaca durante os exercícios de agachamento, esse aumento pode ser insignificante do ponto de vista clínico. Além disso, a adição da vibração ao treino com exercícios de agachamento melhorou o

desempenho funcional e o autorrelato do estado da doença em idosos com osteoartrite de joelhos.

Palavras-Chave: Idosos. Plataforma Vibratória. Agachamento. Frequência Cardíaca. Consumo de oxigênio. Osteoartrite.

ABSTRACT

Quantify the oxygen consumption and heart rate when vibration is applied to whole body during squat exercises in elderly and investigate the effects of whole body vibration on the functional performance and self-reported disease status of elderly patients with knee osteoarthritis it was the objective this study. The oxygen consumption and heart rate were evaluated in 18 elderly individuals, 15 females and 3 males with a mean age of 72 ± 6 years, who were randomly submitted to 3 experimental situations. The measurements were taken during rest and during the performance of squatting exercises (8 series of 40 seconds with 40 seconds of rest between series; performing squats in 3-second cycles with 10-60 degrees of flexion) without or with vibration at a frequency of 40 Hz and amplitude of 4 mm. To verify the effects of the addition of the whole body vibration to the training with squatting exercises, 35 elderly with knee osteoarthritis, with diagnosis confirmed by clinical exams and radiographic, were evaluated at three different moments: three weeks before initiating training, immediately prior to training and immediately after 12 weeks of intervention, using four functional performance tests [the Berg Balance Scale (BBS), the Timed Get Up and Go Test (TGUG), the Chair Stand Test (CST) and the 6-Minute Walk Test (6MWT)] as well as a self-report from the patients on the status of their disease, assessed using the Western Ontario McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC). The participants were randomized into three groups: in the first group, patients performed squatting exercises on a vibrating platform over a 12-week period (vibration group; $n=12$); in the second group, patients performed squatting exercises without vibration over the same 12-week time period (exercise group; $n=11$); while the third group of patients were given no exercise training during the study (control group; $n=12$). Associating whole body vibration with squatting exercises resulted in an additional increase of 20% in oxygen consumption and 7.5% in heart rate in elderly. In addition, whole body vibration training associated with squatting exercises improved performance in all the functional tests and in all the domains of the WOMAC scale. In the exercise group, performance improved BBS and 6MWT and in the pain domain of the WOMAC scale. No change from baseline occurred in any of the tests performed on patients in the control group. Although the vibratory stimulus has increased oxygen consumption and heart rate during squatting exercises, this elicited increase may be insufficient to improve cardiovascular fitness. Moreover, vibration training associated with squatting exercises

improved functional performance measured both directly and indirectly in elderly patients with knee osteoarthritis.

Key words: Elderly. Vibratory Platform. Squatting. Heart Rate. Oxygen Consumption. Osteoarthritis.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Interação dos fatores etiológicos da osteoartrite de joelhos.....	21
Figura 2- Integração entre sinais, sintomas e fatores etiológicos da osteoartrite de joelhos	23
Figura 3- Avaliação do consumo de oxigênio e da frequência cardíaca durante os exercícios de agachamento com e sem vibração de todo o corpo.	35
Figura 4- Aferição da aceleração da plataforma vibratória	36
Figura 5- Fluxograma do estudo. O teste 1 representa a avaliação na 3ª semana anterior ao início do treinamento. O teste 2 representa a avaliação imediatamente antes do treinamento e o Teste 3 representa a avaliação final	38
Figura 6- Desenho esquemático do estudo 2- Verificação dos efeitos da adição da vibração de todo o corpo ao treinamento com exercícios de agachamento em idosos com osteoartrite de joelhos	39
Figura 7- Posicionamento adotado para o exame radiográfico.	42
Figura 8- Valores médios de consumo de oxigênio (mLO ₂ -kg-min) (A) e frequência cardíaca (bpm) (B) sob 3 diferentes condições. N = 18. * Diferença significativa da condição de repouso (P < 0,05). ** Diferença significativa da condição de agachamento (P < 0,05)....	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Progressão do treinamento utilizando exercícios de agachamento sem (GE) e com vibração de todo o corpo (GPV)	41
Tabela 2- Valor médio (bpm) e percentual (%) da frequência cardíaca máxima (FC_{max}) prevista para a idade, bem como valores médios de frequência cardíaca (FC; bpm) e percentuais da FC_{max} prevista para a idade (%) em repouso e durante o exercício de agachamento sem e com vibração de todo o corpo. N = 18. * Diferença significativa da condição de repouso ($P < 0,05$). ** Diferença significativa da condição de agachamento ($P < 0,05$).	49
Tabela 3- Dados antropométricos e classificação da osteoartrite entre grupos no momento inicial, segundo critérios radiográficos. Dados apresentados em média e erro-padrão. * $p < 0,05$	49
Tabela 4- Desempenho funcional dos grupos estudados. Dados apresentados em média e erro-padrão. * $p \leq 0,05$ comparado com a avaliação inicial	50
Tabela 5- Avaliação do autorrelato do estado da OA de joelhos nos grupos estudados avaliados por meio dos 3 domínios que compõem o questionário WOMAC (<i>Western Ontario and McMaster Universities OA Index</i>). Dados apresentados como média e erro-padrão. * $p \leq 0,05$ comparado com a avaliação inicial.	51

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

EEB- Escala de Equilíbrio de Berg

ESF- Estratégia de Saúde da Família

BPM- Batimentos por Minuto

FC- Frequência Cardíaca

%FCmax- Porcentagem da Frequência Cardíaca Máxima

IL- Interleucina

MEEM- Mini-Exame do Estado Mental

OA- Osteoartrite

TC6'- Teste de caminhada de 6 minutos

TGUG- Timed Get Up and Go

TSLC- Teste de Sentar e Levantar da Cadeira

VO2- Consumo de oxigênio

WOMAC- “Western Ontario and McMaster Universities OA Index”

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	15
1.1 Envelhecimento populacional.....	15
1.2 Envelhecimento, funcionalidade e incapacidade.	17
1.3 Osteoartrite	18
1.3.1 Epidemiologia.....	18
1.3.2 Aspectos clínicos e fisiopatológicos	19
1.3.3 Avaliação diagnóstica clínica e funcional	23
1.3.4 Tratamentos	25
1.4 Treinamento de Vibração de Todo o Corpo	26
1.4.1 Definição.....	26
1.4.2 Treinamento com exercícios de agachamento associado com a vibração de todo o corpo	27
1.4.3 Indicações do treinamento de vibração de todo o corpo.....	28
1.4.4 Caracterização dos exercícios de agachamento com e sem vibração de todo o corpo em idosos	28
2 JUSTIFICATIVA	30
3 OBJETIVOS	31
3.1 Objetivo Geral	31
3.2 Objetivos Específicos	31
3.3 Hipóteses.....	31
4 MATERIAIS E MÉTODOS	32
4.1 ESTUDO 1: Caracterização dos exercícios de agachamento associados ou não com a vibração de todo o corpo	33
4.1.1 Avaliação do consumo de oxigênio e frequência cardíaca em repouso e durante exercícios de agachamento com e sem vibração de todo o corpo	34

4.1.2 Mensuração da aceleração da plataforma vibratória.....	36
4.2 ESTUDO 2: Efeitos da adição de vibração de todo o corpo ao treinamento com exercícios de agachamento em idosos com osteoartrite de joelhos	36
4.2.1 Procedimentos.....	38
4.2.2 Avaliação Radiográfica	41
4.2.3 Teste clínico utilizado para triagem dos voluntários	42
4.2.4 Instrumentos de avaliação.....	43
4.2.4.1 Questionário WOMAC	43
4.2.4.2 Avaliação dos testes funcionais mensurados de forma direta.....	43
4.3. Análise estatística dos dados	47
 5 RESULTADOS	48
5.1 Estudo 1: Caracterização dos exercícios de agachamento associados ou não com a vibração de todo o corpo.....	48
5.2 Estudo 2: Efeitos da adição de vibração de todo o corpo ao treinamento com exercícios de agachamento em idosos com osteoartrite de joelhos	49
 6 DISCUSSÃO	52
 7 CONCLUSÕES.....	57
 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	58
 ANEXOS E APÊNDICES	68
ANEXO A- Mini-Exame do Estado Mental	68
ANEXO B- Escala de Equilíbrio de Berg	70
ANEXO C- WOMAC	71

APÊNDICE A- Carta de Aprovação do CEP	74
APÊNDICE B- Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	75
APÊNDICE C- Ficha de Avaliação Clínica e Radiográfica	77
APÊNDICE D- Artigo 1: Oxygen consumption and heart rate during squat exercise with or without whole-body vibration in the elderly.	79
APÊNDICE E- Artigo 2: The clinical efficacy of vibration training in the treatment of the elderly with knee osteoarthritis	91

1 INTRODUÇÃO

1.1 ENVELHECIMENTO POPULACIONAL

O envelhecimento populacional é um fenômeno observado mundialmente e ocorre devido à crescente expectativa de vida e à redução na taxa de fecundidade (BOWLING, 2009; NASRI, 2008).

A melhoria nas condições de saúde foi promovida com o desenvolvimento de novos fármacos, vacinas e antibióticos que permitiram o controle das doenças infecto-contagiosas; bem como as melhorias nas condições sociais, nos tratamentos hospitalares e de saneamento básico (RAMOS *et al.*, 1987). Devido a esses fatores, pode-se observar uma redução na taxa de mortalidade com consequente aumento na expectativa de vida (RAMOS *et al.*, 1987).

Ao contrário do que se imagina comumente, o processo de envelhecimento populacional resulta também do declínio da fecundidade e não exclusivamente do declínio da mortalidade. Uma população torna-se mais idosa à medida que aumenta a proporção de indivíduos idosos e diminui a proporção de indivíduos mais jovens, ou seja, para que uma determinada população envelheça, é necessário haver também uma menor taxa de fecundidade (NASRI, 2008; WONG; CARVALHO, 2006).

Para entender o processo de envelhecimento populacional no Brasil, deve-se observar como o crescimento proporcional da população idosa se desenvolveu. De 1970 a 2000, o grupo etário composto por pessoas acima de 65 anos cresceu de 3,5% para 5,5% respectivamente. Em 2050, esse grupo etário deverá responder por cerca de 20% da população brasileira. Esses fatos levarão a uma drástica mudança no padrão na pirâmide populacional brasileira (NASRI, 2008). Adicionalmente, é necessário observar o envelhecimento dentro da própria população idosa. Enquanto 17% dos idosos de ambos os gêneros tinham 80 anos ou mais de idade em 1970, esta mesma faixa etária em 2050 corresponderá a provavelmente 28% (NASRI, 2008; WONG; CARVALHO, 2006).

Essa transição demográfica acarreta também uma transição epidemiológica, o que significa que o perfil das doenças da população muda de modo radical, pois há a necessidade de aprender a controlar as doenças dos idosos, caracterizadas por seu perfil crônico-degenerativas. Em um país essencialmente jovem, as doenças são caracterizadas por eventos causados por moléstias infecto-contagiosas, cujo modelo de resolução é baseado no dualismo

cura-morte. O perfil de doenças no idoso muda para o padrão de doenças crônicas, portanto, o paradigma muda. Nesse caso, deve-se considerar a possibilidade de compensação-não compensação das doenças crônicas, ressaltando que o modelo de não compensação inclui maior disfunção e dependência (NASRI, 2008).

Além disso, sabe-se que a demanda por cuidados da saúde relacionada à população idosa é diferente daquela apresentada pelo resto da sociedade, devido à incapacidade funcional e ao processo degenerativo, que requerem grandes gastos em equipamentos, medicamentos e recursos humanos capacitados. A magnitude do aumento nos custos da assistência à saúde, em função do envelhecimento da população, advém, em parte, da proporção de idosos com problemas crônicos. Estima-se que entre 75% e 80% da população com 60 anos ou mais na América Latina têm pelo menos uma doença crônica (PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION, 2000). Uma estimativa conservadora para o Brasil, aplicando essa proporção, poderá resultar em um contingente de 27 milhões de idosos com doenças crônicas em 2025 e, aproximadamente 50 milhões, em 2050 (PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION, 2000).

Dadas as limitações do sistema público de saúde brasileiro, o rápido processo de envelhecimento aponta para a necessidade de se redefinirem as políticas de saúde para essa população, com o intuito de prevenir, ou pelo menos atenuar, o desamparo das gerações mais velhas. Com o progresso da transição epidemiológica no Brasil, a saúde pública deverá privilegiar políticas de prevenção, centralizando-se, por exemplo, nas doenças crônicas que, sem atenção médica, muito frequentemente poderão gerar incapacidades funcionais tais como dificuldades para caminhar, subir e descer escadas, etc. Entre as demais prioridades está, sem dúvida, a formação de recursos humanos para serviços geriátricos e gerontológicos, desde o nível primário de atenção (WONG; CARVALHO, 2006).

Na verdade, envelhecer, para a maioria, é conviver com uma ou mais doenças crônicas. O conceito de envelhecimento ativo pressupõe a independência funcional como principal marcador de saúde. A capacidade funcional, que é a habilidade de realizar atividades cotidianas de forma independente, surge, portanto, como um novo paradigma de saúde (VERAS *et al.*, 1987). Por esses motivos, o campo de estudo em geriatria e gerontologia ganha importância fundamental, pois, ao atentar para o diagnóstico e o tratamento adequado das disfunções da população idosa, estaremos promoverá uma maior independência para esse grupo etário (NASRI, 2008).

1.2 ENVELHECIMENTO, FUNCIONALIDADE E INCAPACIDADE

O envelhecimento é um processo biológico e universal, com declínio das capacidades físicas, psicológicas e comportamentais de maneira irreversível. É caracterizado por uma maior susceptibilidade tanto celular, tecidual, orgânica e sistêmica às agressões do meio interno e externo (ZASLAVSKY; GUS, 2002).

Entre as principais mudanças no organismo relacionadas com o aumento da idade estão as alterações na visão, na audição, no paladar e olfato, bem como modificações no campo somatossensorio. Além dessas alterações, enfoque especial deve ser dado às modificações no sistema músculo-esquelético, pois estas podem reduzir a mobilidade do indivíduo com conseqüente geração de incapacidade funcional (CONOLLY, 2006).

O declínio progressivo na massa, força e potência muscular, relacionado com a idade, é denominado sarcopenia do envelhecimento. Interessantemente, essas mudanças musculares relacionadas com o envelhecimento são observadas entre adultos saudáveis e ativos com uma taxa de perda muscular de 1-2% ao ano após os 50 anos de idade. A sua prevalência é de 25% nos indivíduos com mais de 70 anos e 40% nos indivíduos com mais de 80 anos. A sarcopenia representa um fator de risco para quedas e perda da independência funcional e é preditiva de disfunção, diminuição da mobilidade e apresenta alta relação com mortalidade em idades avançadas. Perdas da mobilidade resultantes de diminuição da função muscular predizem as principais disfunções físicas e são associadas com pior qualidade de vida, bem como a exclusão social. Portanto, o impacto econômico e social da sarcopenia em idosos é de grande magnitude (ZHONG *et al.*, 2007).

Outra alteração comumente observada com o envelhecimento é a mudança na mecânica cardiorrespiratória. Mudanças na complacência pulmonar são notadas com o avançar da idade e tem importante impacto na função pulmonar. A capacidade vital declina enquanto que a capacidade e o volume residual aumentam com o envelhecimento. As funções de trocas gasosas pulmonares também são afetadas pela idade. A redução na distribuição de fluxo sanguíneo para o pulmão ocorre devido à resistência para trocas gasosas nos pequenos vasos sanguíneos. Como conseqüência, o idoso apresenta uma piora do condicionamento cardiorrespiratório e menor capacidade para a realização de atividades aeróbicas (RAVAGNANI *et al.*, 2005).

O envelhecimento também compromete a habilidade do sistema nervoso central em realizar o processamento dos sinais vestibulares, visuais e proprioceptivos responsáveis pela

manutenção do equilíbrio corporal, bem como diminui a capacidade das reações adaptativas, com consequente instabilidade postural, que é um dos principais fatores que limita as atividades de vida diárias do idoso (CONOLLY, 2006).

Todas essas alterações relacionadas com envelhecimento, podem levar a uma pior auto-percepção do estado da saúde no idoso. Alves *et al.* (2007), com o objetivo de coletar informações sobre as condições de saúde do idoso, realizaram aplicação de questionário quanto à percepção autorrelatada do estado atual da saúde em 2.143 voluntários. Como resultado, 53,8% dos entrevistados consideraram a sua saúde regular ou má e esse alto índice foi relacionado com a presença de doença crônica concomitante. Entre as doenças crônicas mais frequentes estavam a hipertensão arterial sistêmica com 53,3% dos casos; artrite-osteoartrite-reumatismo com 31,7% e diabetes mellitus com 17,9%. Dessa forma, pode-se verificar que a osteoartrite (OA) foi a segunda doença mais prevalente nessa população, e a presença de incapacidade funcional relacionada à osteoartrite parece ser um fator determinante na auto-avaliação da percepção de saúde nos idosos (ALVES *et al.*, 2007).

1.3 OSTEOARTRITE

A osteoartrite (OA) é uma doença degenerativa osteoarticular, crônica e progressiva, de etiologia multifatorial que se manifesta por artralgia, rigidez e limitação da função articular, com perda progressiva e reparação inadequada da cartilagem associada com remodelagem óssea subcondral. Entre as doenças reumáticas é a mais frequente em toda a população mundial (COIMBRA *et al.*, 2002).

1.3.1 EPIDEMIOLOGIA

Sua prevalência aumenta com a idade, em torno de 7% entre pessoas de 65-70 anos e de 11,2% entre aqueles com idade superior a 80 anos (MARX *et al.*, 2006). O estudo de Jordan *et al.* (2003) indica que a OA seria a quarta causa mais importante de incapacidade funcional entre as mulheres e a oitava entre os homens. Estudos radiográficos mostram que algumas alterações articulares, tais como presença de osteófitos nas bordas articulares, ocorrem em 30% de homens e mulheres acima de 65 anos, no entanto apenas um terço desses indivíduos é sintomático (BEDSON; CROFT, 2008).

As articulações mais frequentemente acometidas são a metatarsofalângica do hálux, os joelhos, os quadris e as mãos, além da coluna vertebral nos segmentos lombar e cervical (GOLDRING, M.; GOLDRING, S., 2007). A OA de joelho acomete a população brasileira com 37% dos casos (VASCONCELOS *et al.*, 2006).

Estudos epidemiológicos têm revelado que há fatores de risco endógenos e exógenos para o desenvolvimento da OA de joelhos. Entre os fatores de risco endógenos que merecem destaque estão a idade, o gênero, a hereditariedade, a origem étnica (mais comum em descendentes europeus) e as mudanças fisiológicas pós-menopausa. Entre os fatores de risco exógeno-modificáveis são mencionados macrotraumas, microtraumas repetitivos, excesso de peso, cirurgias articulares e fatores relacionados ao estilo de vida (MARTEL-PELLETIER; PELLETIER, 2010; MICHAEL *et al.*, 2010).

1.3.2 ASPECTOS CLÍNICOS E FISIOPATOLÓGICOS

Entre as várias estruturas que compõem a articulação do joelho, a cartilagem hialina é o principal alvo da OA. Porém, deve ser enfatizado que, além dessa estrutura, outros componentes da articulação são afetados por essa doença, tais como: os componentes ósseos, ligamentos e meniscos e também a musculatura peri-articular (COIMBRA *et al.*, 2002).

A OA parece resultar de um sistema complexo de interação entre sistemas mecânicos, biológicos, moleculares e enzimáticos e a consequência final é uma destruição do tecido articular derivado de uma falência das células que mantêm o equilíbrio homeostático entre síntese e degeneração dos componentes da cartilagem (BRONDELLO *et al.*, 2010; MARTEL-PELLETIER; PELLETIER, 2010).

Em todos os estágios da doença, o processo degenerativo excede o processo regenerativo, promovendo uma progressiva lesão articular. Este fato parece ocorrer quando o equilíbrio fisiológico entre a síntese e degradação favorece o catabolismo da matriz extracelular (BONDENSON *et al.*, 2006; GOLDRING, M.; GOLDRING, S., 2007; MARTEL-PELLETIER; PELLETIER, 2010; WU *et al.*, 2002). Além do mais, há também a participação e função da inflamação sinovial. A sinovite parece resultar da síntese e liberação de muitos fatores que afetam a cartilagem. Achados indicam que a inflamação sinovial pode ser o componente inicial que leva ao estágio clínico da OA. Adicionalmente, evidências sugerem que as mudanças no osso subcondral e meniscos estão fortemente envolvidas com a progressão da doença e há dados que indicam que alterações no osso subcondral precedem

mudanças na estrutura da cartilagem (BONDENSON *et al.*, 2006; MARTEL-PELLETIER; PELLETIER, 2010; OEGEMA, 2007; WANG *et al.*, 2006).

Embora a OA seja considerada por muitos estudiosos como uma inflamação articular local, há evidência de resposta inflamatória sistêmica exibida pela resposta imune de células T, bem como a presença de marcadores inflamatórios no sangue periférico, principalmente por citocinas inflamatórias e produção de anticorpos (SAKKAS; PLATSOUKAS, 2007).

A inflamação é, portanto, o fator que contribui para a alteração na função dos condrócitos, favorecendo o desequilíbrio entre atividades anabólicas e catabólicas na remodelação da matriz extracelular da cartilagem. Evidências indicam ainda que os condrócitos produzem e-ou respondem às citocinas e quimiocinas presentes nos tecidos articulares e fluido sinovial, diminuindo assim a atividade anabólica (TETLOW *et al.*, 2001; WANG *et al.*, 2006). A relação entre o aumento dos níveis de enzimas catabólicas e mediadores inflamatórios como prostaglandinas e óxido nítrico, assim como o aumento nos níveis de interleucina-1 e fator de necrose tumoral (TNF) já são bem documentados (TETLOW *et al.*, 2001; WU *et al.*, 2002), embora, o mecanismo responsável por iniciar a produção desses mediadores inflamatórios não seja bem compreendido (GOLDRING, M.; GOLDRING, S., 2007).

Alguns estudos com mediadores inflamatórios também têm demonstrado que a gravidade da degeneração da cartilagem articular parece estar associada à elevação dos níveis plasmáticos de outras citocinas, entre elas a Interleucina 6 (IL 6), cuja elevação é um dos fatores para o agravamento de degeneração da cartilagem articular (LIVSHITS *et al.*, 2009) (FIG. 1).

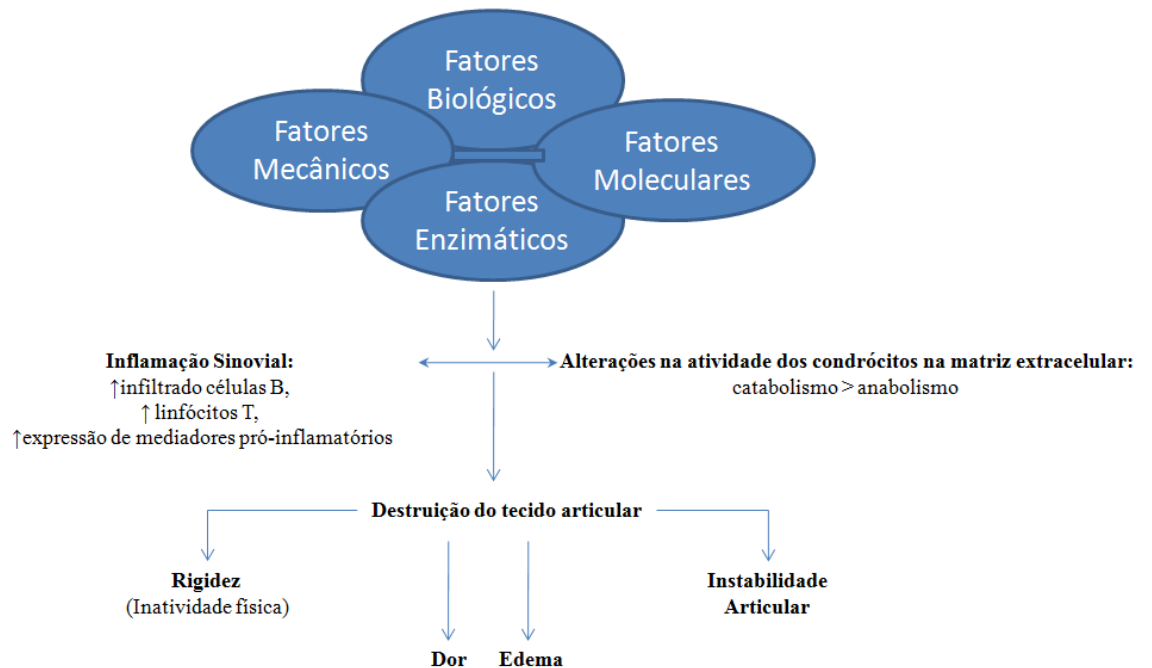


FIGURA 1- Interação dos fatores etiológicos da OA.

Os sinais e sintomas, bem como as alterações articulares advindas da OA são bem conhecidos, no entanto, as causas etiológicas que geram essas mudanças primárias e que resultam em distúrbios no processo de remodelagem ainda precisam ser melhor estudadas (MARTEL-PELLETIER; PELLETIER, 2010).

Em geral, os sintomas desenvolvem-se gradualmente e a dor em repouso é o primeiro indicativo do aparecimento da OA. Com a progressão da doença, a dor ocorre também com a prática de exercícios físicos. Em alguns casos, a articulação pode apresentar-se rígida depois de dormir ou após inatividade prolongada. Contudo, essa rigidez costuma desaparecer 30 minutos depois do início do movimento na articulação. A articulação pode perder a mobilidade e inclusive ficar completamente rígida em uma posição incorreta à medida que piora a lesão provocada pela OA. O novo crescimento da cartilagem, do osso e dos outros tecidos também são observados e podem aumentar o tamanho das articulações. A cartilagem áspera faz com que as articulações crepitem ao mover-se. Além desses sintomas, os ligamentos que sustentam a articulação distendem-se de tal maneira que essa se torna instável (ZACARON *et al.*, 2006).

Há algumas hipóteses sobre como os sinais e sintomas da OA desenvolvem-se. Acredita-se que a inflamação presente no tecido sinovial desencadeia mudanças no sistema

nervoso periférico, afetando os sinais aferentes nociceptivos da articulação e das estruturas peri-articulares e essas informações passam a ser interpretadas como dor no sistema nervoso central (FELSON, 2009).

O quadro de rigidez, ou limitação do movimento, após períodos de repouso-inatividade, parece estar associado com uma má coordenação muscular na articulação, devido a um déficit nas informações eferentes do sistema nervoso central para a estrutura articular. Parece haver também influência de uma pior lubrificação articular limitando a excursão dos movimentos articulares. A dor e o possível aumento do fluido intra-articular (edema gerado por uma alteração na produção do fluido), que são comuns em afecções articulares como a OA, sensibilizam os mecanorreceptores capsulares que emitem sinais para interneurônios inibitórios medulares os quais inibem os motoneurônios alfa e, consequentemente, os sinais que seriam transmitidos aos grupos musculares, principalmente ao quadríceps. Esse fenômeno é denominado inibição muscular artrogênica e é, provavelmente, gerado pela informação aferente anormal que parte da articulação afetada, resultando na ativação diminuída dos músculos que ali agem (McNAIR *et al.*, 1996).

Outra consequência da AO, que deve ser salientada, é a diminuição da acuidade proprioceptiva que pode levar a um quadro de instabilidade articular. Entre os fatores que influenciam essa redução na propriocepção articular podemos destacar a inatividade e a deterioração das estruturas periarticulares (FELSON, 2009; HUBBARD *et al.*, 2010) (FIG. 2).

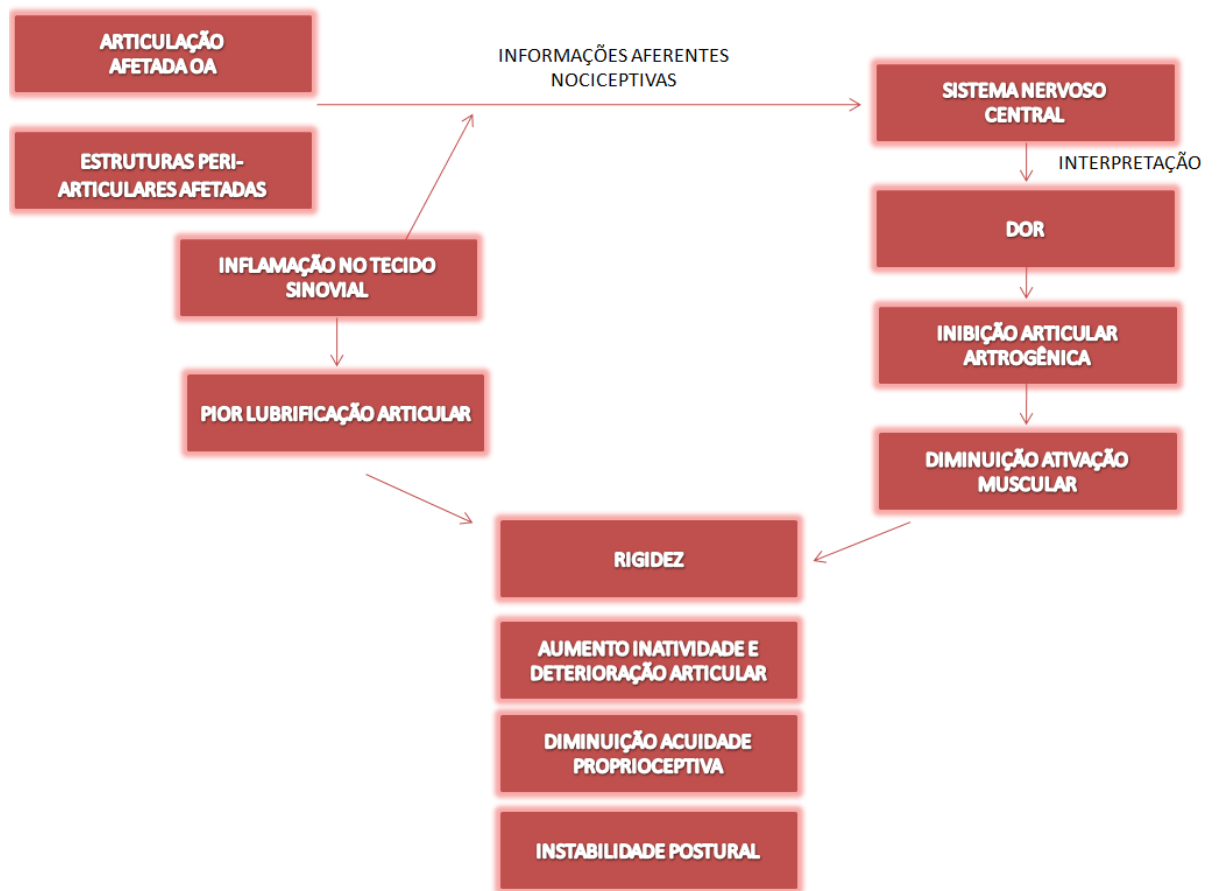


FIGURA 2- Integração entre sinais, sintomas e fatores etiológicos da OA de joelhos

1.3.3 AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA CLÍNICA E FUNCIONAL

O objetivo da avaliação clínica é comprovar a presença de OA. Um diagnóstico preciso possibilita um melhor prognóstico e tratamento da doença. Os elementos essenciais de uma avaliação diagnóstica são: o histórico da doença, exames físicos, estudos de imagens radiológicas e avaliações funcionais (MICHAEL *et al.*, 2010).

Histórico da doença: Pacientes acometidos pela OA frequentemente relatam dor ao movimento, que tipicamente ocorre quando o movimento é iniciado ou quando o paciente inicia uma caminhada. A dor é comumente descrita como dor em pontadas. Com a progressão da OA, a dor permanece de forma contínua e inicia-se uma fase de declínio na funcionalidade do indivíduo (MICHAEL *et al.*, 2010; VASCONCELOS *et al.*, 2006).

Exames físicos: O exame físico deve incorporar todos os achados relevantes, incluindo dados de palpação e inspeção, avaliações de amplitude de movimento e aplicação de testes especiais quando necessário, tais como: avaliação da estabilidade de ligamentos, testes de meniscos e análise da marcha-deambulação. A situação da articulação femoro-patelar também

deve ser avaliada para a verificação de sinais de irritação e mobilidade patelar (MICHAEL *et al.*, 2010).

Estudos de imagens radiológicas: Um sistema amplamente utilizado para a classificação radiográfica da OA de joelho foi descrito por Kellgren e Lawrence (1957) com quatro graus de gravidade:

Grau I, com pequenos osteófitos e significância clínica duvidosa;

Grau II, com osteófitos claros e redução leve do espaço articular;

Grau III, com redução moderada do espaço articular;

Grau IV, com grande redução do espaço articular e com esclerose subcondral.

Porém, a presença de alterações radiográficas nem sempre pode ser relacionada com o quadro clínico, sendo, portanto, necessário que a abordagem terapêutica e de reabilitação seja também direcionada aos sintomas clínicos apresentados pelo paciente, tais como a intensidade da dor, declínio funcional, função muscular e a percepção da própria incapacidade. Por isso, o Colégio Americano de Reumatologia estabeleceu os critérios para o diagnóstico da OA de joelho. Esses critérios oferecem uma classificação com 91% de sensibilidade e 86% de especificidade por intermédio da associação entre os achados clínicos e os dados radiográficos (HINTON *et al.*, 2002).

Os itens para o diagnóstico clínico são: 1) dor no joelho na maioria dos dias do mês anterior, 2) crepitação durante o movimento ativo, 3) rigidez matinal de duração menor ou igual a 30 minutos, 4) idade igual ou superior a 38 anos; 5) alargamento ósseo do joelho ao exame físico. Caracterizam-se como diagnóstico clínico de OA se os itens 1, 2, 3 e 4 ou 1, 2 e 5 ou ainda se 1, 4 e 5 estiverem presentes concomitantemente. Já os itens para diagnóstico clínico e radiográfico são: 1) dor no joelho na maioria dos dias do mês anterior, 2) osteófitos nas margens articulares (aos exames radiográficos), 3) líquido sinovial típico da OA (laboratório), 4) idade igual ou maior que 40 anos, 5) rigidez matinal de duração menor ou igual a 30 minutos, 6) crepitações durante o movimento ativo. Representam um diagnóstico clínico e radiográfico de OA de joelho se os itens 1 e 2, ou 1, 3, 5 e 6 ou ainda 1, 4, 5 e 6 estiverem presentes de forma associada.

Avaliação funcional: Funcionalidade e incapacidade estão relacionadas às condições de saúde do indivíduo. Elas identificam o que uma pessoa “pode ou não pode fazer na sua vida diária”, tendo em vista as funções dos órgãos ou sistemas e estruturas do corpo, assim como as limitações das atividades e da participação social no meio ambiente onde a pessoa vive (FARIAS; BUCHALLA, 2005).

A incapacidade funcional na OA é um processo complexo que envolve a interação de diversos fatores, entre eles, a gravidade da doença, patologias associadas tais como depressão, doenças cardíacas e pulmonares, fatores sociais e ambientais (ETTINGER; AFABLE, 1994), e, ainda, nível de dor, obesidade e diminuição da força muscular do membro inferior (CREAMER *et al.*, 2000). Portanto, testes que avaliam o desempenho funcional são importantes ferramentas para a avaliação da efetividade clínica das intervenções terapêuticas.

Os níveis de incapacidade funcional podem ser avaliados por meio da auto-percepção da doença utilizando, para isso, escalas e-ou questionários validados, como também por meio da aplicação de testes de desempenho funcional que avaliam de forma direta a execução de tarefas cotidianas frente a um examinador (HERNANDES; BARROS, 2004).

Os testes de desempenho funcional apresentam diversas vantagens como, por exemplo, validade mais evidente nas observações diretas; melhor reprodutibilidade e sensibilidade; oportunidade de confrontar a capacidade máxima de execução das tarefas com a atividade usual; menor influência de fatores como déficit cognitivo, educação, língua e cultura (HERNANDES; BARROS, 2004).

Um estudo que comprova a forte correlação entre os testes de desempenho funcional e os testes clínicos é o estudo de Gur e Çakin (2003) que avaliaram alguns testes de desempenho funcional (teste de velocidade da marcha, levantar e sentar da cadeira e subir e descer escadas) e correlacionaram os resultados obtidos com a relação entre o torque concêntrico e excêntrico dos músculos isquiotibiais e quadríceps (IQT-QUA) mensurados pelo dinamômetro isocinético (Cybex 6000) em pacientes com osteoartrite de joelhos. Os autores observaram que há alta correlação entre a relação do torque isocinético IQT-QUA e o desempenho funcional nos pacientes com OA de joelho (GUR; ÇAKIN, 2003).

1.3.4 TRATAMENTOS

Vários são os tratamentos disponíveis para a melhora do quadro clínico da OA: tratamentos não-farmacológicos, farmacológicos e intervenções cirúrgicas. Apesar da disponibilidade dos tratamentos oferecidos, opta-se inicialmente por intervenções não-farmacológicas por não possuírem efeitos colaterais deletérios e por serem menos agressivas para o paciente (JAMTVEDT *et al.*, 2008).

O objetivo dos tratamentos não-farmacológicos é o alívio dos sinais e sintomas da doença e, se possível, o retardo em sua progressão (MICHAEL *et al.*, 2010). Vários tipos de

tratamento têm sido utilizados para esse fim, entre eles: treinamento de força muscular (JAN *et al.*, 2008; MESSIER *et al.*, 2009; SHAKOOR *et al.*, 2008), acupuntura (LU *et al.*, 2010), redução do peso corporal (MESSIER *et al.*, 2009), exercícios de resistência muscular (LANGE *et al.*, 2009), diatermia (JAN *et al.*, 2006) exercícios aquáticos (HINMAN *et al.*, 2007; SCHENCKING *et al.*, 2009), bem como exercícios de vibração de todo o corpo (TRANS *et al.*, 2009).

1.4 TREINAMENTO DE VIBRAÇÃO DE TODO O CORPO

1.4.1 DEFINIÇÃO

A vibração de todo corpo é um método de treino neuromuscular em que o participante coloca-se de pé em uma plataforma que promove uma vibração sinusoidal vertical a uma frequência e amplitude estabelecida. Estes estímulos mecânicos são transmitidos ao corpo estimulando os receptores sensoriais, mais provavelmente os fusos musculares, conduzindo a uma maior ativação dos motoneurônios alfa e iniciando contrações musculares comparáveis ao “reflexo vibratório tônico” (BOGAERTS *et al.*, 2007; DELECLUSE *et al.*, 2003).

O exercício vibratório, realizado na plataforma vibratória, pode ser quantificado em cinco variáveis: amplitude, frequência, aceleração, tempo de exercício e tempo de descanso entre as séries. A amplitude é calculada como a metade da diferença entre o maior e o menor valor do deslocamento ocorrido durante a oscilação. No entanto, em alguns estudos reporta-se à amplitude total de deslocamento, ou seja, a diferença entre o menor e o maior valor do deslocamento. Em ambos os casos, a amplitude da vibração é referida em milímetros (mm). A frequência de vibração refere-se à taxa de repetições dos deslocamentos, por isso ela é medida em Hertz (Hz), ou seja, em ciclos por segundo. A aceleração imposta por um aparelho vibrando é determinada pela amplitude e pela frequência das oscilações. Sua magnitude é reportada em metros por segundo ao quadrado ($m \cdot s^{-2}$) ou em relação ao número de vezes que supera a aceleração gravitacional (g). A forma mais confiável para se medir a aceleração produzida por um aparelho é por meio de um acelerômetro (BATISTA *et al.*, 2007; RITTWEGER, 2009).

Os protocolos de exercícios podem ser manipulados por meio da escolha da amplitude e da frequência de vibração desejadas para o treinamento. Além disso, o treinamento pode ter a progressão da intensidade do estímulo vibratório modificando-se o número de séries

realizadas em uma sessão, o tempo do estímulo vibratório e do intervalo entre as séries, a frequência de treinamento semanal e a duração total do programa de treinamento (BATISTA *et al.*, 2007; RITTWEGGER, 2009).

A oscilação produzida pela plataforma vibratória propaga-se para todo o corpo do indivíduo. Contudo, as estruturas mais afetadas pela vibração são aquelas localizadas anatomicamente mais próximas ao eixo de vibração da plataforma. Além disso, os efeitos do estímulo vibratório parecem ser mais intensos quando combinados às contrações musculares como, por exemplo, durante exercícios de agachamento, sugerindo, portanto, que a intervenção com o treinamento de vibração de todo o corpo deva ser combinada com exercício ou atividade muscular vigorosa (BATISTA *et al.*, 2007).

1.4.2 TREINAMENTO COM EXERCÍCIOS DE AGACHAMENTO ASSOCIADO COM A VIBRAÇÃO DE TODO O CORPO

Os exercícios de agachamento (tríplice flexão de membros inferiores) envolvem movimentos multiarticulares executados com a extremidade distal fixa. Essa modalidade de exercício produz estresses e forças que oferecem menor risco às estruturas articulares comparado com exercícios que envolvem apenas uma articulação. Além disso, a co-contração dos músculos agonistas e antagonistas, que ocorre durante esses movimentos, tem sido considerada efetiva para o desenvolvimento da força dos músculos dos quadris, joelhos e tornozelos, bem como proporciona estabilização articular (FONSECA *et al.*, 2001).

O exercício de agachamento muscular é indicado para idosos, uma vez que mimetiza atividade funcional tal como sentar e levantar da cadeira, sendo capaz de promover um aumento na força muscular e melhorar o desempenho funcional de modo seguro e efetivo (BEVILAQUA-GROSSI *et al.*, 2005). Essa modalidade de exercício é frequentemente utilizada para essa população nos programas de condicionamento de atividades esportivas e recreativas, bem como durante atividades de reabilitação (CÂMARA, L. *et al.*, 2008; LEMOS *et al.*, 2008).

Vários estudos adicionam a vibração de todo o corpo aos exercícios de agachamento uma vez que esta associação parece intensificar as respostas neuromusculares por meio da ativação do reflexo tônico vibratório, aumentando a sincronia das unidades motoras e proporcionando maior eficiência neuromuscular (BOGAERTS *et al.*, 2007; DELECLUSE *et al.*, 2003; FJELDSTAD *et al.*, 2009; ROELANTS *et al.*, 2004; TRANS *et al.*, 2009).

1.4.3 INDICAÇÕES DO TREINAMENTO DE VIBRAÇÃO DE TODO O CORPO

Recentemente, o treinamento de vibração de todo o corpo tem sido recomendado como uma eficiente alternativa para o treinamento de força muscular (NORDLUND; THORSTENSSON, 2007) e propriocepção em indivíduos jovens e saudáveis (CHEUNG *et al.*, 2007); para aumento da densidade mineral óssea em idosos com osteoporose (VERSCHUEREN *et al.*, 2004); para déficits de equilíbrio corporal (BOGAERTS *et al.*, 2007) e para indivíduos com sequelas de lesões do sistema nervoso central, como no caso do acidente vascular cerebral (NES *et al.*, 2006).

Até onde se sabe apenas um estudo avaliou o efeito do treinamento de vibração de todo o corpo na força muscular, propriocepção e autorrelato do estado da doença em idosas com osteoartrite de joelhos. Observou-se que após o programa de treinamento de 8 semanas, com frequência semanal de duas vezes, houve aumento na força muscular isométrica, melhora proprioceptiva e redução no autorrelato de dor (TRANS *et al.*, 2009). No entanto, neste estudo não se avaliou o efeito dessas melhoras clínicas no desempenho funcional, mensurado de forma direta, nos idosos com OA de joelhos.

Como componentes físicos e redução do quadro algíco podem influenciar o desempenho funcional de atividades cotidianas, permanece uma lacuna na literatura sobre o efeito dessa modalidade de treinamento no desempenho funcional, medido de forma direta, e no autorrelato do estado da doença em idosos com OA de joelho.

1.4.4 CARACTERIZAÇÃO DOS EXERCÍCIOS DE AGACHAMENTO COM E SEM VIBRAÇÃO DE TODO O CORPO EM IDOSOS

Apesar de vários estudos demonstrarem a efetividade do treinamento vibratório (BOGAERTS *et al.*, 2007; DELECLUSE *et al.*, 2003; KAWANABE *et al.*, 2007; STEWART *et al.*, 2009), a idéia de promover um aumento no consumo de oxigênio e frequência cardíaca ainda é controversa e sofre algumas objeções, pois, acredita-se que a vibração cause somente um deslocamento passivo do corpo, sem nenhuma resposta metabólica (RITTWEGER *et al.*, 2001).

Em indivíduos jovens e saudáveis, Rittweger *et al.* (2001) encontraram aumento no consumo de oxigênio e frequência cardíaca durante a realização de exercícios de agachamento

realizados na plataforma vibratória comparado com exercícios de agachamento sem vibração. Cochrane *et al.* (2008b) registraram que o estímulo vibratório associado a exercícios de agachamento realizados por indivíduos ativos (3 segundos em extensão e 3 segundos em flexão) aumenta a taxa metabólica de modo similar a exercícios na bicicleta ergométrica a 70 Watt (COCHRANE *et al.*, 2008b).

Embora o estudo de Bogaerts *et al.* (2009) mostre que o treinamento com a vibração de todo o corpo melhora a capacidade cardiorrespiratória em idosos, somente um estudo quantificou os efeitos fisiológicos da vibração de todo o corpo em parâmetros metabólicos nessa população demonstrando um aumento no consumo de oxigênio em torno de 0,35 equivalente metabólico basal (COCHRANE *et al.*, 2008a). Entretanto, vale ressaltar que esse estudo utilizou apenas um parâmetro de vibração de todo o corpo e não houve exercícios de agachamento associados ao estímulo vibratório. Diante disso, ainda é obscuro na literatura se o estímulo vibratório associado com exercícios de agachamento resultaria em aumento no consumo de oxigênio e frequência cardíaca suficiente para promover adaptação fisiológica no sistema cardiovascular em idosos.

2 JUSTIFICATIVA

O treinamento de vibração de todo o corpo tem sido proposto para diversos fins, inclusive, para o tratamento da OA de joelhos em idosos. No entanto, para que uma intervenção seja capaz de gerar modificações nos sistemas muscular, cardiorrespiratório e metabólico, refletindo em melhoras fisiológicas e funcionais, é necessário que o estresse físico promovido seja suficiente e adequado para causar adaptações fisiológicas.

Assim, torna-se de extrema importância quantificar o estímulo vibratório associado com exercícios de agachamento a fim de verificar se a adição desse estímulo resultaria em um estresse físico suficiente para promover a adaptação fisiológica no sistema cardiovascular em idosos.

Além disso, é pertinente verificar quais os reais benefícios do treinamento com exercícios de agachamento com vibração de todo o corpo em idosos com OA de joelhos, uma vez que essa população apresenta um declínio progressivo da função muscular, da mobilidade, do equilíbrio corporal, bem como da capacidade para caminhar. Ressalta-se que todas essas alterações parecem influenciar diretamente a realização de atividades de vida diária e a independência funcional.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Quantificar o consumo de oxigênio e frequência cardíaca durante exercício de agachamento associado à adição da vibração de todo o corpo em idosos e investigar os efeitos do treinamento com exercícios de agachamento associados com vibração de todo o corpo no desempenho funcional e no autorrelato do estado da osteoartrite de joelho em idosos.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Avaliar o efeito da adição da vibração de todo o corpo aos exercícios de agachamento no consumo de oxigênio e na frequência cardíaca em idosos;
2. Avaliar o efeito de um programa de treinamento com exercícios de agachamento associado ou não à vibração de todo o corpo no equilíbrio postural estático e dinâmico, no desempenho de caminhada, na mobilidade, bem como na condição muscular dos membros inferiores de idosos com OA de joelho.
3. Avaliar o efeito de um programa de treinamento com exercícios de agachamento associado ou não à de vibração de todo o corpo no autorrelato de dor, rigidez e função física em idosos com OA de joelho.

3.3 HIPÓTESE

Acredita-se que a adição de vibração de todo o corpo aos exercícios de agachamento promova um aumento adicional no consumo de oxigênio e na frequência cardíaca em idosos. Além disso, o treinamento vibratório associado aos exercícios de agachamento melhora o desempenho nos testes funcionais, mensurados de forma direta e indireta, bem como reduz o autorrelato de dor e rigidez articular em idosos com osteoartrite de joelho.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

A realização deste estudo obedeceu aos princípios éticos para pesquisa envolvendo seres humanos, conforme Resolução 196-96 do Conselho Nacional de Saúde, recebendo a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal dos Vales dos Jequitinhonha e Mucuri (protocolo nº001-08).

Foram realizados dois estudos, um para quantificar o exercício vibratório em termos de consumo de oxigênio e frequência cardíaca em idosos (estudo 1) e outro estudo para verificar os reais efeitos desse treinamento no desempenho funcional em idosos com osteoartrite de joelho (estudo 2).

Para o estudo 1, os voluntários atenderam aos seguintes critérios de inclusão: ter idade igual ou superior a 60 anos e não ter participado de um programa de atividade física regular no último ano. Cada participante informou verbalmente seu estado de saúde e os medicamentos utilizados antes do início do estudo, sendo excluídos aqueles que apresentavam doenças respiratórias, cardíacas, metabólicas ou outras enfermidades descompensadas; apresentavam déficit cognitivo de acordo com o Mini-exame do estado mental (BRUCKI *et al.*, 2003); faziam uso de prótese de membro inferior e aqueles que não tinham controle esfincteriano (anal e vesical).

Para o estudo 2, os voluntários incluídos foram aqueles que atenderam aos seguintes critérios de inclusão: idade igual ou superior a 60 anos; ter diagnóstico de OA em pelo menos um dos joelhos, baseado nos critérios clínicos e radiográficos do “American College of Rheumatology” (HINTON *et al.*, 2002), com classificação I, II, III ou IV nos graus classificatórios de Kelgreen and Lawrence (KELLGREN; LAWRENCE, 1957); autorrelatar não ter tido trauma recente nos joelhos; não utilizar qualquer dispositivo de auxílio à locomoção (bengalas, muletas, andadores); autorrelatar não ter se submetido a tratamento fisioterapêutico ou outro procedimento qualquer de reabilitação nos últimos três meses, bem como não utilizar glicocorticóides há pelo menos dois meses antes do início do estudo. Foram excluídos aqueles que apresentavam doenças ortopédicas, neurológicas, respiratórias ou cardíacas agudas que impedissem a realização do exercício proposto; déficit cognitivo sugerido por um escore inferior àqueles compatíveis com a sua escolaridade ao realizarem o Mini-Exame do Estado Mental (BRUCKI *et al.*, 2003); pacientes com distúrbios vestibulares e aqueles que não tinham controle esfincteriano (anal e vesical).

Os idosos dos estudos foram recrutados por meio dos programas de Estratégia de Saúde da Família do município de Diamantina-Brasil (ESF), lista de espera para atendimento na clínica de Fisioterapia da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM) e encaminhamentos médicos, no período de julho a setembro de 2009.

4.1 ESTUDO 1: CARACTERIZAÇÃO DOS EXERCÍCIOS DE AGACHAMENTO ASSOCIADOS OU NÃO COM VIBRAÇÃO DE TODO O CORPO

Foram sujeitos do estudo 18 idosos (15 mulheres e 3 homens) que compareceram ao Laboratório de Fisiologia do Exercício da UFVJM durante 3 dias com um intervalo mínimo de 24 horas entre eles.

Todos os voluntários realizaram uma sessão de familiarização na plataforma, adotando o posicionamento a ser realizado durante a sessão experimental, bem como receberam uma sessão de exercício vibratório (familiarização), para evitar interferências no consumo de oxigênio e frequência cardíaca devido à ansiedade gerada pela realização de um exercício diferente dos convencionais.

As mensurações do consumo de oxigênio e da frequência cardíaca nas duas sessões experimentais (exercícios de agachamento com e sem vibração de todo o corpo) foram realizadas simultaneamente. Para cada voluntário do estudo, tomou-se o cuidado de realizar as sessões experimentais em dois dias distintos, com intervalo mínimo de 24 horas, procurando realizá-las sempre no mesmo horário do dia (turno da manhã). Os voluntários foram orientados a não realizarem, nas 24 horas anteriores às sessões experimentais, nenhum tipo de atividade física extenuante e manterem sua dieta rotineira antes de todas as sessões.

O protocolo experimental consistiu da realização do exercício de agachamento com ou sem vibração de todo o corpo. Os exercícios foram os mesmos em ambas as condições diferindo somente da presença da vibração (frequência de vibração de 40 Hz, 4 mm de amplitude e aceleração de 3,26 G). O exercício de agachamento consistiu de 8 séries de 40 segundos de exercícios de agachamento. Durante cada série de exercícios, os voluntários foram instruídos a realizarem 3 segundos de flexão isométrica de quadríceps a 60° e 3 segundos de flexão isométrica de quadríceps a 10°. Entre as séries, os indivíduos foram orientados a permanecerem 40 segundos em repouso, na posição ortostática, sobre a plataforma vibratória.

4.1.2 AVALIAÇÃO DO CONSUMO DE OXIGÊNIO E FREQUÊNCIA CARDÍACA EM REPOUSO E DURANTE EXERCÍCIOS DE AGACHAMENTO COM E SEM VIBRAÇÃO

Para a mensuração dos dados de consumo de oxigênio, utilizou-se o analisador de gases K4b2 (*Cosmed, Italy*) com dados coletados respiração-por-respiração. A mensuração da frequência cardíaca foi realizada por meio de um cardiofrequencímetro (POLAR RS800sd).

Para mensurar o consumo de oxigênio e a frequência cardíaca em repouso, os voluntários permaneceram assentados e em estado de vigília, em uma sala fechada com luzes apagadas e cortinas fechadas (LIRA *et al.*, 2007) durante 10 minutos. Os dados de consumo de oxigênio e frequência cardíaca foram coletados durante todo esse período, porém utilizou-se a média dos valores coletados durante os cinco últimos minutos para a análise. Imediatamente após as mensurações em repouso, os voluntários foram encaminhados para a plataforma vibratória adotando o correto posicionamento para o exercício e permaneceram nesta posição até que os valores de consumo de oxigênio e frequência cardíaca retornassem aos valores obtidos na posição previamente assumida. Após o retorno dos parâmetros fisiológicos às condições de repouso, os voluntários foram encaminhados para uma das duas condições de exercício (agachamento com ou sem vibração). Os dados de consumo de oxigênio e frequência cardíaca utilizados para a análise durante as sessões experimentais consistiam dos períodos em que o voluntário realizava os exercícios, não sendo analisados os períodos de intervalos entre as séries.

O exercício de vibração foi realizado em um modelo comercial de plataforma vibratória com o nome *FitVibe* (GymnaUniphy NV). Duas condições de exercícios foram realizadas: Agachamento sem vibração e agachamento com vibração a 40 Hz, com amplitude de 4 mm e aceleração de 3,26 G. A escolha desses parâmetros de vibração ocorreu devido ao fato de obtermos nesse protótipo uma faixa de aceleração entre 2 a 5 G que, de acordo com Delecluse *et al.* (2003), seriam os valores de aceleração suficientes para obtenção de efeitos fisiológicos. Antes de iniciar a coleta dos dados, os valores de aceleração da plataforma vibratória foram mensurados com a utilização de um acelerômetro (Mega Electronics Ltd., Kuopio, Finland).

Para todas as condições de exercício, os voluntários posicionavam-se na plataforma vibratória descalços, com os pés afastados a 14 cm do eixo de vibração. Este posicionamento dos pés foi adotado e rigorosamente mantido, uma vez que qualquer posicionamento aquém

ou além desse valor poderia influenciar a amplitude de movimento com consequente alteração nos valores de aceleração (RITTWEGGER *et al.*, 2002). Mesmo no agachamento sem vibração, o indivíduo foi posicionado sobre a plataforma vibratória, porém sem o funcionamento do aparelho.

O agachamento foi realizado partindo de uma extensão semi-completa (aproximadamente 10° de flexão de joelhos) até a angulação de 60° de flexão de joelhos. Para cada voluntário, a angulação de 60° foi mensurada por um goniômetro universal anteriormente às séries de exercícios e uma barreira foi imposta nas nádegas para limitar o grau de flexão de joelhos, portanto, todos os voluntários realizaram o agachamento a 60° de flexão de joelhos (FIG. 3).



FIGURA 3- Avaliação do consumo de oxigênio e da frequência cardíaca durante os exercícios de agachamento com e sem vibração de todo o corpo.

Para o controle temporal durante o agachamento, um examinador orientava os indivíduos a flexionarem isometricamente seus joelhos a 60° durante 3 segundos e flexionarem isometricamente os joelhos a 10° por 3 segundos, durante 40 segundos de cada série, totalizando 5 repetições em flexão isométrica a 60° e 5 repetições em flexão isométrica a 10°. Também eram orientados aos voluntários sobre a mecânica corporal, ou seja, como seria o correto posicionamento dos pés na plataforma, o posicionamento da coluna vertebral, braços e cabeça, durante a realização do exercício.

4.1.3 MENSURAÇÃO DA ACELERAÇÃO DA PLATAFORMA VIBRATÓRIA

Para serem mensuradas as acelerações nos eixos horizontais e verticais, dois acelerômetros foram fixados a 14 cm do eixo de vibração (FIG. 4). O sinal foi eletronicamente ampliado e armazenado. Esse sinal foi obtido com a frequência de 1000 Hz e enviado para análise no computador. Cada acelerômetro foi calibrado com base em dois pontos de calibração pela aplicação do zero e da gravidade. A gravidade da terra como 1 G ($9,81\text{m-s}^{-2}$). Para se obter os reais valores de aceleração da plataforma, os valores de gravidade da terra foram subtraídos no eixo vertical de todo o sinal recebido, para a aceleração da plataforma iniciar a 0m-s^{-2} . Os dados foram transferidos para o computador por meio do *software Megawin* e foram analisadas as acelerações médias e máximas de cada amostra em cada eixo no *software Matlab*. Cada frequência utilizada foi mensurada durante 60 segundos. Em um estudo piloto, verificamos alto índice de confiabilidade inter-examinador com coeficiente de variação de 1,05 %.



FIGURA 4- Aferição da aceleração na plataforma vibratória

4.2 ESTUDO 2: EFEITOS DA ADIÇÃO DE VIBRAÇÃO DE TODO O CORPO AO TREINAMENTO COM EXERCÍCIOS DE AGACHAMENTO EM IDOSOS COM OA DE JOELHO

Para se verificar a eficácia do treinamento vibratório com carga progressiva no desempenho funcional em idosos com OA de joelho, realizou-se um estudo clínico,

prospectivo, aleatório, velado, no qual as variáveis utilizadas foram avaliadas em três momentos distintos: 3 semanas anteriores ao início do treinamento, imediatamente antes do treinamento e após o programa de treinamento. As avaliações entre a 3ª semana anterior ao treinamento e imediatamente antes do treinamento objetivaram criar um situação controle intra-grupos.

Um estudo piloto foi realizado para verificar a exequibilidade do delineamento da pesquisa e o andamento de todo o processo de coleta dos dados. Os voluntários desse grupo específico ($n=5$) não foram incluídos na alocação aleatória subsequente, mas concluíram o tratamento como os demais e sem quaisquer intercorrências.

Inicialmente, 125 idosos foram contatados, sendo 90 voluntários excluídos por não preencherem os critérios propostos. Um total de 35 idosos (4 homens e 31 mulheres) satisfizeram plenamente as condições de inclusão e exclusão e participaram da pesquisa. Após a seleção inicial, os voluntários realizaram a primeira sequência de testes (testes de desempenho funcional e aplicação do WOMAC) e, em seguida, foram distribuídos de forma aleatória (por sorteio) entre os três grupos: grupo plataforma vibratória, que foi submetido ao treino com exercícios de agachamento em associação com o exercício vibratório (GPV; $N=12$); grupo exercício, que realizava o treino com exercícios de agachamento sem associação com a vibração (GE $N=11$) e grupo controle, para o qual os voluntários não receberam nenhum treinamento, sendo apenas instruídos a não modificarem seu estilo de vida durante o estudo ou não se engajarem em algum novo tipo de atividade física (GC $N=12$). Para assegurar ainda mais a manutenção da condição do grupo controle, ligações telefônicas semanais (12 ligações) foram realizadas para cada integrante visando o acompanhamento das suas atividades rotineiras.

Dos 35 idosos selecionados inicialmente, 32 completaram o estudo e foram reavaliados após o período de 12 semanas. Um idoso que pertencia ao GC interrompeu o tratamento devido a problema de saúde não relacionado com a OA de joelho, um idoso do GE mudou-se de município e um idoso do GPV desistiu da pesquisa (FIG. 5).

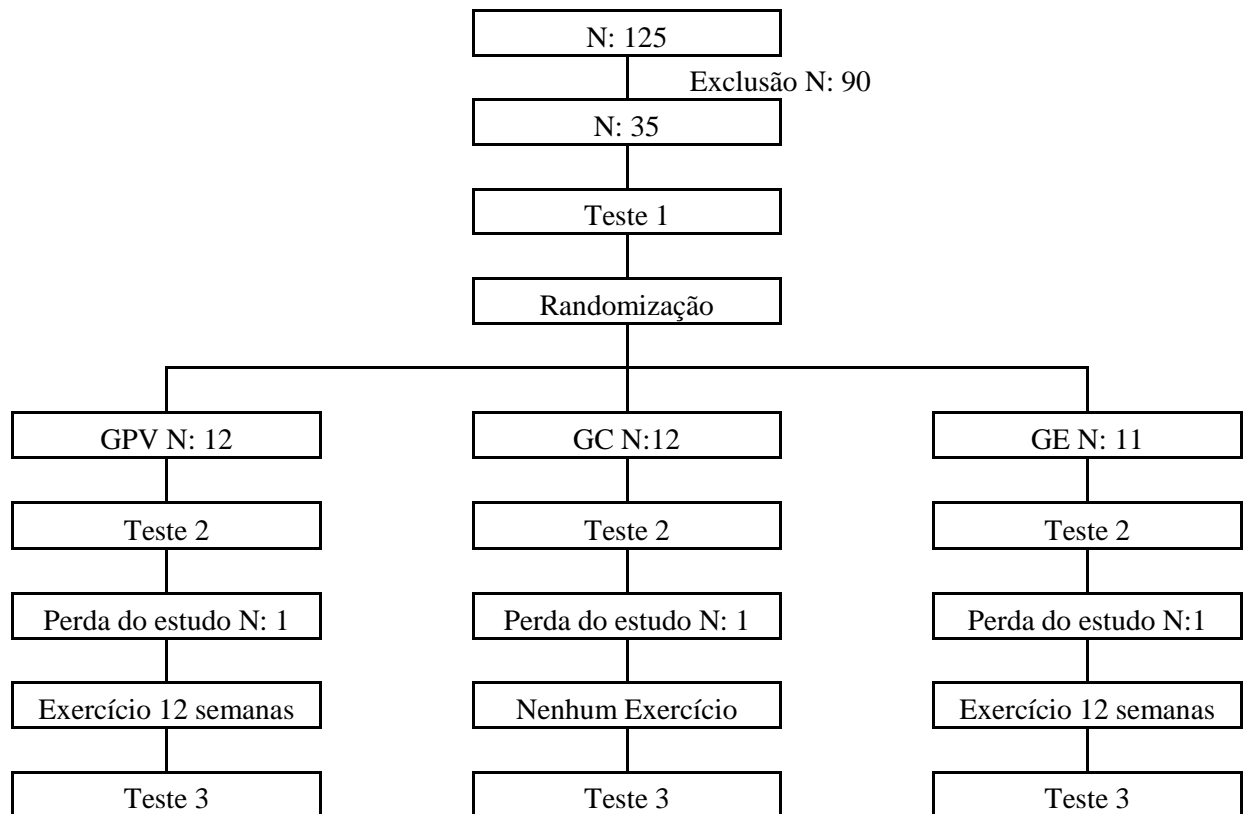


FIGURA 5- Fluxograma do estudo. O teste 1 representa a avaliação na 3ª semana anterior ao início do treinamento. O teste 2 representa a avaliação imediatamente antes do treinamento e o Teste 3 representa a avaliação final.

4.2.1 PROCEDIMENTOS

Foram colhidos os dados clínicos e demográficos dos participantes por meio de uma ficha de avaliação (Apêndice 1) e logo após aplicaram-se os testes de desempenho funcional (Teste de Levantar e Sentar da Cadeira, Teste de Caminhada de 6 minutos, Escala de Equilíbrio de Berg, *Timed Get Up and Go*) e avaliou-se o autorrelato da doença por meio da aplicação do *Western Ontario and McMaster Universities OA Index (WOMAC)*, específico para OA de joelho.

Em seguida, todos os voluntários permaneceram durante três semanas sem a realização de qualquer intervenção. Após esse período, os testes de desempenho funcional e o WOMAC foram novamente aplicados nos três grupos, prosseguindo com 12 semanas de programa de intervenção para os grupos GPV e GE. Ao final do período de 12 semanas, os voluntários dos três grupos foram reavaliados (FIG. 6).

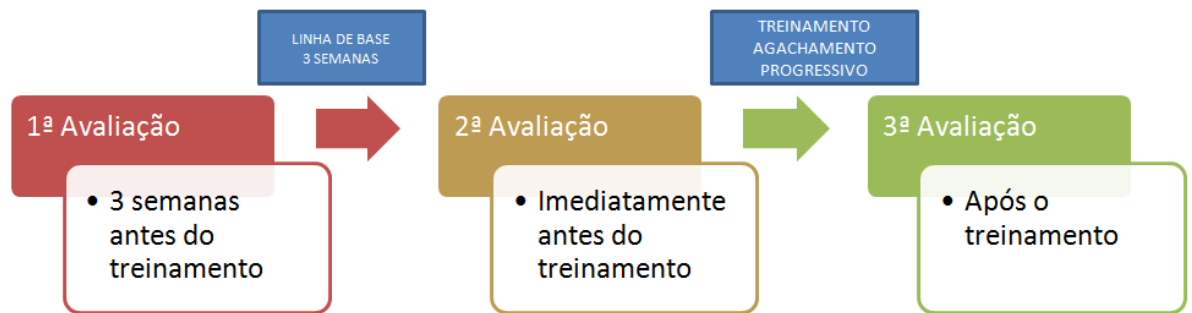


FIGURA 6- Desenho esquemático do estudo 2 – Verificação dos efeitos da adição de vibração de todo o corpo ao treinamento com exercícios de agachamento em idosos com osteoartrite de joelho.

O programa estruturado de exercício de agachamento dos grupos GE e GPV foi executado três vezes por semana, em dias alternados, durante 12 semanas ininterruptas. O exercício de agachamento foi realizado partindo de uma extensão semi-completa (aproximadamente 10° de flexão de joelhos) até a angulação de 60° de flexão de joelhos. Para cada voluntário, a angulação de 60° foi mensurada anteriormente à série de exercícios, sendo que foi imposta uma barreira nas nádegas para limitar o grau de flexão de joelhos, portanto, todos os voluntários realizaram o agachamento a 60° de flexão.

Para o controle temporal durante o agachamento, um examinador fornecia estímulo verbal padronizando a duração do tempo de extensão e de flexão de cada repetição de agachamento, sendo dados 3 segundos para a extensão e 3 segundos para a flexão isométrica de joelhos na angulação pré-determinada. O examinador orientava também os voluntários sobre a mecânica corporal, ou seja, o correto posicionamento dos pés, coluna vertebral, braços e cabeça durante o exercício de agachamento. Vale reforçar que o agachamento utilizado no programa de treinamento foi similar ao realizado durante a caracterização do exercício de agachamento com e sem vibração de todo o corpo descrito anteriormente no estudo 1.

Esses exercícios eram similares para os grupos intervenção (GE e GPV) diferindo somente da presença ou não do exercício vibratório concomitante realizado na plataforma vibratória (FitVibExcell Pró, GymnaUniphy NV, Bilzen, Belgium).

Os parâmetros de estimulação mecânica de vibração para o grupo GPV seguiram os princípios de progressão da carga de treinamento e foram os seguintes: frequência variando de 35 a 40 Hz, amplitude de 4 mm, aceleração variando de 2,78 a 3,26 G.

O volume de treino de agachamento para os grupos GE e GPV foi incrementado sistematicamente durante as 12 semanas de intervenção pelo acréscimo no número de

repetições e redução do tempo de repouso. Com relação ao GPV, a aceleração de vibração também foi incrementada pela variação na frequência vibratória (35-40 Hz) (BAUTMANS *et al.*, 2005; BOGAERTS *et al.*, 2007; DELECLUSE *et al.*, 2003; REES *et al.*, 2009; TRANS *et al.*, 2009) (TAB. 1).

Antes do exercício de agachamento, os grupos GE e GPV realizavam um aquecimento prévio em bicicleta ergométrica (Stone Fitness, 2001) a 70% da frequência cardíaca máxima prevista para a idade, monitorada por um cardiofrequencímetro da marca polar (modelo F4), durante 10 minutos ininterruptos. Logo após, os voluntários do GPV posicionavam-se para iniciar o exercício de agachamento sobre a plataforma vibratória, enquanto que os do GE realizavam o mesmo procedimento em ambiente semelhante na ausência da plataforma vibratória, ambos com os pés afastados a 28 cm.

TABELA 1- Progressão do treinamento utilizando exercícios de agachamento sem (GE) e com vibração de todo o corpo (GPV).

Semanas	Parâmetros de vibração (somente para o grupo Plataforma Vibratória)			Tempo/repetição de exercício de agachamento (GE e GPV)	Tempo de descanso entre séries (GE e GPV)
	Frequência de vibração (Hz)	Amplitude de vibração (mm)	Aceleração (G)		
1	35	4	2,78	20 segundos/6 repetições	20 segundos
2	35	4	2,78	20 segundos/6 repetições	20 segundos
3	35	4	2,78	25 segundos/7 repetições	25 segundos
4	35	4	2,78	30 segundos/8 repetições	25 segundos
5	35	4	2,78	30 segundos/8 repetições	30 segundos
6	35	4	2,78	40 segundos/8 repetições	30 segundos
7	40	4	3,26	40 segundos/8 repetições	40 segundos
8	40	4	3,26	40 segundos/8 repetições	40 segundos
9	40	4	3,26	40 segundos/8 repetições	30 segundos
10	40	4	3,26	40 segundos/8 repetições	30 segundos
11	40	4	3,26	40 segundos/8 repetições	25 segundos
12	40	4	3,26	40 segundos/8 repetições	25 segundos

4.2.2 AVALIAÇÃO RADIOGRÁFICA

Para uma seleção efetiva dos voluntários com OA de joelhos, bem como para padronização e confiabilidade da nossa amostra, foi realizada avaliação radiológica em uma clínica no município de Diamantina. As imagens digitais ântero-posterior, oblíqua e lateral do joelho mais acometido foram realizadas em posição ortostática, com carga sobre os membros inferiores (DAVIES; GLASGOW, 2000) (FIG. 7). A classificação radiológica segundo os critérios de Kellgren e Lawrence (1957) foi realizada por dois examinadores experientes que desconheciam o estado clínico das voluntárias. A concordância entre as análises dos exames pelos avaliadores foi de 100%.



FIGURA 7- Posicionamento adotado para avaliação radiográfica

4.2.3 TESTE CLÍNICO UTILIZADO PARA TRIAGEM DOS VOLUNTÁRIOS

Antes da aplicação dos testes funcionais utilizados no estudo, os voluntários e voluntárias responderam ao Mini-Exame do Estado Mental (MEEM). Desde a publicação da versão inicial proposta por Folstein *et al.* (1975), o MEEM tornou-se importante instrumento para o rastreio e o monitoramento de comprometimento cognitivo, sendo amplamente utilizado. O MEEM fornece informações sobre diferentes parâmetros cognitivos, contendo questões agrupadas em sete categorias. Estas categorias avaliam habilidades cognitivas específicas como a orientação temporal (5 pontos), orientação espacial (5 pontos), registro de três palavras (3 pontos), atenção e cálculo (5 pontos), recordação das três palavras (3 pontos), linguagem (8 pontos) e capacidade construtiva visual (1 ponto). O escore do MEEM pode variar de um mínimo de zero, que indica o maior grau de comprometimento cognitivo dos indivíduos, até um total de 30 pontos, que por sua vez, corresponde à melhor capacidade cognitiva. A teste é de fácil aplicação e, geralmente, demanda entre 5 a 10 minutos para ser concluído.

No Brasil, o MEEM foi traduzido por Bertolucci *et al.* (1994) e desde então algumas modificações têm sido propostas, principalmente no que se refere à influência do nível educacional em relação ao escore total do MEEM. No presente estudo foram utilizadas as adaptações sugeridas por BRUCKI *et al.* (2003). Esses autores observaram que a escolaridade foi o principal fator que influenciou o desempenho dos indivíduos no teste. Os escores

medianos, para o ponto de corte de acordo com o nível de escolaridade, propostos foram: analfabetos, 20; 1 a 4 anos de estudo, 25; 5 a 8 anos de estudo, 26; 9 a 11 anos de estudo, 28 e acima de 11 anos de estudo, 29 pontos. As modificações sugeridas por esses autores mostraram ter uma boa aplicabilidade clínica em diferentes ambientes e em estudos populacionais, tornando-se um instrumento homogêneo e uniformizando os resultados (ANEXO A).

4.2.4 INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO

Todos os testes foram aplicados sempre pelo mesmo pesquisador, que não estavam identificados em relação à alocação dos voluntários. Durante a aplicação do WOMAC, em casos de OA bilateral, foi solicitado aos voluntários que fossem considerados os sintomas de dor, rigidez e função física sempre do joelho citado na primeira avaliação.

4.2.4.1 AVALIAÇÃO DO AUTORRELATO DA DOENÇA (WOMAC)

Utilizou-se o questionário “Western Ontário and McMaster Universiteis OA Index” (WOMAC) que é específico para a OA, validado para a população brasileira e que contempla os domínios: dor, rigidez e função física, obtidos por meio de autorrelato (BELLAMY *et al.*, 1988; FERNANDES, 2003) .

É composto por 3 sub-escalas [Seção A – Dor (5 questões), Seção B – Rigidez (2 questões) e Seção C – Atividade Física (17 questões)], cujas questões devem ser respondidas de acordo com a percepção de dor, rigidez articular e nível de atividade física (funcionalidade) percebidas pelo voluntário nas últimas 72 horas. Os escores do WOMAC são apresentados em escala de Likert, na qual cada questão recebe um escore que varia de 0 a 100, distribuído da seguinte forma: nenhuma = 0; leve = 25; moderada = 50; grave = 75; extrema = 100 (ANEXO C).

4.2.4.2 AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO FUNCIONAL MENSURADO DE FORMA DIRETA

Antes da realização dos testes utilizados para avaliar de forma direta o desempenho funcional dos voluntários, eles foram instruídos a irem ao banheiro, vestirem roupas e

calçados confortáveis, ingerirem 500mL de água, fazerem uma refeição leve e evitarem atividades cansativas pelo menos 2 horas antes dos exames.

O desempenho funcional foi avaliado por meio de uma bateria de testes assim constituída: Escala de Equilíbrio de Berg (BERG *et al.*, 1992; MIYAMOTO *et al.*, 2004), *Timed Get Up and Go* (PODSIADLO; RICHARDSON, 1991), Teste de Sentar e Levantar da Cadeira (JONES *et al.*, 1999) e Teste de Caminhada de 6 minutos (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE POSITION STAND, 1998).

Escala de Equilíbrio de Berg (EEB): A EEB foi proposta por BERG *et al.* (1992) e, desde então, tem sido amplamente utilizada para avaliar o equilíbrio em diferentes populações, embora tenha sido originalmente designada para avaliar o risco de quedas em indivíduos idosos (STEVENSON, 2001). Os autores encontraram boa confiabilidade interexaminadores (ICC-0,98) e intraexaminadores (ICC-0,99) com consistência interna de 0,96.

A EEB é uma escala contendo 14 itens que avaliam o equilíbrio estático e dinâmico durante a realização de atividades funcionais comuns à vida diária. A pontuação máxima que pode ser alcançada é de 56 pontos e quanto maior a pontuação melhor o equilíbrio. Cada item é pontuado por meio de uma escala ordinal de cinco pontos, sendo que 0 refere-se à incapacidade de realizar a tarefa, e 4 pontos, ao desempenho normal. A pontuação é menor caso o tempo ou a distância não sejam atingidos; se o indivíduo necessita de supervisão para a execução da tarefa; ou se o mesmo se apóia em um suporte externo ou no próprio examinador. Escores de 0 a 20 correspondem à restrição à cadeira de rodas; 21 a 40 referem-se à assistência durante a marcha; e 41 a 56 pontos correspondem à independência durante a realização das atividades de vida diária (BERG *et al.*, 1992; MIYAMOTO *et al.*, 2004).

Os 14 itens avaliados são: 1 - Posição sentada para posição em pé; 2 - Permanecer em pé sem apoio; 3 - Permanecer sentado sem apoio nas costas, mas com os pés apoiados no chão ou no banquinho; 4 - Posição em pé para posição sentada; 5 - Transferências; 6 - Permanecer em pé sem apoio com os olhos fechados; 7 - Permanecer em pé sem apoio com os pés juntos; 8 - Alcançar a frente com o braço estendido permanecendo em pé; 9 - Pegar um objeto do chão a partir de uma posição em pé; 10 - Virar-se e olhar para trás por cima dos ombros direito e esquerdo enquanto permanece em pé; 11 - Girar 360°; 12 - Posicionar os pés alternadamente no degrau ou banquinho enquanto permanece em pé sem apoio; 13 - Permanecer em pé sem apoio com um pé a frente; 14 - Permanecer em pé sobre uma perna (ANEXO B).

Timed Get Up and Go (TGUG): O teste TGUG foi proposto por Podsiadlo e Richardson (1991). O teste avalia o equilíbrio sentado, transferência de sentado para a posição de pé, estabilidade na deambulação e mudanças do curso da marcha, sem utilizar estratégias compensatórias. O paciente é solicitado a levantar-se de uma cadeira, deambular uma distância de três metros, virar-se, retornar e sentar-se na cadeira novamente, e seu desempenho é analisado em cada uma das tarefas através da contagem do tempo necessário para realizá-las. Pacientes adultos, independentes e sem alterações no equilíbrio, realizam o teste em 10 segundos ou menos; os que são dependentes em transferências básicas realizam o teste em 20 segundos ou menos e os que necessitam de um tempo superior a 30 segundos para realizar o teste são dependentes em muitas atividades de vida diária e na habilidade da mobilidade (PODSIADLO; RICHARDSON, 1991; STEFFEN; SENEY, 2008).

Teste de Sentar e Levantar da Cadeira: Este teste foi realizado iniciando com o voluntário sentado no meio da cadeira, com as costas eretas e os pés apoiados no chão. Os braços permaneciam cruzados contra o tórax. A um sinal sonoro, o avaliado levantava-se, ficando totalmente em pé e então retornava a uma posição completamente sentada, sendo encorajado a sentar-se completamente, o maior número de vezes, em 30 segundos (JONES *et al.*, 1999).

A proposta desse teste é avaliar a força dos membros inferiores, como um importante aspecto de aptidão física do idoso (JONES *et al.*, 1999), sendo uma modificação da versão do teste de levantar da cadeira que envolve o tempo gasto para se levantar 10 vezes da cadeira (CSUKA; MCCARTY, 1985) ou levantar-se 5 vezes (GURALNIK *et al.*, 1994). A mudança no protocolo teve como finalidade aumentar a efetividade da pontuação (discriminante da habilidade) no teste. No teste proposto anteriormente (5 ou 10 vezes), se a pessoa fosse incapaz de completar o número requerido para o teste, não recebia nenhuma pontuação. Estudos anteriores mostraram que o desempenho no teste de levantar e sentar da cadeira correlaciona-se muito bem com mensurações realizadas em laboratórios que avaliam a força dos membros inferiores (isocinético) e com outros indicadores de funcionalidade, tais como velocidade da marcha e equilíbrio corporal (BOHANNON; LEARY, 1995).

Esse teste apresenta correlação alta (r : 0,78 para homens e 0,71 para mulheres) com pontuação obtida durante o exercício realizado no aparelho de resistência ao movimento de extensão dos membros inferiores, denominado “leg press”, promovendo base de evidência para validar esse método como teste funcional que avalia indiretamente a força dos membros inferiores (JONES *et al.*, 1999).

Teste de Caminhada de Seis Minutos (TC6M): Os testes de caminhada são comumente utilizados desde a década de 60 na prática clínica. Diferentes versões têm sido investigadas, sendo que inicialmente foi proposto um tempo de doze minutos, realizado com o objetivo de prever consumo máximo de oxigênio atingido durante a avaliação de pessoas hígdas. Posteriormente, o teste foi utilizado como instrumento de avaliação da capacidade funcional de pneumopatas. Entretanto, devido à dificuldade de alguns indivíduos debilitados conseguirem realizar o teste durante o tempo inicialmente sugerido, durações diferentes dos testes foram propostas. Assim, Butland *et al.* (1982) estudaram a realização do teste durante dois, seis e doze minutos e, a partir de então, o TC6M tem sido largamente utilizado (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE POSITION STAND, 1998; DU *et al.*, 2009; ENRIGHT; SHERRILL, 1998).

Existem diferentes protocolos disponíveis que podem ser utilizados como referência para a realização do TC6M. Neste estudo o TC6M foi realizado de acordo com o estudo de Kraemer *et al.* (2002).

Antes da realização do teste, os pacientes permaneceram em repouso por dez minutos usando roupas e calçados confortáveis. O teste foi realizado em um corredor de 30 metros de superfície plana em um local livre de circulação. Imediatamente antes e após a realização do teste foram mensuradas a pressão arterial sistêmica, frequência respiratória, frequência cardíaca e nível de dispnéia (Escala de Borg). Ao indivíduo foi solicitado que caminhasse de um extremo ao outro do corredor, com a maior velocidade possível, durante os seis minutos. Durante a caminhada, o examinador aplicava estimulação verbal a cada minuto, sempre utilizando o mesmo tom de voz e frases padronizadas como: “você está indo muito bem” ou “continue assim”. O indivíduo foi orientado a interromper o teste caso apresentasse dores em membros inferiores, taquicardia, tontura ou qualquer outro sintoma de desconforto. Além disso, foram realizadas duas repetições do teste visando eliminar o efeito de aprendizagem e assegurar a reprodutibilidade do procedimento (KRAEMER *et al.*, 2002; ENRIGHT, SHERRILL, 1998)

4.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Utilizou-se o software SPSS versão 17.0 com nível de significância $P < 0,05$. O teste Shapiro-Wilk foi utilizado para avaliar a normalidade dos dados.

No estudo em que se objetivou caracterizar os exercícios de agachamento associados ou não com vibração de todo o corpo em idosos (estudo 1), as diferenças entre as condições foram testadas utilizando-se o teste t pareado.

Já no estudo que avaliou os efeitos da adição de vibração de todo o corpo ao treinamento com exercícios de agachamento em idosos com osteoartrite de joelho (estudo 2), utilizou-se o teste Wilcoxon para comparações múltiplas intra-grupos. A escolha deste teste estatístico ocorreu devido ao fato da distribuição dos dados ser assimétrica. Para as comparações múltiplas entre os grupos, nos diferentes momentos, foi utilizado o teste Kruskal-Wallis, com *Post Hoc* de Dunn. Utilizou-se o teste *Spearman*, para avaliar-se a correlação entre as variáveis de desempenho funcional.

Uma estimativa do tamanho da amostra necessária para detectar mudança mínima relevante no domínio de dor no questionário WOMAC, variável desfecho do estudo, foi calculado para 7 voluntários por grupo (RESENDE *et al.*, 2004) considerando-se um nível de significância 0,05 e poder estatístico de 0,8.

5 RESULTADOS

5.1 ESTUDO 1: CARACTERIZAÇÃO DOS EXERCÍCIOS DE AGACHAMENTO ASSOCIADOS OU NÃO COM VIBRAÇÃO DE TODO O CORPO

Participaram do estudo 18 voluntários (15 mulheres e 3 homens) com idade média de 72 ± 6 , média de estatura foi $156,4 \pm 0,1$ cm e média de massa corporal foi $71,7 \pm 13,2$ Kg.

O consumo de oxigênio e a frequência cardíaca em repouso foram $3,33 \pm 0,13$ mL O_2 -Kg-min e 75 ± 2 bpm respectivamente. Durante os exercícios de agachamento sem vibração, o consumo de oxigênio ($5,69 \pm 0,23$ mL O_2 -Kg-min) e a frequência cardíaca (78 ± 2 bpm) aumentaram significativamente comparados com a situação de repouso. A adição de vibração de todo o corpo aos exercícios de agachamento intensificou o consumo de oxigênio ($6,81 \pm 0,25$ mL O_2 -Kg-min) e a frequência cardíaca (84 ± 2 bpm) sendo esses valores significativamente maiores comparados com o repouso e os exercícios de agachamento sem vibração (Fig. 8 A e 8B).

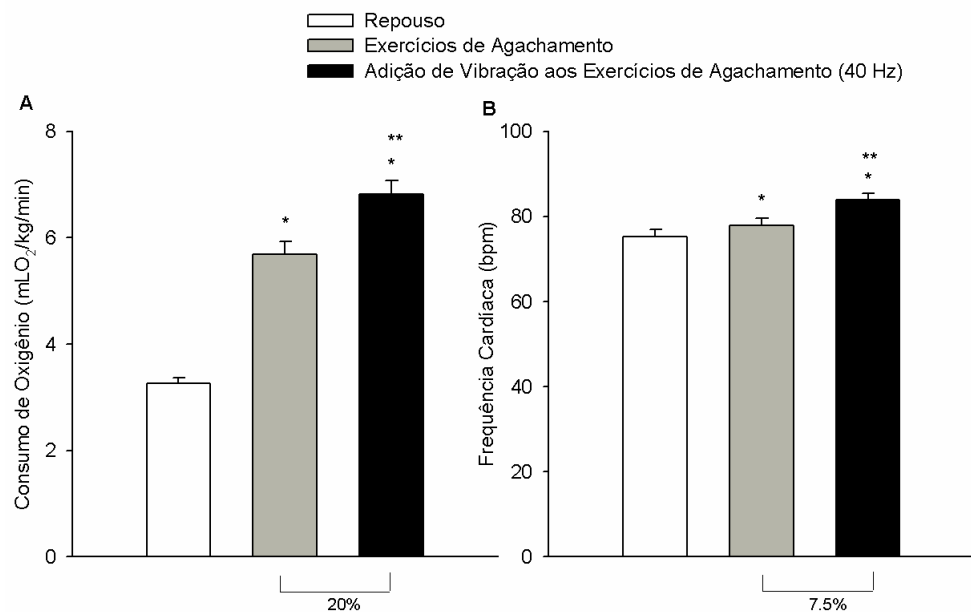


FIGURA 8- Valores médios de consumo de oxigênio (mL O_2 -kg-min) (A) e frequência cardíaca (bpm) (B) sob 3 diferentes condições. N = 18. * Diferença significativa da condição de repouso ($P < 0,05$). ** Diferença significativa da condição de agachamento ($P < 0,05$).

Para estimar a porcentagem da frequência cardíaca máxima durante as condições experimentais, calculou-se a frequência cardíaca máxima (FCmax) prevista para a idade de acordo com a fórmula ($FC_{max} = 220 - \text{idade}$) e obteve-se o valor médio de 148 ± 2 bpm. Uma

vez que os valores médios da frequência cardíaca em repouso e durante os exercícios de agachamento sem e com vibração de todo o corpo foram 75 ± 2 bpm, 78 ± 2 bpm e 84 ± 2 bpm respectivamente, estes valores representam um percentual de 50%, 52% e 56% da FC_{max} prevista para a idade, considerando 148 ± 2 bpm como 100% (TAB. 2).

TABELA 2- Valor médio (bpm) e percentual (%) da frequência cardíaca máxima (FC_{max}) prevista para a idade, bem como valores médios de frequência cardíaca (FC; bpm) e percentuais da FC_{max} prevista para a idade (%) em repouso e durante o exercício de agachamento sem e com vibração de todo o corpo. N = 18. * Diferença significativa da condição de repouso ($P < 0,05$). ** Diferença significativa da condição de agachamento ($P < 0,05$).

	Média + Erro-Padrão	% FC max
FC_{max} Estimada	148 ± 2	100
FC_(rep)	75 ± 2	50
FC_(agachamento)	$78 \pm 2^*$	52
FC_(agachamento+vibração 40 Hz)	$84 \pm 2^{**}$	56

5.2 ESTUDO 2: EFEITOS DA ADIÇÃO DE VIBRAÇÃO DE TODO O CORPO AO TREINAMENTO COM EXERCÍCIOS DE AGACHAMENTO EM IDOSOS COM OSTEOARTRITE DE JOELHO

A idade média dos participantes foi de 71 ± 5 anos para o grupo controle, 75 ± 7 anos para o grupo Plataforma Vibratória e 69 ± 4 anos para o grupo exercício. Não houve diferença significativa na idade entre os grupos ($p=0,06$). O índice de massa corporal médio foi de $27,03 \pm 3,11$; $29,13 \pm 3,64$ e $30,01 \pm 2,51$ Kg-m² para os grupos controle, plataforma e exercício respectivamente, não havendo diferença significativa entre os grupos ($p=0,09$). Baseado nos critérios radiográficos de Kellgren & Lawrence (1957), obtiveram-se os seguintes valores médios de graus de OA: 3 ± 1 para o grupo controle; 3 ± 1 para o grupo plataforma vibratória e 3 ± 1 para o grupo exercício ($p=0,28$). Todos esses dados demonstraram a homogeneidade inicial intergrupos (TAB. 3).

TABELA 3- Dados antropométricos e classificação da osteoartrite entre grupos no momento inicial, segundo critérios radiográficos. Dados apresentados em média e erro-padrão. * $p < 0,05$.

CARACTERÍSTICAS	GPV (N:11)	GE (N: 10)	GC (N: 11)	P
Idade (Anos)	75 ± 7	69 ± 4	71 ± 5	0,06
IMC (Kg-m²)	$29,13 \pm 3,64$	$30,01 \pm 2,51$	$27,03 \pm 3,11$	0,09
Graus Osteoartrite	3 ± 1	3 ± 1	3 ± 1	0,28
Grau 1	-	18,18%	22,22%	
Grau 2	18,18%	27,27%	22,22%	
Grau 3	27,27%	27,27%	11,11%	
Grau 4	54,55%	27,27%	44,44%	

Os dados de adesão demonstram que os grupos de intervenção apresentaram alta assiduidade ao programa de treinamento. Os valores de porcentagem de presença foram de 99,75% para o grupo plataforma vibratória e 98,60% para o grupo exercício. Não houve diferença estatística na adesão entre os grupos ($p=0,41$).

Os resultados dos testes, que avaliaram o desempenho funcional e o autorrelato do estado da doença, realizados entre a 3ª semana antes do início do treinamento correlacionaram-se com os resultados obtidos imediatamente antes do treinamento ($p>0,05$), demonstrando concordância entre essas medidas.

No que se refere à análise do desempenho funcional, a comparação entre o período após intervenção com o momento inicial mostra que o GPV melhorou o desempenho em todos os testes funcionais. Já o GE melhorou somente a Pontuação da Escala de Equilíbrio de Berg e a distância percorrida no Teste de Caminhada de 6 Minutos. No GC, verificou-se que os valores de desempenho funcional mantiveram-se inalterados antes e após o período de 12 semanas (TAB. 4).

TABELA 4- Desempenho funcional dos grupos estudados. Dados apresentados em média e erro-padrão. * $p\leq 0,05$ comparado com a avaliação inicial.

TESTES	GPV N: 11		GE N: 10		GC N: 11	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
EEB	48,17± 2,78	52,73± 1,46*	52,5± 0,89	54± 0,63*	52,18± 0,94	53,45± 0,76
TGUG	8,96 ±0,69	7,56 ± 0,41*	8,54± 0,58	7,54± 0,26	8,10± 0,59	7,77± 0,36
TSLC	11,25± 0,86	12,64± 0,85*	11,75± 0,99	12,7± 0,74	10,95± 0,72	11,90± 0,71
TC6'	423,59± 25,51	448,41± 18,95*	395,5± 13,02	420,79± 16,54*	430,33± 19,13	430,81± 20,90

EEB- Escala de Equilíbrio de Berg (Pontuação); TGUG – *Timed Get Up and Go* (Tempo em segundos para realizar o teste); TSLC – Teste de levantar e sentar da cadeira (Número de vezes); TC6' - Teste de Caminhada de 6 Minutos (Distância percorrida).

Quanto ao autorrelato do estado da doença, pode-se notar que houve melhora em todos os domínios do WOMAC no GPV após o período de intervenção comparado com o momento inicial. Porém, verificou-se melhora somente no domínio de dor no GE, ao passo que os valores mantiveram-se inalterados para o GC quando se comparou antes e após as 12 semanas do estudo (TAB. 5).

TABELA 5- Avaliação do autorrelato do estado da OA de joelhos nos grupos estudados avaliados por meio dos 3 domínios que compõem o questionário WOMAC (*Western Ontario and McMaster Universities OA Index*).
 Dados apresentados como média e erro-padrão. * $p \leq 0,05$ comparado com a avaliação inicial.

TESTES CLÍNICOS	GPV N: 11		GE N: 10		GC N: 11	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
AVALIAÇÃO						
Dor	297,73± 31,67	188,64± 28,84*	260± 35,03	165± 32,34*	204,55± 40,10	181,82± 26,10
Rigidez	109,09± 12,27	75 ± 11,17*	95± 18,57	65± 23,05	93,18± 17,53	84,09± 19,71
Função Física	970,45± 95,89	718,18± 93,94*	992,5± 113,25	777± 129,95	688,64± 106,51	688,64± 82,03

6 DISCUSSÃO

Um dos objetivos do presente estudo foi quantificar o consumo de oxigênio e a frequência cardíaca durante exercícios de agachamento com e sem vibração de todo o corpo em idosos. Os resultados mostraram que a adição da vibração ao exercício de agachamento promoveu um aumento no consumo de oxigênio em torno de 20% sendo o valor médio obtido (6.81 ± 0.25 mL O₂-Kg-min) equivalente a uma atividade em torno de 2 METS. De acordo com Aisnworth *et al.* (1993), uma atividade de 2 METS corresponderia a uma caminhada leve (com velocidade inferior a 3,2 km -h em um plano horizontal), bem como outras atividades de vida diária.

Para quantificar o aumento do consumo de oxigênio do estímulo de vibração de todo o corpo em idosos, uma estimativa da percentagem do consumo máximo de oxigênio foi calculada. Dado que o consumo máximo de oxigênio para os idosos é frequentemente referido como 21 mL O₂-Kg-min (JOHNSON *et al.*, 2000), a estimativa do consumo total de oxigênio do corpo durante o exercício de agachamento associado com a vibração seria o equivalente a 32,43% do consumo máximo de oxigênio.

Com relação à frequência cardíaca, nossos resultados mostraram que o exercício de agachamento associado à vibração resultou em um aumento cerca de 7% comparado com o agachamento sem vibração em idosos. Para quantificar o percentual da frequência cardíaca máxima durante exercícios de agachamento com vibração, o percentual da frequência cardíaca máxima (FCmax) prevista para idade foi calculado, de acordo com a fórmula ($FC_{max} = 220 - \text{idade}$) e foi obtida a média de 148 bpm (valor considerado como 100% da FC max). Uma vez que a frequência cardíaca média obtida durante o exercício de agachamento com vibração foi de 84 bpm, este valor representou um percentual em torno de 56% da frequência cardíaca máxima prevista para a idade.

Diante do supra-exposto, os percentuais do consumo de oxigênio e da frequência cardíaca estimados seriam insuficientes para aumentar a capacidade aeróbia, uma vez que a literatura considera que o treinamento aeróbio deve ser realizado com um mínimo de 40-50% do consumo máximo de oxigênio e em torno de 60% da frequência cardíaca máxima para promover alterações fisiológicas cardiovasculares em idosos sedentários (ACMS, 1998). Vale destacar, também, que a duração do estímulo pode ter sido insuficiente para produção de modificações fisiológicas recomendados para melhora cardiorrespiratória.

Os resultados do presente estudo corroboram o estudo de Cochrane *et al.* (2008a) que observaram um aumento significativo no consumo de oxigênio e na frequência cardíaca durante a vibração de todo o corpo em relação ao exercício sem vibração em idosos. No entanto, os autores questionam a importância fisiológica desse aumento, uma vez que os valores obtidos também não alcançam os valores recomendados na literatura para melhoria cardiovascular. Apesar das semelhanças entre os resultados dos estudos, é importante salientar algumas diferenças. Primeiro: os parâmetros de vibração de todo o corpo deste estudo foram mais intensos. Segundo: o estímulo vibratório foi adicionado a exercícios de agachamento mimetizando estudos que avaliaram os efeitos fisiológicos do treinamento vibratório (COCHRANE *et al.*, 2008b; RITTWEGER *et al.*, 2003; MAIKALA *et al.*, 2006; RITTWEGER *et al.*, 2000; RITTWEGER *et al.*, 2001; RITTWEGER *et al.*, 2002).

Embora os dados do estudo indiquem que o aumento no consumo de oxigênio e frequência cardíaca parece não ser suficiente para aprimorar as respostas cardiovasculares, é importante ressaltar que qualquer aumento nos níveis de atividades em idosos seria útil, uma vez que, depois dos 60 anos, a capacidade de executar atividades diárias de forma confortável parece ser limitada, resultando em um ciclo vicioso que contribui com a inatividade, menor condicionamento cardiorrespiratório e consequentemente maior mortalidade (SMITH; GILLIGAN, 1987). Além disso, como o risco cardiovascular gerado pelo exercício de agachamento associado à vibração de todo o corpo parece ser muito baixo em idosos (COCHRANE *et al.*, 2008a; HAZZEL *et al.* 2008), essa modalidade poderia ser benéfica até mesmo quando realizada por aqueles que sofrem de problemas cardíacos.

Outro objetivo do presente estudo foi investigar os efeitos da adição de vibração de todo o corpo ao treinamento com exercícios de agachamento no desempenho funcional e na percepção subjetiva do estado da OA de joelho em idosos.

O estado funcional em idosos tem sido estudado na literatura e é considerado o foco principal do estudo geriátrico e gerontológico (JUNIOR; REICHENHEIM, 2005). Os métodos usuais para se realizar a avaliação funcional consistem em testes de medida direta de desempenho funcional, bem como aplicação de questionários que avaliam de forma subjetiva o autorrelato do estado da doença (JUNIOR; REICHENHEIM, 2005). Vários estudos enquadram-se nesse contexto e objetivam verificar a eficácia de programas de treinamento no estado funcional de idosos (BAUTMANS *et al.*, 2005; RUNGE *et al.*, 2000; REES *et al.*, 2009; TORVINEN *et al.*, 2002).

Os resultados do presente estudo mostraram que a adição de vibração ao treino com exercícios de agachamento foi capaz de melhorar o desempenho funcional de idosos com osteoartrite de joelho.

Testes clínicos de equilíbrio corporal oferecem uma forma de avaliação simples para mensurar o desempenho funcional em idosos (REES *et al.*, 2009) e estudos com vibração em idosos sugerem que esse tipo de treinamento é benéfico na melhora do equilíbrio corporal (BAUTMANS *et al.*, 2005; RESS *et al.*, 2009; RUNGE *et al.*, 2000; TORVINEN *et al.*, 2002). Rees *et al.* (2009) observaram que o treinamento vibratório realizado por 4 semanas, com frequência de 3 vezes semanais, melhorou significativamente o equilíbrio corporal. Os autores sugeriram que a melhora no equilíbrio corporal ocorreu devido ao fato de o treino vibratório aumentar as propriedades neuromusculares e influenciar o controle e execução dos movimentos funcionais como aqueles exigidos durante o equilíbrio. Além disso, há indicações de que indivíduos que realizam o treino vibratório experimentam um efeito facilitatório secundário do treinamento, ou seja, como os indivíduos não permanecem em uma posição estável durante o exercício, possivelmente, este exercício contribuiria para uma melhora no equilíbrio corporal (REES *et al.*, 2009).

No estudo de Nes *et al.* (2006), foi investigado se o treino com exercício vibratório associado a um programa de reabilitação tradicional teria efeitos adicionais no equilíbrio estático e dinâmico em idosos com acidente vascular encefálico. Para testarem essa hipótese, os autores utilizaram a Escala de Equilíbrio de Berg e desenharam o estudo de forma que houvesse um grupo para realizar exercícios de agachamento e outro grupo para exercícios de agachamento associados com o treino de vibração de todo o corpo. O estudo foi conduzido durante 6 semanas, 5 vezes-semana e os autores observaram que ambos os grupos obtiveram melhora significativa no equilíbrio corporal. Da mesma forma, os resultados deste estudo demonstraram que os grupos que realizaram o exercício de agachamento com ou sem vibração melhoraram o equilíbrio. A literatura atual fornece evidências de que treinamentos musculares intensificam o equilíbrio corporal (SILVA *et al.*, 2008; REBELATTO *et al.*, 2006) e vários estudos demonstram, ainda, que programas de treinamento muscular melhoram a pontuação na Escala de Equilíbrio de Berg (BEAN *et al.*, 2007; RESENDE, C. *et al.*, 2008).

As medidas de mobilidade fazem parte da avaliação do declínio funcional. Nesse contexto, o estudo da mobilidade das pessoas idosas é de extrema importância, pois essa limitação pode comprometer a esfera psicológica e social (PARAHYBA; SIMÕES, 2006). Portanto, verificar se o treinamento de vibração é capaz de melhorar a mobilidade é um fator

relevante nas terapias de reabilitação. No presente estudo, demonstrou-se que o treinamento vibratório proposto foi capaz de melhorar a mobilidade em idosos com OA de joelho. Bautmans *et al.* (2005) também verificaram melhora no Teste *Timed Get Up and Go*, após 6 semanas de treinamento de vibração de todo o corpo, com frequência de 3 vezes semanais, comparado ao grupo controle que realizava os mesmos exercícios, porém, sem o estímulo vibratório. Esses autores sugeriram que uma possível melhora no mecanismo de adaptação neuromuscular, tal como menor tempo de resposta e maior ativação muscular, seria a responsável pelo incremento na mobilidade.

Programas de fortalecimento muscular têm sido amplamente indicados para a população idosa. A potência muscular está extremamente relacionada com a atividade funcional dessa população (KAWANABE *et al.*, 2007). Os treinamentos de potência muscular podem aperfeiçoar essas respostas funcionais. De acordo com os achados do nosso estudo, verifica-se que o treinamento vibratório incrementou o desempenho de levantar e sentar da cadeira e acredita-se que essa melhora possa estar relacionada com uma provável adaptação neuromuscular e consequente aumento na potência muscular.

O teste de caminhada de 6 minutos mede a resistência aeróbica, importante capacidade para que as pessoas consigam realizar tarefas quotidianas como andar, fazer compras ou para participar de atividades recreativas. Observamos, no presente estudo, importante aumento da resistência aeróbica nos grupos que receberam a intervenção. Rittweger *et al.* (2009) argumentam que o exercício físico parece aumentar a potência aeróbica, especialmente pelo incremento da diferença arteriovenosa de oxigênio, do volume sistólico, do débito cardíaco, do volume plasmático e sanguíneo. As observações deste estudo sugerem que essas alterações fisiológicas possam ter ocorrido em ambos os grupos de treinamento e, devido a isso, os grupos melhoraram a distância caminhada no teste de caminhada de 6 minutos. Além disso, o exercício de vibração não promoveu uma sobrecarga fisiológica significativa no consumo de oxigênio e frequência cardíaca, uma vez que não atinge os valores indicados na literatura para melhora cardiovascular. É importante destacar que a distância caminhada no TC6' se correlacionou com o parâmetro clínico da dor, demonstrando que a redução de dor provavelmente tenha influenciado a melhora obtida na distância caminhada no TC61 ($r_s = -0,473$; $p = 0,006$).

Idosos com OA de joelho apresentam um quadro algico, de rigidez matinal (inferior a 30 minutos) e redução na função física que influenciam no autorrelato do estado da doença. No presente estudo, observou-se que os voluntários do grupo plataforma vibratória

melhoraram todos os domínios do WOMAC. Dados contrários foram encontrados no estudo de TRANS *et al.* (2009) que, apesar de terem observado que o treinamento de vibração aumentou a força muscular e a propriocepção em idosos com OA, não encontraram mudança no autorrelato do estado da doença nessa população. Os autores sugeriram que a aplicação do treinamento de vibração de todo o corpo não teve efeitos potenciais ao ponto de alterar os mecanismos fisiológicos e consequentemente o autorrelato do estado da doença. Além disso, eles sugeriram que a dose do treino proposto pode não ter sido suficiente para promover adaptações fisiológicas. Acredita-se, portanto, que o volume de treinamento do presente estudo por ter sido maior, tanto em sobrecarga quanto no tempo total do treinamento bem como frequência semanal, possa ter contribuído para a melhora em todos os domínios do autorrelato da doença.

7 CONCLUSÕES

O presente estudo analisou o efeito da adição da vibração de todo o corpo aos exercícios de agachamento no consumo de oxigênio e na frequência cardíaca em idosos. Além disso, investigou os efeitos do treinamento com exercícios de agachamento associados com vibração de todo o corpo no desempenho funcional e no autorrelato do estado da OA de joelho em idosos. Diante disso, conclui-se que:

- A adição de vibração de todo o corpo aos exercícios de agachamento promoveu um aumento adicional no consumo de oxigênio e na frequência cardíaca em idosos. Entretanto, esse aumento pode ser insuficiente para aprimorar a aptidão cardiovascular;
- O treinamento com exercícios de agachamento, independente da adição de vibração de todo o corpo, melhorou o desempenho funcional da marcha e da capacidade aeróbica, o equilíbrio estático e dinâmico e o autorrelato da dor em idosos com OA de joelho. Entretanto, somente a adição de vibração de todo o corpo ao treinamento com exercícios de agachamento melhorou a mobilidade e a condição muscular, bem como o autorrelato de redução de rigidez articular e aumento do desempenho funcional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AINSWORTH, B. E.; HASKELL, W. L.; LEON, A. S.; JACOBS, D. R.; MONTOYE, H. J.; SALLIS, J. F.; PAFFENBARGER, S. Compendium of Physical Activities Classification of Energy Cost of Human Physical Activities. *Med Sci Sports Exercise*, Indianapólis, v. 25, n. 1, p. 71-80, Jan. 1993.

ALVES, L.; LEIMANN, B. C. Q.; VASCONCELOS, M. E. L.; CARVALHO, M. S.; VASCONCELOS, A. G. G.; FONSECA, T. C. O.; LEBRÃO, M. L.; LAURENTI, R. The effect of chronic diseases on functional status of the elderly living in the city of São Paulo, Brazil. *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 23, n. 8, p. 1924-1930, Ago. 2007.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE POSITION STAND. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Med Sci Sports Exerc.*, Indianapólis, v. 30, p. 975-991, Jun. 1998.

BATISTA M. A. B.; WALLERSTEIN, L. F.; DIAS, R. G.; UGRINOWITSCH, C. T. Effects of Training with Vibratórys Platforms. *R. bras.Ci e Mov.*, Taguatina-DF, v. 15, n. 3, p. 103-113, Mar. 2007.

BAUTMANS, I.; HEES, E. V.; LEMPER, J. C., METS, T. The feasibility of Whole Body Vibration in institutionalised elderly persons and its influence on muscle performance, balance and mobility: a randomised controlled trial [ISRCTN62535013]. *BMC Geriatr.*, London , v. 5, p. 17-24, Dec. 2005.

BEAN, N. J. K.; KIELY, D. K.; LAROSE, S.; ALIAN, J.; FRONTERA, W. R. Is star climbing power a clinically relevant measure of leg power impairments in at-risk older adults? *Arch Phys Med Rehabil*, Chicago, v. 88, n. 5, p. 604-609, May 2007.

BEDSON, J.; CROFT, P. R. The discordance between clinical and radiographic knee osteoarthritis: a systematic search and summary of the literature. *BMC Musculoskelet Disord.*, London, v. 2, n. 9, p. 116-127, Sep. 2008.

BELLAMY, N.; BUCHANAN, W. W.; GOLDSMITH, C. H.; CAMPBELL, J.; STITT L. W. Validation study of WOMAC: a health status instrument for measuring clinically important patient relevant outcomes to antirheumatic drug therapy in patients with osteoarthritis of the hip or knee. *J Rheumatol.*, Toronto, v. 15, n. 12, p. 1833-1840, Dec. 1998.

BERG, K. O.; MAKI, B. E.; WILLIAMS, J. I.; HOLLIDAY, P. J.; WOOD-DAUPHINEE, S. L. Clinical and laboratory measures of postural balance in an elderly population. *Arch Phys Med Rehabil*, Chicago, v. 73, n. 11, p. 1073-1080, Nov. 1992.

BERTOLUCCI, P. H.; BRUCKI, S. M.; CAMPACCI, S. R.; JULIANO, Y. The Mini-Mental State Examination in a general population: impact of educational status. *Arg Neuropsiquiat*, São Paulo, v. 52, n. 1 p. 1-7, Mar. 1994.

BEVILAQUA-GROSSI D.; FELICIO L. R.; SIMÕES R.; COQUEIRO K. R. R.; MONTEIRO-PEDRO, V. Electromyographic activity evaluation of the patella muscles during squat isometric exercise in individuals with patellofemoral pain syndrome. *Rev Bras Med Esporte*, São Paulo, v. 11, n. 3, p. 159-163, Maio/Jun. 2005.

BOGAERTS, A.; DELECLUSE, C.; CLAESSENS, A. L.; COUDYZER, W.; BOONEN, S.; VERSCHUEREN, S. M. 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 A Biol Sci Med Sci*, United States, v. 62, n. 6, p. 630-635, Jun. 2007.

BOGAERTS, A. C. G.; DELECLUSE, C.; CLAESSENS, A. L.; TROOSTERS, T.; BOONEN, S.; VERSCHUEREN, S. M. P. Effects of whole body vibration training on cardiorespiratory fitness and muscle strength in older individuals (a 1-year randomised controlled trial). *Age Ageing*, [s.l.], v. 38, p. 448-454, May 2009.

BOHANNON, R. W.; LEARY, K. M. Standing balance and function over the course of acute rehabilitation. *Arch Phys Med Rehabil*, Chicago, v. 76, n. 11, p. 994-996, Nov. 1995.

BONDESON, J.; WAINWRIGHT S. D.; LAUDER, S.; AMOS, N.; HUGHES, C. E. The role of synovial macrophages and macrophage-produced cytokines in driving aggrecanases, matrix metalloproteinases, and other destructive and inflammatory responses in osteoarthritis. *Arthritis Res Ther*, London, v. 8, n. 6, p. R187, Dec. 2006.

BOWLING, A. Perceptions of active ageing in Britain: divergences between minority ethnic and whole population samples. *Age Ageing*, [s.l.], v. 38, n. 6, p. 703-710, Sep. 2009.

BRONDELO, J. M.; PHILIPOT, D.; DJOUAD, F.; JORGENSEN, C.; NOËL, D. Cellular senescence is a common characteristic shared by preneoplastic and osteoarthritic tissue. *Open Rheumatol J*, [s. l.], v. 11, n. 4, p. 10-14, Feb. 2010.

BRUCKI, S. M. D.; NITRINI, R.; CARAMELI, P.; BERTOLUCCI, P. H. F.; OKAMOTO, I. H. Suggestions for utilization of the mini-mental state examination in Brazil. *Arq Neuropsiquiatr*, São Paulo, v. 61, n. 3B, p. 777-781, Abr. 2003.

BUTLAND, R. J.; PANG, J.; GROSS, E. R.; WOODCOCK, A. A.; GEDDES, D. M. Two-, six-, and 12-minute walking tests in respiratory disease. *Br Med J*, London, v. 284, n. 6329, p. 1607-1608, May 1982.

CÂMARA, L. C.; SANTARÉM, J. M.; FILHO, W. J. Knowledge update on the practice of resistance exercises by older individuals. *Acta Fisiatr*, São Paulo, v. 15, n. 4, p. 257-262, Nov. 2008.

CHEUNG, W. H.; MOK, H. W.; QIN, L.; SZE, P. C.; LEE, K. M.; LEUNG, K. S. High-frequency whole-body vibration improves balancing ability in elderly women. *Arch Phys Med Rehabil*, Chicago, v. 88, n. 7, p.852-857, Jul. 2007.

COCHRANE DJ, STANNARD SR, SARGEANT AJ.; RITTWEGER, J. The rate of muscle temperature increase during acute whole-body vibration exercise. *Eur J Appl Physiol.*, [s. l.] v. 103, n. 4, p. 441-448, Jul. 2008a.

COCHRANE, D. J.; SARTOR, F.; WINWOOD, K.; STANNARD, S. R.; NARICI, M. V.; RITTWEGER, J. A comparasion of the physiologic effects of acute whole body vibration exercise in young and older people. *Arch Phys Med Rehabil*, Chicago, v. 89, p. 815-821, May 2008b.

COIMBRA I. B.; PASTOR, E. B.; GREVE, J. M. D. A.; FULLER, R.; CAVALCANTI, F. S.; MACIEL, F. M. B.; HANDA, E. Brazilian Consensus for the treatmente of osteoarthritis. *Rev Bras Reumatol*, São Paulo, v. 42, p. 371-374, Nov./Dez. 2002.

CONOLLY, B. H. Issues In Aging In Individuals With Life Long Disabilities. *Rev. bras.fisioter.*, São Carlos, v. 10, n. 3, p. 249-262, Jul./Set. 2006.

CREAMER, P.; LETHBRIDGE-CEJKU, M.; HOCHBERG, M. C. Factors associated with functional impairment in symptomatic knee osteoarthritis. *Rheumatology (Oxford)*, London, v. 39, n. 5, p. 490-496, May 2000.

CSUKA, M.; MCCARTY, D. J. Simple method for measurement of lower extremity muscle strength. *Am J Med.*, New York, v. 78, n. 7, p. 77-81, Jan. 1985.

DAVIES A. P.; GLASGOW M. M. S. G. Imaging in osteoarthritis: a guide to requesting plain X-rays of the degenerate knee. *Knee*, [s. l.], v. 7, n. 3, p. 139-143, Jul. 2000.

DELECLUSE, C.; ROELANTS, M.; VERSCHUEREN, S. Strength increase after whole-body vibration compared with resistance training. *Med Sci Sports Exerc.*, Indianapólis, v. 35, n. 6, p. 1033-1041, Jun. 2003.

DU, H.; NEWTON, P. J.; SALAMONSON, Y.; CARRIERI-KOHLMAN, V. L.; DAVIDSON, P. M. A review of the six-minute walk test: its implication as a self-administered assessment tool. *Eur J Cardiov Nurs.*, [s. l.], v. 8, n. 1, p. 2-8, Mar. 2009.

ENRIGHT, P. L.; SHERRILL, D. L. Reference equations for the six-minute walk in healthy adults. *Am J Respir Crit Care Med.*, [s. l.], v. 158, p. 1384-1387, Nov. 1998.

ETTINGER, W. H.; JR., AFABLE, R. F. Physical disability from knee osteoarthritis: the role of exercise as an intervention. *Med Sci Sports Exerc.*, Indianapólis, v. 26, n. 12, p. 1435-1440, Dec. 1994.

FARIAS, N.; BUCHALLA, C. M. The International Classification of Functioning, Disability and Health: Concepts, Uses and Perspectives. *Rev Bras Epidemiol*, São Paulo, v. 8, n. 2, p. 187-193, Jun. 2005.

FELSON, D. T. Developments in the clinical understanding of osteoarthritis. *Arthritis Res Ther.*, London, v. 11, n. 1, p. 203-213, Jan. 2009.

FERNANDES, Marcus Ivanovith: Tradução e validação do questionário de qualidade de vida específico para osteoartrose WOMAC (Western Ontario McMaster Universities) para a língua portuguesa. 2003. 103 f. Dissertação (Mestrado em Reumatologia) - Escola Paulista de Medicina, Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 2003.

FJELDSTAD, C.; PALMER I. J.; MICHAEL, G.; BEMBEN D. A. Whole-body vibration augments resistance training effects on body composition in postmenopausal women. *Maturitas*, [s. l.], v. 63, n. 1, p.79-83, Mar. 2009.

FOLSTEIN, M. F.; FOLSTEIN, S. E.; MCHUGH, P. R. "Mini-mental state". A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *J Psychiat Res.*, [s. l.], v. 12, n. 3, p. 189-198, Nov. 1975.

FONSECA, S. T.; SILVA, P. L. P.; OCARINO, J. M.; URSINE, P. G. S. Analysis of an EMG method for quantification of muscular co-contraction, *Rev. Bras. Ciên. e Mov.*, Taguatinga-DF, v. 9, n. 3, p. 23-30, Jul. 2001.

GOLDRING, M. B.; GOLDRING, S. R. Osteoarthritis. *J. Cell. Physiol.*, [s. l.], v. 213, n. 3, p. 626-634, Jul. 2007.

GUR, H.; ÇAKIN, N. Muscle mass, isokinetic torque, and functional capacity in women with osteoarthritis of the knee. *Arch Phy Med Rehabil*, [s. l.], v. 84, n. 10, p. 1534-1541, Oct. 2003.

GURALNIK, J. M.; SIMONSICK, E. M.; FERRUCCI, L.; GLYNN, R. J.; BERKMAN, L. F.; BLAZER, D. G.; SCHERR, P. A.; WALLACE, R. B. A short physical performance battery assessing lower extremity function: association with self-reported disability and prediction of mortality and nursing home admission. *J Gerontol.*, United State, v. 49, n. 2, p. 85-94, Mar. 1994.

HAZELL, T. J.; THOMAS, G. W.; DEGUIRE, J. R.; LEMON, P. W. Vertical whole-body vibration does not increase cardiovascular stress to static semi-squat exercise. *Eur J Appl Physiol.*, [s. l.], v. 104, n. 5, p. 903-908, Nov. 2008.

HERNANDES E. S. C.; BARROS, J. C. Effects of a program of physical and educational activities for elderly people under the performance in daily activities tests. *Rev Bras Cienc Mov*, Taguatinga-DF, v. 12, n. 2 p. 43-50, Jun. 2004.

HINMAN, R. S.; HEYWOOD, S. E.; DAY, A. R. Aquatic physical therapy for hip and knee osteoarthritis: results of a single-blind randomized controlled trial. *Phys Ther*, [s. l.], v. 87, n. 1, p. 32-43, Jan. 2007.

HINTON, R.; MOODY, R. L.; DAVIS, A. W.; THOMAS, S. F. Osteoarthritis: Diagnosis and Therapeutic Considerations. *Am Fam Physician.*, [s. l.], v. 65, n. 5, p. 841-848, Mar. 2002.

HUBBARD, T. J.; HICKS-LITTLE, C.; CORDOVA, M. Changes in ankle mechanical stability in those with knee osteoarthritis. *Arch Phys Med Rehabil*, Chicago, v. 91, n. 1, p. 73-77, Jan. 2010.

JAMTVEDT, G.; DAHM, K. T.; CHRISTIE, A.; MOE, R. H.; HAAVARDSHOLM, E.; HOLM, I.; HAGEN, K. B. Physical therapy interventions for patients with osteoarthritis of the knee: an overview of systematic reviews. *Phys Ther*, [s. l.], v. 88, n. 1, p. 123-136, Jan. 2008.

JAN, M. H.; CHAI, H. M.; OUANG, C. L.; TSAI, L. Y. Effects of repetitive shortwave diathermy of reducing synovitis in patients with knee osteoarthritis; an ultrasonographic study. *Phys Ther*, [s. l.], v. 86, n. 2, p. 236-244, Feb. 2006.

JAN, M. H.; LIN, J. J.; LIAU, J. J.; LIN, Y. F.; LIN, D. H. Investigation of clinical effects of high- and low-resistance training for patients with knee osteoarthritis: a randomized controlled trial. *Phys Ther*, [s. l.], v. 88, n. 4, p. 427-436, Apr. 2008.

JOHNSON, P. J.; WINTER, E. M.; PATERSON, D. H.; KOVAL, J. J.; NEVILL, A. M. CUNNINGHAM, D. A. Modelling the influence of age, body size and sex on maximum oxygen uptake in older humans. *Exp Physiol*, [s. l.], v. 85, n. 2, p. 219-225, Mar. 2000.

JONES, C. J.; RIKLI, R. E.; BEAM, W. C. A 30-s chair-stand test as a measure of lower body strength in community-residing older adults. *Res Q Exerc Sport*, [s. l.], v. 70, n. 2, p. 113-119, Jun. 1999.

JORDAN, K. M.; ARDEN, N. K.; DOHER, M. EULAR Recommendations 2003: an evidence based approach to the management of knee osteoarthritis: Report of a Task Force of the Standing Committee for International Clinical Studies Including Therapeutic Trials (ESCISIT). *Ann Rheum Dis*, London, v. 62, n. 12, p. 1145-1155, Dec. 2003.

JUNIOR, C. P. M.; REICHENHEIM, M. E. A review of functional status evaluation instruments in the elderly. *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 21, n. 1, p. 7-19, Jan./Fev. 2005.

KAWANABE, K.; KAWASHIMA, A.; SASHIMOTO, I.; TAKEDA, T.; SATO, Y.; IWAMOTO J. Effect of whole-body vibration exercise and muscle strengthening, balance, and walking exercises on walking ability in the elderly. *Keio J Med*, Tokyo, v. 56, n. 1, p. 28-33, Mar. 2007.

KELLGREN, J. H.; LAWRENCE, J. S. Radiological assessment of osteo-arthritis. *Ann Rheum Dis*, London, v. 16, n. 4, p. 494-502, Dec. 1957.

KRAEMER, W. J.; ADAMS, K.; CAFARELLI, E.; DUDLEY, G. A.; DOOLY, C.; FEIGENBAUM, M. S.; FLECK, S. J.; FRANKLIN, B.; FRY, A. C.; HOFFMAN, J. R.; NEWTON, R. U.; POTTEIGER, J.; STONE, M. H.; RATAMESS, N. A.; TRIPLETT-MCBRIDE, T. American College of Sports Medicine Position Stand. Progression Models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc*, Indianapolis, v. 34, n. 2, p. 364-380, Feb. 2002.

LANGE, A. K.; VANWANSEEELE, B.; FOROUGH, N.; BAKER, M. K.; SHNIER, R.; SMITH, R. M.; SINGH, M. A. F. Resistive exercise for arthritic cartilage health (REACH): A randomized double-blind, sham-exercise controlled trial. *BMC Geriatr*, London, v. 9, p. 1-10, Jan. 2010.

LEMOES, A. I.; SIMÃO, R.; MONTEIRO, W.; POLITO, M.; NOVAES J. Strength Performance in Older Women after Two Intensities of Aerobic Exercise, *Rev Bras Med Esporte*, Niterói-RJ, v. 14, n. 1, p. 28-32, Jan./Fev. 2008.

LIRA, F. S.; OLIVEIRA, R. S. F.; JULIO, U. F.; FRANCHINI, E. Strength and aerobic post-exercise oxygen consumption: effect of the order of performance. *Rev Bras Med Esporte*, Niterói, v. 13, n. 6, p. 402-406, Nov./Dec. 2007.

LIVSHITS, G.; ZHAI, G.; HART, D. J.; KATO, B. S.; WANG, H.; WILLIAMS, F. M. K.; SPECTOR, T. D. Interleukin-6 is a significant predictor of radiographic knee osteoarthritis: The Chingford Study. *Arthritis Rheum*, Atlanta, v. 60, n. 7, p. 2037-2045, Jul. 2009.

LU, T. W.; WEI, I. P.; LIU, Y. H.; HSU, W. C.; WANG, T. M.; CHANG, C. F.; LIN, J. G. Immediate effects of acupuncture on gait patterns in patients with knee osteoarthritis. *Chin Med J*, Beijing, v. 123, n. 2, p. 165-172, Jan. 2010.

MAIKALA, R. V, KING, S.; BHAMBHANI, Y. N. Acute physiological responses in healthy men during whole-body vibration. *Int Arch Occup Environ Health*, [s. l.], v. 79, n. 2, p. 103-114, Feb. 2006.

MARTEL-PELLETIER, J.; PELLETIER, J. P. Is osteoarthritis a disease involving only cartilage or other articular tissues? *Eklem Hastalikev Cerrahisi*, [s. l.], v. 21, n. 1, p. 2-14, Apr. 2010.

MARX, F. C.; OLIVEIRA, L. M.; BELLINI, C. G.; RIBEIRO, M. C. C. Translation and cultural validation of the Lequesne's algofunctional questionnaire for osteoarthritis of knee and hip for portuguese language, *Rev Bras Reumatol*, São Paulo, v. 46, n. 4, p. 253-260, Jul./Ago. 2006.

McNAIR, P. J.; MARSHALL, R. N.; MAGUIRE, K. Swelling of the knee Joint: Effects of exercise on Quadriceps muscle strenght. *Arch Phys Medic Rehabil*, Chicago, v. 77, n. 9, p. 896-899, Sep. 1996.

MESSIER, S. P.; LEGAULT, C.; MIHALKO, S.; MILLER, G. D.; LOESER, R. F.; DEVITA, P.; LYLES, M.; ECKSTEIN, F.; HUNTER, D. J.; WILLIAMSON, J. D.; NICKLAS, B. J. The Intensive Diet and Exercise for Arthritis (IDEA) trial: design and rationale. *BMC Musculoskelet Disord.*, London, v. 28, n. 10, p. 93-103, Jul. 2009.

MICHAEL, J. W. P.; SCHLUTER-BRUST, K. U.; EYSEL, P. The epidemiology, etiology, diagnosis, and treatment of osteoarthritis of the knee. *Dtsch Arztebl Int.*, German, v. 107, n. 9, p. 152-162, Mar. 2010.

MIYAMOTO, S. T.; JUNIOR, I. L.; BERG, K. O.; NATOUR, J. Brazilian version of the Berg balance scale. *Braz J Med Biol Res*, Ribeirão Preto, v. 37, n. 9, p. 1411-1421, Apr. 2004.

NASRI, F. The aging population in Brazil. *Einstein*, São Paulo, v. 6, S. 1, p. S4-S6, 2008.

NES, I. J. M.; LATOUR, H.; SCHILS, F.; MEIJER, R.; KUIJK, A. GEURTS, A. C. H. Long-Term Effects of 6-Week Whole-Body Vibration on Balance Recovery and Activities of Daily Living in the Postacute Phase of Stroke. *Stroke*, Boston, v. 37, n. 9, p. 2331-2335, Sep. 2006.

NORDLUND, M. M.; THORSTENSSON, A. Strength training effects of whole-body vibration? *Scand J Med Sci Sports*, Copenhagen, v. 17, n. 1, p. 12-17, Jun. 2007.

OEGEMA, T. R. Molecular basis of the interaction of inflammation and exercise: keep on walking. *Arthritis Rheum.*, Atlanta, v. 56, n. 10, p. 3176-3179, Oct. 2007.

PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION. SABE – Survey Salud y Bienestar de la Población Adulta Mayor, 2000.

PARAHYBA, B. A.; SIMÕES, C. C. S. Disability prevalence among the elderly in Brazil. *Ciê. saúde coletiva*, Rio de Janeiro, v. 11, n. 4, p. 967-974, Oct./Dec. 2006.

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

RAMOS, R. L.; VERAS, R. P.; KALACHE, A. A populational aging: a brazilian reality. *Rev Saude Publica*, São Paulo, v. 21, n. 3, p. 211-224, Jun. 1987.

RAVAGNANI, F. C. P.; COELHO, C. F.; BURINI, R. C. Age-associated decline in maximal aerobic capacity in adults men determined from ergospirometry test. *R. bras. Ci e Mov.*, Taguatinga-DF, v. 13, n. 2, p. 7-15, Fev. 2005.

REBELATTO, J. R.; CALVO, J. I.; OREJUELA, J. R.; PORTILLO, J. C. Influence of a long-term physical activity program on hand muscle strength and body flexibility among elderly women. *Rev bras fisioter*, São Carlos, v. 10, n. 1, p. 127-132, Jan./Fev. 2006.

REES, S. S.; MURPHY, A. J.; WATSFORD, M. L. Effects of whole body vibration on postural steadiness in an older population. *J Sci Med Sport*, Turkey, v. 12, n. 4, p. 440-444, Jun. 2009.

RESENDE, S. M.; RASSI, C. M.; NELSON, D. E.; LI, Y.; BLOCK, J. A. Effects of hydrotherapy in balance and prevention of falls among elderly women. *Rev bras fisioter*, São Carlos, v. 12, n. 1, p. 57-63, Jan./Fev. 2008.

RESENDE, M. D. V.; STURION, J. A.; PEREIRA, J. C. D. Sample size for detection significant differences among treatments. *Bol. Pesq. Fl.*, Colombo, v. 49, p. 109-120, Jul./Dez. 2004.

RITTWEGER, J. Vibration as an exercise modality: how it may work, and what its potential might be. *Eur J Appl Physiol.*, [s. l.], v. 108, n. 5, p. 877-904, Mar. 2009.

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

RITTWEGER, J.; EHRIG, J.; JUST, K.; MUTSCHELKNAUSS, M.; KIRSCH, K. A., FELSENBURG, D. Oxygen uptake in whole-body vibration exercise: influence of vibration frequency, amplitude, and external load. *Int J Sports Med*, Germany, v. 23, n. 6, p. 428-432, Aug. 2002.

RITTWEGER, J.; MUTSCHELKNAUSS, M.; FELSENBURG, D. Acute changes in neuromuscular excitability after exhaustive whole body vibration exercise as compared to exhaustion by squatting exercise. *Clin Physiol & Fun Im.*, [s. l.], v. 23, n. 3, p. 81-86, Mar. 2003.

RITTWEGER, J.; SCHIESSL, H.; FELSENBURG, D. Oxygen uptake during whole-body vibration exercise: comparison with squatting as a slow voluntary movement. *Eur J Appl Physiol*, [s. l.], v. 86, n. 2, p. 169-173, Dec. 2001.

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*, Los Angeles, v. 52, n. 6, p. 901-908, Jun. 2004.

RUNGE, M.; REHFELD, G.; RESNICEK, E. Balance training and exercise in geriatrics patients. *J Musculoskelet Neuronal Interact*, Greece, v. 1, n. 1, p. 61-65, Sep. 2000.

SAKKAS, L. I.; PLATSOUKAS, C. D. The role of T cells in the pathogenesis of osteoarthritis. *Arthritis Rheum*, Atlanta, v. 56, n. 2, p. 409-424, Feb. 2007.

SCHENCKING, M.; OTTO, A.; DEUTSCH, T.; SANDHOLZER, H. A comparison of Kneipp hydrotherapy with conventional physiotherapy in the treatment of osteoarthritis of the hip or knee: protocol of a prospective randomised controlled clinical trial. *BMC Musculoskelet Disord*, London, v. 19, n. 10, p. 104-114, Aug. 2009.

SHAKOOR, N.; FURMANOV, S.; NELSON, D. E.; LI, Y.; BLOCK, J. A. Pain and its relationship with muscle strength and proprioception in knee OA: results of an 8-week home exercise pilot study. *J Musculoskelet Neuronal Interact*, Greece, v. 8, n. 1, p. 35-42, Jan./Mar. 2008.

SILVA, A.; ALMEIDA, G. J. M.; CASSILHAS, R. C.; COHEN, M.; PECCIN, M. S.; TUFIK, S.; MELO, M. T. Balance, coordination and agility of older individuals

submitted to physical resisted exercises practice. *Rev Bras Med Esporte*, Niterói, v. 14, n. 2, p. 88-93, Mar./Apr. 2008.

SMITH, E. L.; GILLIGAN, C. Effects of inactivity and exercise on bone. *The Physician and Sportsmedicine*, v. 7, n. 2, p. 71-81, Feb. 1989.

STEFFEN, T.; SENEY, M. Test-retest reliability and minimal detectable change on balance and ambulation tests, the 36-item short-form health survey, and the unified Parkinson disease rating scale in people with parkinsonism. *Phys Ther*, [s. l.], v. 88, n. 6, p. 733-746, Jun. 2008.

STEVENSON, T.J. Detecting change in patients with stroke using the Berg Balance Scale. *Aust J Physiother*, [s. l.], v. 47, n. 1, p. 29-38, Feb. 2001.

STEWART, J. A.; COCHRANE, D. J.; MORTON, R. H. Differential effects of whole body vibration durations on knee extensor strength. *J Sci Med Sport*, Tukey, v. 12, n. 1, p. 50-53, Jan. 2009.

TETLOW, L. C.; ADLAM, D. J.; WOOLLEY, D. E. Matrix metalloproteinase and proinflammatory cytokine production by chondrocytes of human osteoarthritic cartilage: associations with degenerative changes. *Arthritis Rheum.*, Atlanta, v. 44, n. 3, p. 585-594, Mar. 2001.

TORVINEN, S.; KANNUS, P.; SIEVANEN, H.; JARVINEN, T. A.; PASANEN, M.; KONTULAINEN, S.; JARVINEN, T. L.; JARVINEN, M.; OJA, P.; VUORI, I. Effect of a vibration exposure on muscular performance and body balance. Randomized cross-over study. *Clin Physiol Funct Imaging*, Sweden, v. 22, n. 2, p.145-152, Mar. 2002.

TRANS, T.; AABOE, J.; HENRIKSEN, M.; CHRISTENSEN, R.; BLIDDAL, H.; LUND, H. Effect of whole body vibration exercise on muscle strength and proprioception in females with knee osteoarthritis. *Knee*, [s. l.], v. 16, n. 4, p. 256-261, Aug. 2009.

VASCONCELOS, K. S. S.; DIAS, J. M. D.; DIAS, R. C. Relationship Between Pain Intensity and Functional Capacity of Obese Individuals With Knee Osteoarthritis. *Rev. bras. fisioter.*, São Carlos, v. 10, n. 2, p. 213-218, 2006.

VERAS, R. P.; RAMOS, L. R.; KALACHE, A. The increase of the elderly population in Brazil: transformation of and consequences for society. *Rev. Saúde Pública*, São Paulo, v. 21, n. 3, p. 225-233, Jun. 1987.

VERSCHUEREN, S. M.; ROELANTS, M.; DELECLUSE, C.; SWINNEN, S.; VANDERSCHUEREN, D.; BOONEN, S. 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 Bone Miner Res*, Washington, v. 19, n. 3, p. 352-359, Mar. 2004.

WANG, C. T.; LIN, Y. T.; CHIANG, B. L.; LIN, Y. H.; HOU, S. M. High molecular weight hyaluronic acid down-regulates the gene expression of osteoarthritis-associated

cytokines and enzymes in fibroblast-like synoviocytes from patients with early osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage*, [s. l.], v. 14, n. 12, p. 1237-1247, Dec. 2006.

WONG, L. L. R.; CARVALHO, J. A. O rápido processo de envelhecimento populacional do Brasil: sérios desafios para as políticas públicas. *Rev. bras. estud. Popul.*, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 5-26, Jan./Jun. 2006.

WU, W.; BILLINGHURST, R. C.; PIDOUX, I.; ANTONIOU, J.; ZUKOR, D.; TANZER, M.; POOLE, A.R. Sites of collagenase cleavage and denaturation of type II collagen in aging and osteoarthritic articular cartilage and their relationship to the distribution of matrix metalloproteinase 1 and matrix metalloproteinase 13. *Arthritis Rheum.*, Atlanta, v. 46, n. 8, p. 2087-2094, Aug. 2002.

ZACARON, K. A. M.; DIAS, J. M. D.; ABREU, N. S.; DIAS, R. C. Physical Activity Levels, Pain and Swelling and Their Relationships with Knee Muscle Dysfunction in Elderly People with Osteoarthritis. *Rev. bra. fisioter.*, São Carlos, v. 10, n. 3, p. 279-284, Jul./Sep. 2006.

ZASLAVSKY, C.; GUS, I. Idoso. Doença Cardíaca e Comorbidades. *Arq. Bras. Cardiol.*, São Paulo, v. 79, n. 6, p. 635-639, Dec. 2002.

ZHONG, S.; CHEN, C. N.; THOMPSON, L. V. Sarcopenia Of Ageing: Functional, Structural And Biochemical Alterations. *Rev. bras. fisioter.*, São Carlos, v. 11, n. 2, p. 91-97, Mar./Apr. 2007.

ANEXOS E APÊNDICES**ANEXO A- Mini-Exame do Estado Mental**

**EFEITO DO TREINAMENTO DE VIBRAÇÃO DE TODO O CORPO NO
DESEMPENHO FUNCIONAL DE IDOSOS COM OSTEOARTRITE DE
JOELHO**

DATA: _____**AVALIADOR:** _____**IDENTIFICAÇÃO****NOME:** _____**ORIENTAÇÃO TEMPORAL**

DIA DA SEMANA	
DIA DO MÊS	
MÊS	
ANO	
HORA APROXIMADA	
TOTAL	

ORIENTAÇÃO ESPACIAL

LOCAL GENÉRICO (RESIDÊNCIA, HOSPITAL, CLÍNICA)	
LOCAL ESPECÍFICO (ANDAR OU SETOR)	
BAIRRO OU PRÓXIMA RUA	
CIDADE	
ESTADO	
TOTAL	

MEMÓRIA DE FIXAÇÃO

VASO, CARRO, TIJOLO	
---------------------	--

ATENÇÃO E CÁLCULO

100-7 93-7 86-7 79-7 72-7	
-----------------------------------	--

MEMÓRIA DE EVOCÇÃO

VASO, CARRO, TIJOLO	
---------------------	--

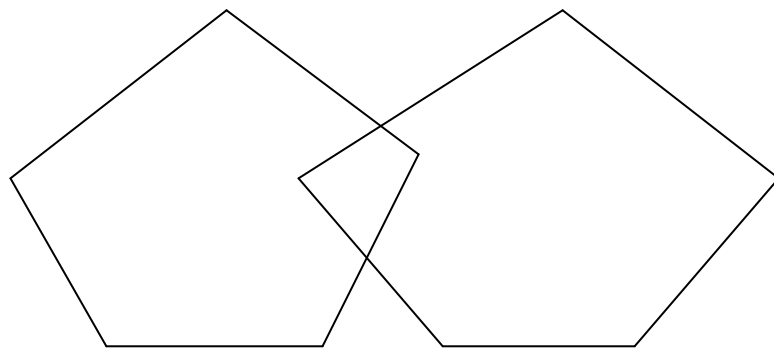
LINGUAGEM

NOMEAR: RELÓGIO E CANETA	
REPETIR NEM AQUI, NEM ALI, NEM LÁ	
COMANDO VERBAL: PEGUE ESTE PAPEL COM A MÃO DIREITA, DOBRE AO MEIO E COLOQUE NO CHÃO	
LER E SEGUIR O COMANDO ESCRITO: FECHER OS OLHOS	
ESCREVER UMA FRASE	
TOTAL	

PRAXIA CONSTRUTIVA

COPIAR O DESENHO	
------------------	--

FECHER OS OLHOS



ANEXO B- Escala de Equilíbrio de Berg

ANEXO A. Escala do Equilíbrio de Berg

1. Sentado para em pé. Instruções: Fique em pé. Tente não usar as mãos para se apoiar. Pontuação: Marque a categoria abaixo que se aplica.				
(4) capaz de ficar em pé, não usa as mãos e a estabilidade é independente	(3) capaz de ficar em pé independentemente, usando as mãos	(2) capaz de ficar em pé usando as mãos depois de várias tentativas	(1) precisa de uma ajuda mínima para ficar em pé ou se estabilizar	(0) precisa de uma ajuda moderada ou máxima para ficar em pé
2. Ficar em pé sem apoiar-se. Instruções: Fique em pé durante 2 minutos, sem se segurar. Pontuação: Marque a categoria abaixo que se aplica.				
(4) capaz de ficar em pé com segurança pelos 2 minutos	(3) capaz de ficar em pé 2 minutos com supervisão	(2) capaz de ficar em pé 30 segundos sem se apoiar	(1) precisa de várias tentativas para ficar em pé 30 segundos sem se apoiar	(0) incapaz de ficar em pé 30 segundos sem ajuda
SE O INDIVÍDUO CONSEGUIR FICAR EM PÉ POR 2 MINUTOS COM SEGURANÇA, MARQUE (4) NO ITEM SENTADO SEM APOIAR-SE. PROSSIGA PARA A MUDANÇA DE POSIÇÃO EM PÉ PARA SENTADO.				
3. Sentado sem apoiar-se, pés no chão. Instruções: Fique sentado com os braços cruzados durante 2 minutos. Pontuação: Marque a categoria abaixo que se aplica.				
(4) capaz de ficar sentado com segurança pelos 2 minutos	(3) capaz de ficar sentado 2 minutos com supervisão	(2) capaz de ficar sentado 30 segundos	(1) capaz de ficar sentado 10 segundos	(0) incapaz de ficar sentado sem apoiar-se por 10 segundos
4. Em pé para sentado Instruções: Sente-se. Pontuação: Marque a categoria abaixo que se aplica.				
(4) senta-se com segurança, com uso mínimo das mãos	(3) controla a descida pelo uso das mãos	(2) usa a parte posterior das pernas contra a cadeira para controlar a descida	(1) senta-se independentemente, mas com uma descida descontrolada	(0) precisa de ajuda para sentar
5. Transferências Instruções: Ande desde a cadeira até a cama e volte novamente. Uma das vezes, sente em uma cadeira com apoios para os braços e, na outra, em uma cadeira sem apoios. Pontuação: Marque a categoria abaixo que se aplica.				
(4) consegue transferir-se com segurança, com uso mínimo das mãos	(3) consegue transferir-se com segurança, com evidente necessidade das mãos	(2) consegue transferir-se com dicas verbais e/ou supervisão	(1) precisa de uma pessoa para ajudá-lo	(0) precisa de duas pessoas para ajudá-lo, ou de supervisão para sentir-se seguro
6. Ficar em pé sem apoio, com os olhos fechados Instruções: Feche os olhos e fique em pé imóvel durante 10 segundos. Pontuação: Marque a categoria abaixo que se aplica.				
(4) consegue ficar em pé por 10 segundos com segurança	(3) consegue ficar em pé por 10 segundos com supervisão	(2) consegue ficar em pé por 3 segundos	(1) incapaz de manter os olhos fechados por 3 segundos, mas fica estável	(0) precisa de ajuda para não cair
7. Ficar em pé sem ajuda, com os pés juntos Instruções: Junte os pés e fique em pé sem apoiar-se. Pontuação: Marque a categoria abaixo que se aplica.				
(4) capaz de juntar os pés independentemente, e ficar em pé por 1 minuto com segurança	(3) capaz de juntar os pés independentemente, e ficar em pé por 1 minuto com supervisão	(2) capaz de juntar os pés independentemente, mas incapaz de manter a posição por 30 segundos	(1) precisa de ajuda para chegar na posição, mas consegue ficar em pé por 15 segundos	(0) precisa de ajuda para chegar na posição e é incapaz de mantê-la por 15 segundos – pés juntos
OS ITENS A SEGUIR DEVEM SER EXECUTADOS COM O PACIENTE EM PÉ SEM APOIAR-SE.				
8. Inclinar-se para a frente, com o braço esticado Instruções: Erga o braço a 90°. Alongue os dedos e incline o corpo para frente o máximo que puder. (O examinador coloca uma régua nas pontas dos dedos, quando o braço está a 90°. Eles não devem tocar a régua quando o paciente inclina o corpo para frente. A medida registrada é a distância que os dedos atingem quando o paciente está na posição máxima de inclinação para frente). Pontuação: Marque a categoria abaixo que se aplica.				
(4) consegue alcançar com confiança mais de 25 cm	(3) consegue alcançar com confiança mais de 10 cm	(2) consegue alcançar com confiança mais de 5 cm	(1) inclina o tronco para frente, mas precisa de supervisão	(0) precisa de ajuda para não cair
9. Pegar objetos do chão Instruções: Pegue o sapato/chinelo colocado na frente dos seus pés. Pontuação: Marque a categoria abaixo que se aplica.				
(4) consegue pegar o chinelo com segurança e facilidade	(3) consegue pegar o chinelo, mas precisa de supervisão independentemente	(2) incapaz de pegar mas chega a 2,5 ou 5 cm do chinelo e mantém o equilíbrio	(1) incapaz de pegar e precisa de supervisão enquanto tenta	(0) incapaz de tentar/precisa de ajuda para não cair
10. Virar para olhar para trás / sobre os ombros direito e esquerdo Instruções: Vire-se para olhar para trás / sobre o ombro esquerdo. Repita com o direito. Pontuação: Marque a categoria abaixo que se aplica.				
(4) olha para trás, para ambos os lados e transfere bem o peso do corpo	(3) olha para apenas um lado; para o outro, mostra menos deslocamento de peso	(2) vira para os lados, mas consegue manter o equilíbrio	(1) precisa de ajuda enquanto vira	(0) precisa de ajuda para não cair
11. Girar 360° Instruções: Dê um giro completo. Faça uma pausa. Depois, execute um giro completo na direção oposta. Pontuação: Marque a categoria abaixo que se aplica.				
(4) capaz de girar 360° seguramente, em menos de 4 segundos para cada lado	(3) capaz de girar 360° seguramente para um dos lados em menos de 4 segundos	(2) capaz de girar 360° com segurança, mas lentamente	(1) precisa de supervisão estreita ou dicas verbais	(0) precisa de ajuda enquanto gira
DESLOCAMENTO DINÂMICO DO PESO ENQUANTO ESTÁ EM PÉ SEM APOIO.				
12. Contar o número de vezes em que pisca em um banquinho Instruções: Coloque cada um dos pés alternadamente sobre a banqueta. Continue, até que cada um deles tenha tocado a banqueta quatro vezes. Pontuação: Marque a categoria abaixo que se aplica.				
(4) capaz de ficar em pé independentemente e seguramente, e completa 8 passos dentro de 20 segundos	(3) capaz de ficar em pé independentemente e completa os 8 passos em mais de 20 segundos	(2) capaz de completar 4 passos sem ajuda, com supervisão	(1) capaz de completar mais de 2 passos, mas precisa de ajuda mínima	(0) precisa de ajuda para não cair/ incapaz de tentar
13. Ficar em pé sem apoio, um dos pés à frente Instruções: Demonstre para o indivíduo. Coloque os pés diretamente na frente do outro. Se não conseguir colocá-lo diretamente na frente, tente dar o passo mais longo que conseguir à frente, de forma que o calcanhar de um dos pés fique além dos arcos do outro. Pontuação: Marque a categoria abaixo que se aplica.				
(4) capaz de colocar o pé corretamente e independentemente e manter a posição por 30 segundos	(3) capaz de colocar o pé à frente do outro independentemente e manter a posição por 30 segundos	(2) capaz de dar um pequeno passo independentemente e manter a posição por 30 segundos	(1) precisa de ajuda para dar o passo, mas consegue manter a posição por 15 seg.	(0) perde o equilíbrio quando dá um passo à frente ou fica em pé
14. Ficar em pé sobre apenas uma das pernas Instruções: Fique em pé sobre apenas uma das pernas, enquanto puder, mas sem apoiar-se. Pontuação: Marque a categoria abaixo que se aplica.				
(4) consegue erguer a perna independentemente e manter a posição por mais de 10 segundos	(3) consegue erguer a perna independentemente e manter a posição por 5-10 segundos	(2) consegue erguer a perna independentemente e manter a posição por mais de 3 segundos independentemente	(1) tenta erguer a perna; incapaz de manter a posição por 3 segundos, mas continua em pé	(0) não consegue tentar ou precisa de ajuda para não cair
PONTUAÇÃO TOTAL _____				
PONTUAÇÃO MÁXIMA _____				

Fonte: Herdman SJ, Whitney SL. Tratamento da hipofunção vestibular in Herdman SJ. Reabilitação Vestibular. São Paulo: Manole; 2002. p.381-419

ANEXO C- WOMAC

EFEITO DO TREINAMENTO DE VIBRAÇÃO DE TODO O CORPO NO DESEMPENHO FUNCIONAL DE IDOSOS COM OSTEOARTRITE DE JOELHO

Instruções para os pacientes

Nas seções A, B, e C as perguntas serão feitas da seguinte forma e você deverá respondê-las colocando um "X" em um dos quadrados.

Nota:

1. Se você colocar o "X" no quadrado da extrema esquerda, ou seja:

Nenhuma	Pouca	Moderada	Intensa	Muito intensa
Então você está indicando que você não tem dor.				

2. Se você colocar o "X" no quadrado da extrema direita, ex:

Nenhuma	Pouca	Moderada	Intensa	Muito intensa
Então você está indicando que sua dor é muito intensa.				

3. Por favor observe:

Que quanto mais à direita você colocar o "X", maior a dor que você está sentindo.
Que mais à esquerda você colocar o "X", menor a dor que você está sentindo.
Favor não coloque o "X" fora dos quadrados.

Você será solicitado a indicar neste tipo de escala a intensidade da dor, rigidez ou incapacidade que você está sentindo. Por favor lembre que quanto mais à direita você colocar o "X", você está indicando que está sentindo maior dor, rigidez, ou incapacidade.

SEÇÃO A

INSTRUÇÕES PARA OS PACIENTES

As perguntas a seguir se referem à intensidade da dor que você está atualmente sentindo devido à artrite de seu joelho. Para cada situação, por favor, coloque a intensidade da dor que sentiu nas últimas 72 horas (por favor, marque suas respostas com um "X").

Pergunta: Qual a intensidade da sua dor?

1. Caminhando em um lugar plano.

Nenhuma	Pouca	Moderada	Intensa	Muito intensa
---------	-------	----------	---------	---------------

2. Subindo ou descendo escadas.

Nenhuma	Pouca	Moderada	Intensa	Muito intensa
---------	-------	----------	---------	---------------

3. À noite deitado na cama

Nenhuma	Pouca	Moderada	Intensa	Muito intensa
---------	-------	----------	---------	---------------

4. Sentado-se ou deitado-se

Nenhuma	Pouca	Moderada	Intensa	Muito intensa
---------	-------	----------	---------	---------------

5. Ficando de pé

Nenhuma	Pouca	Moderada	Intensa	Muito intensa
---------	-------	----------	---------	---------------

SEÇÃO B

INSTRUÇÕES PARA OS PACIENTES

As perguntas a seguir se referem à intensidade da rigidez nas juntas (não dor), que você está atualmente sentindo devido à artrite de seu joelho. Para cada situação, por favor, coloque a intensidade da dor que sentiu nas últimas 72 horas (por favor, marque suas respostas com um "X").

1. Qual é a intensidade de sua rigidez logo após acordar de manhã?

Nenhuma	Pouca	Moderada	Intensa	Muito intensa
---------	-------	----------	---------	---------------

2. Qual é a intensidade de sua rigidez após se sentar, se deitar ou repousar no decorrer do dia?

Nenhuma	Pouca	Moderada	Intensa	Muito intensa
---------	-------	----------	---------	---------------

SEÇÃO C

INSTRUÇÕES PARA OS PACIENTES

As perguntas a seguir se referem a sua atividade física. Nós chamamos atividade física, sua capacidade de se movimentar e cuidar de você mesmo (a). Para cada uma das atividades a seguir, por favor, indique o grau de dificuldade que você está tendo devido à artrite em seu joelho durante as últimas 72 horas (por favor, marque suas respostas com um "X").

Pergunta: Qual o grau de dificuldade que você tem ao:

1. Descer escadas

Nenhuma	Pouca	Moderada	Intensa	Muito intensa
---------	-------	----------	---------	---------------

2. Subir escadas

Nenhuma	Pouca	Moderada	Intensa	Muito intensa
---------	-------	----------	---------	---------------

3. Levantar-se estando sentada

Nenhuma	Pouca	Moderada	Intensa	Muito intensa
---------	-------	----------	---------	---------------

4. Ficar de pé

Nenhuma	Pouca	Moderada	Intensa	Muito intensa
---------	-------	----------	---------	---------------

5. Abaixar-se para pegar algo

Nenhuma	Pouca	Moderada	Intensa	Muito intensa
---------	-------	----------	---------	---------------

6. Andar no plano

Nenhuma	Pouca	Moderada	Intensa	Muito intensa
---------	-------	----------	---------	---------------

7. Entrar e sair do carro

Nenhuma	Pouca	Moderada	Intensa	Muito intensa
---------	-------	----------	---------	---------------

8. Ir fazer compras

Nenhuma	Pouca	Moderada	Intensa	Muito intensa
---------	-------	----------	---------	---------------

9. Colocar meias

Nenhuma	Pouca	Moderada	Intensa	Muito intensa
---------	-------	----------	---------	---------------

10. Levantar-se da cama

Nenhuma	Pouca	Moderada	Intensa	Muito intensa
---------	-------	----------	---------	---------------

11. Tirar as meias

Nenhuma	Pouca	Moderada	Intensa	Muito intensa
---------	-------	----------	---------	---------------

12. Ficar deitado na cama

Nenhuma	Pouca	Moderada	Intensa	Muito intensa
---------	-------	----------	---------	---------------

13. Entrar e sair do banho

Nenhuma	Pouca	Moderada	Intensa	Muito intensa
---------	-------	----------	---------	---------------

14. Se sentar

Nenhuma	Pouca	Moderada	Intensa	Muito intensa
---------	-------	----------	---------	---------------

15. Sentar e levantar do vaso sanitário

Nenhuma	Pouca	Moderada	Intensa	Muito intensa
---------	-------	----------	---------	---------------

16. Fazer tarefas domésticas pesadas




Nenhuma	Pouca	Moderada	Intensa	Muito intensa
---------	-------	----------	---------	---------------

17. Fazer tarefas domésticas leves

Nenhuma	Pouca	Moderada	Intensa	Muito intensa
---------	-------	----------	---------	---------------

OBRIGADO POR COMPLETAR ESTE QUESTIONÁRIO

APÊNDICE A- Carta de Aprovação do CEP

 <p>MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI Comitê de Ética em Pesquisa/CEP</p>	
<p>Ofício nº.141/08</p> <p style="text-align: right;">Diamantina, 28 de outubro de 2008.</p>	
<p>A Sua Senhoria, a Senhora Profa. Ana Cristina Rodrigues Lacerda Departamento de Fisioterapia - FCBS UFVJM</p>	
<p>Assunto: Parecer Consubstanciado nº. 001/08</p>	
<p>Prezada Pesquisadora,</p> <p>O projeto protocolado sob o registro provisório nº 001/08 e intitulado: "Efetividade do Treinamento de Vibração de Todo o Corpo no Desempenho Funcional de Idosos com Osteoartrite de Joelho", foi reavaliado pelo Comitê de Ética em Pesquisa e, tendo em vista a apresentação das correções sugeridas por este Comitê e, portanto, a conformidade com a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde, recebeu o parecer APROVADO. Seu número de registro definitivo é 046/08.</p> <p>O projeto propõe investigar o efeito do treinamento de vibração de todo corpo, por meio de uma plataforma oscilatória modelo FitVibe, em 30 idosos com osteoartrite de joelho. Trata-se de um estudo clínico, randomizado, duplo-cego, caso-controle contendo três grupos: experimental, placebo e controle. Os parâmetros analisados serão: força muscular; capacidade aeróbica; agilidade; equilíbrio corporal; controle de dor; funcionalidade; rigidez matinal e resposta imunológica.</p> <p>Deverá ser apresentado relatório a este Comitê um ano após a aprovação do projeto.</p>	
<p>Atenciosamente,</p> <div style="text-align: center;">  Profª. M.Sc. Nádia Verônica Halboth Coordenadora CEP/UFVJM <i>Nadia Veronica Halboth</i> Coordenadora CEP / UFVJM </div>	
<small> Campus I e II - Rectoria - Diamantina - MG - Brasil Rua da Glória - nº 187 - Centro - CEP: 39100-000 - Diamantina - MG - Brasil - PABX: (38) 3531-1811 Campus Avançado do Mucuri - Teófilo Otoni - MG - Brasil Av. Dr. Luiz Boell Porto Salmen - s/nº - Ipiranga - CEP: 39801-000 - Teófilo Otoni - MG - Brasil - PABX: (33) 3522-6037 </small>	

APÊNDICE B- Termo de Consentimento Livre e Esclarecido**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Autorização de Consentimento Livre e Esclarecido (de acordo com o item IV da Resolução 196-96 do Conselho Nacional de Saúde).

O Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM) está desenvolvendo uma pesquisa que consiste em avaliar o efeito do treinamento de vibração de todo o corpo no desempenho funcional de idosos com osteoartrite de joelho.

O envelhecimento populacional é uma realidade mundial e com ele o aumento das doenças crônico-degenerativas, dentre estas merece destaque a osteoartrite ou artrose.

A artrose acomete com maior frequência a articulação do joelho e tem como característica o desgaste da cartilagem. Este desgaste da cartilagem pode limitar algumas das atividades do seu dia-a-dia, tornando assim o indivíduo mais dependente.

No presente estudo, os voluntários serão sorteados, podendo ser distribuídos em grupo que receberá intervenção de vibração de todo o corpo e grupo controle, que receberá o tratamento após o final da pesquisa.

Para o grupo que receberá intervenção, consistirá de três fases, descritas abaixo:

- fase 1 compreende 6 semanas sem realização de treino de vibração de todo o corpo;
- fase 2 compreende 12 semanas de treinamento de vibração de todo o corpo; Os encontros acontecerão três vezes por semana, durante doze semanas.

Todos os protocolos de intervenção e avaliação serão realizados por acadêmicos previamente treinados sob orientação da professora Ana Cristina Lacerda. O estudo será realizado da Clínica Escola de Fisioterapia da UFVJM localizada na BR-367, km-583, nº 5000.

Após receber todas as informações sobre os procedimentos e objetivos da pesquisa que será realizada, dou pleno consentimento aos pesquisadores a realizar questionários, testes e intervenções necessários a essa pesquisa.

Tenho pleno conhecimento dos procedimentos aos quais posso ser submetido (a), assim como todos os riscos iminentes a eles, e que não haverá nenhum tipo de ônus ou bônus à minha pessoa. Tenho ainda a liberdade de me recusar a participar ou retirar-me em qualquer fase da pesquisa, sem penalização e prejuízo, tenho assegurado a

garantia de sigilo e privacidade quanto aos dados confidenciais envolvidos na pesquisa, além de não haver nenhuma forma de indenização ou ressarcimento das despesas decorrentes da participação na pesquisa.

Dou pleno direito de retenção, uso na elaboração da pesquisa e de divulgação em congressos, publicação, trabalho de conclusão de curso e outros eventos científicos e acadêmicos dos dados obtidos, respeitando os respectivos códigos de ética.

Li ou me foi lido este termo, compreendi e concordo em participar do projeto desde que mantido sigilo quanto a minha identificação, mantendo essa informação como confidencial.

Assim nós o convidamos para participar como voluntário desse projeto

Nome do paciente: _____

Idade: ____ anos Data de nascimento: ____ - ____ - ____

Estado civil: _____

Escolaridade completa: ____1º ____2º ____3º grau

Profissão: _____

Endereço residencial: _____

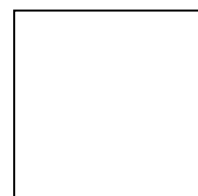
Bairro: _____

Cidade: _____ Tel.: _____

Identidade: _____

Assinatura: _____

Data: ____/____/____



Responsável pela entrevista: _____

Nome do coordenador: Ana Cristina Lacerda

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e do Mucuri - UFVJM

Rua da Glória, 187. CEP 39100.000. Telefone para contato: 3531-0124

APÊNDICE C- Ficha de Avaliação**EFEITO DO TREINAMENTO DE VIBRAÇÃO DE TODO O CORPO NO
DESEMPENHO FUNCIONAL DE IDOSOS COM OSTEOARTRITE DE JOELHO**

Examinador(a): _____

Data: __/__/__

Nome do paciente: _____

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

Cor: _____

Endereço: _____

Estado civil: () Solteiro () Casado () Viúvo () Divorciado () Outros

Responsável (grau de parentesco): _____

Tel: _____

Médico: _____ Tel: _____

Profissão ou ocupação atual: _____

Escolaridade:

() Analfabeto

() Ensino fundamental até 8º série

() Ensino médio – até 3º ano científico ou magistério

() Ensino superior

() Pós graduação

Quantas vezes o senhor caiu nos últimos 12 meses?

() nenhuma () até 3 vezes () mais de 3 vezes

() outros _____

O senhor tem medo de cair novamente? () Sim () Não

Medicamentos em uso: () Sim () Não

Quantidade: () 0-3 tipos () 4-7 tipos () mais de 8

Especificar: _____

Patologias associadas:

() Diabetes-glicose acima de 126 mg-dL

() Doenças respiratórias (asma, bronquite, sinusite, enfisema)

Outras: _____

() Doenças neuropsiquiátricas (AVE, depressão, doença de Parkinson)

Outras: _____

() Doenças cardiovasculares (hipotensão arterial, HAS, infarto arritmias, ICC)

Outras: _____

Doenças músculo-esqueléticas (artrose, reumatismo, osteoartrite)

Outras: _____

() Neoplasias

() Incontinência urinária

() incontinência fecal

() Outras: _____

APÊNDICE D- Artigo submetido à Revista European Journal of Applied Physiology, estrato B2 da área Ciências Biológicas II

Short Communication

Title page:

Oxygen consumption and heart rate during squat exercise with or without whole-body vibration in the elderly.

Núbia Carelli Pereira de Avelar¹; Adriano Prado Simão¹; Rosalina Tossige-Gomes¹; Camila Neves¹; Bruno Mezencio³, Leszek Szmuchrowski³, Cândido Celso Coimbra²; Ana Cristina Rodrigues Lacerda^{1*};

^{1*} Federal University of the Jequitinhonha and Mucuri Valleys – Healthy and Biological Sciences Faculty

- Exercise Physiology Laboratory;

² Federal University of Minas Gerais – Biological Sciences Institute – Endocrinology Laboratory;

³ Federal University of Minas Gerais – Occupational Therapy and Physiotherapy, Physical Education School - Load Evaluation Laboratory.

* Address for correspondence: Departamento de Fisioterapia, UFVJM, Rua da Glória, nº 187, Centro, 39100-000, Diamantina, MG, Brasil. Telephone: +55 (038) 35321239. Fax: +55 (038) 35313808

e-mail: lacerda.acr@ufvjm.edu.br

Abstract

Objective: Quantify the oxygen consumption and heart rate when you add vibration of the whole body to squat exercises in elderly. **Methodology:** The oxygen consumption and heart rate were evaluated in 18 elderly individuals, 15 females and 3 males with a mean age of 72 ± 6 years, who were randomly submitted to two experimental situations. The measurements were taken during rest and during the performance of squatting exercises (8 series of 40 seconds with 40 seconds of rest between series; performing squats in 3-second cycles with 10-60 degrees of flexion) without or with vibration at a frequency of 40 Hz and amplitude of 4 mm. **Results:** Associating whole body vibration with squatting resulted in an additional increase of around 20% in oxygen consumption and 7.5% in heart rate recorded during exercise. **Conclusion:** Although the vibratory stimulus has increased oxygen consumption and heart rate during squatting exercises, this elicited increase may be insufficient to improve cardiovascular fitness. However, these parameters of vibration associated with the squat should be explored as future training schemes for the elderly.

Key words: oxygen consumption; vibratory platform; heart rate; squat; aging.

Introduction

Increased age is associated with a decline in cardiorespiratory as well as in muscular performance (Ravagnani et al, 2005, Zhong et al, 2007). Over time, in combination with a sedentary lifestyle, further deterioration may lead to a greater reduction in mobility, impaired balance, and a higher incidence of falls. The maintenance of sufficient muscle strength and cardiorespiratory fitness is, however, important to function independently and to perform activities of daily living (Conolly, 2006). Despite the fact that the physiological decline cannot be avoided, it can be minimized by training exercise, even at a very old age (Matsudo et al, 2001). Since the squatting exercises mimics functional activities of elderly, such as sitting and rising from a chair, climb stairs, this type of exercise is usually used for this population as part of a training program in various sports and recreational activities as well as during rehabilitation with the aim of increasing muscle strength and functional performance (Câmera et al, 2008; Lemos, 2008).

Although squatting exercises are often used to increase muscle strength and functional performance (Câmera et al, 2008; Lemos et al, 2008), there is no evidence that this type of exercise alters aerobic capacity in elderly. Therefore, it is recommended that aerobic training is carried out concomitantly with the muscular strength training such as squatting exercises in the elderly (Câmera et al, 2008; Lemos, 2008). However, since a significant proportion of older adults are unable or not willing to hold two training regimens, the addition of whole body vibration to squat exercises could represent a combination of efficient training method for older adults.

Whole body vibration is a neuromuscular training method in which the participant stands on a platform that generates a vertical sinusoidal vibration at a pre-established frequency. These mechanical stimuli are transmitted to the body where they stimulate the sensory receptors, most probably the muscle spindles, in turn activating the alpha motor neurons and initiating muscle contractions comparable to the tonic vibration reflex (Bogaertes et al, 2007; Delecluse et al, 2003).

In healthy young adults, Rittweger et al (2001) found mild increase in oxygen consumption and heart rate when squatting on a vibration platform, as compared to squatting without vibration (Rittweger et al, 2001). Cochrane, in turn, found that squatting on a vibration plate (3s up- 3s down) lead to a similar metabolic rate as cycling at 70 W (Cochrane et al, 2008a).

Although studies show that training with stimulation of whole body vibration promotes adaptation sufficient to improve cardiorespiratory fitness in elderly (Bogaerts et al., 2009), as far as we know only one study quantified the physiological effect of seated whole body vibration on metabolic parameters in elderly showing an increase in heart rate and in oxygen consumption by 0.35 metabolic equivalent (Cochrane et al., 2008b). Despite the similarities between the findings of Cochrane's study and the current study, these studies are different because the parameters of the present study used whole-body vibration more intense and tried to add the vibratory stimulus to the squat exercise mimicking studies evaluating the physiological effects of vibratory training (Cochrane et al, 2008b; Rittweger et al, 2003; Maikala et al, 2006; Rittweger et al, 2000; Rittweger et al, 2001; Rittweger et al, 2002). Given this, to date, it is unclear whether the vibration stimulus associated with squatting would result in a more intense increase in heart rate and in oxygen consumption in the elderly, arguing for stimulating effects on cardiorespiratory fitness in old subjects. Whereupon, it is relevant to propose a study that quantify the oxygen consumption and heart rate when you add vibration of the whole body to squat

exercises in the elderly. The hypothesis to be tested was that whole body vibration would induce additional increase in oxygen consumption and heart rate during squatting exercises in the elderly.

Methods

This study was conducted in conformance with the ethical principles of research involving human subjects, and complied with resolution 196-96 of the National Health Council of the Brazilian Ministry of Health. The protocol was approved by the internal review board of the Federal University of the Jequitinhonha and Mucuri Valleys (approval letter # 001-08). The participants were provided with information on the study and signed an informed consent form. The elderly in the study were recruited through the programs of Strategy Family Health Diamantina-Brazil (ESF's). All individuals selected for the study were 60 years of age or older and could not participate in a program of regular physical activity in the last year. Each participant underwent verbal healthy and medical screening before the study to exclude contraindications: individuals with respiratory, cardiac or metabolic disorders or any uncontrolled diseases; those with any cognitive deficit according to the Mini-Mental State Examination (MMSE) (Brucki et al, 2003); those in use of lower limb prostheses; and those who had lost sphincter control (anal or bladder) were excluded from the trial.

Eighteen elderly individuals (15 women and 3 men) were included in the study and attended the university physiology exercise laboratory on two separate days with a minimum rest period of 24 hours between the days. The mean age of the volunteers was 72 ± 6 years; mean height was 156.4 ± 0.1 cm and mean body weight was 71.7 ± 13.2 kg.

All the volunteers participated in a session designed to familiarize them with the vibrating platform, standing in the same position to be adopted during the experimental sessions. Besides, the volunteers received a vibration session so as to avoid any effect on oxygen consumption as well as heart rate that could be developed as a consequence of anxiety caused by performing a type of exercise that is different from the types used in conventional treatments.

The oxygen consumption and heart rate among the different conditions of the study were measured simultaneously during the same time points for each subject, with an interval of at least 24 hours among the sessions. The experimental sessions sequence was randomized. Prior to measuring oxygen consumption and heart rate, the volunteers were instructed not to perform any type of intense physical activity in the 24 hours preceding the test and were also recommended to keep their usual diet one day prior to the tests.

The experimental protocol consisted of performing squatting exercise with or without the use of whole body vibration. The exercises were the same in both conditions being the only difference the presence of vibration (frequency of 40 Hz and 4 mm of amplitude).

Squatting exercise: The session consisted of 8 series of 40 seconds of squatting exercise. During each exercise series, the volunteer was instructed to perform 3 seconds of isometric flexion of quadriceps to 60° and 3 seconds of isometric flexion of quadriceps to 10° . Between series, the individual was guided to stay 40 seconds in rest, in the orthostatic position, on the vibratory platform.

Evaluation of oxygen consumption and heart rate in rest and during squatting exercises with and without vibration

To measure oxygen consumption, a K4b2 portable gas analysis system (Cosmed, Italy) was used to transmit breath-by-breath data to a computer. The system was calibrated in accordance with the manufacturer's recommendations. The K4b2 gas analysis system has an 8 mL resolution and accuracy of $\pm 2\%$ for the evaluation of volume. The oxygen and carbon dioxide sensor is accurate to $\pm 0.01\%$ for volume. Heart rate was measured using a heart rate monitor (Polar RS800sd).

To measure VO_2 and heart rate at rest, the volunteers rested, awake, in a closed room with the lights turned off and the curtains closed (Lira *et al*, 2007), in a seated position for ten minutes. Although the VO_2 and heart rate were measured during 10 minutes, the data used in analysis consisted of the mean values recorded in the final five minutes of rest. Immediately after, the volunteers were dispatched to the correct position on the vibration platform and remained in that position until the VO_2 and heart rate returned to the resting values in the position previously assumed. After collection of the resting data, the volunteers were then asked to perform one of the two exercise modalities (squatting exercises with or without the use of vibration). For the analysis of VO_2 and heart rate measurement, only the data collected while the individual was performing the squatting exercises were used; the data recorded during the resting periods between the series were not analyzed.

Vibration exercise was performed on a commercial model of vibration plate (FitVibe, GymnaUniphy NV, Bilzen, Belgium). Two exercise modalities were evaluated: squatting without the use of vibration and squatting with vibration at a frequency of 40 Hz. This vibration frequency was selected in view of the fact that with this prototype an acceleration range of 2 to 5 G was obtained, which, according to Delecluse *et al* (2006) would be sufficient to produce physiological effects. Prior to initiating data collection, the acceleration values of the platform were verified with the use of an accelerometer (Mega Electronics Ltd., Kuopio, Finland).

For both exercise modalities, the volunteers were asked to stand barefoot on the vibrating platform, with their feet apart, at a distance of 14 cm from the vibrating axis, this value was determined once shifts beyond or below this value can influence the range of motion with a consequent change in acceleration values (Rittweger *et al*, 2002).

Even for the exercise modality in which vibration was not used, the individual was asked to stand on the vibrating platform; however, in this case the device was switched off.

Squatting exercises consisted of performing a semi-complete extension (approximately 10°) to a 60° angle knee bend. The 60° angle was measured in each volunteer using a universal goniometer prior to the exercise series and a barrier was placed at the gluteal region to limit the degree of flexion of the knees; therefore all the volunteers flexed their knees to an angle of 60° .

To control the time of each the squat, an examiner instructed the individuals to flex isometric their knees to 60° angle for 3 seconds and to flex isometric their knees to 10° angles for 3 seconds, during the 40 seconds of each series, totaling 5 repetitions in isometric flexion to 60° and 5 repetitions in isometric flexion to 10° .

Participants were also instructed on body mechanics, i.e. the correct position of their feet on the platform and the position of their spine, arms and head.

Measurement of acceleration of the vibrating platform

To measure acceleration in the horizontal and vertical axes, two accelerometers were fixed at a distance of 14 cm from the vibration axis. The signal was amplified electronically and stored. This signal was obtained at a frequency of 1000 Hz and sent for computer analysis. Each accelerometer was calibrated using two calibration points and applying zero and gravity, Earth's gravity being 1 G (9.81 m-s^{-2}). To obtain the true acceleration values of the platform, the values of Earth's gravity were subtracted in the vertical axis from the total signal received so that acceleration of the platform would begin at 0 m-s^{-2} . The data were transferred to a computer using the Megawin software program and the mean and maximum acceleration of each sample in each axis was analyzed using the Matlab software program. Each frequency used was measured during 60 seconds. In a pilot study, interexaminer reliability was found to be high, with a coefficient of variation of 1.05%.

Statistical Analysis

The SPSS statistical software program, version 15.0 was used in the statistical analysis. Significance level was defined as $p < 0.05$. First, the Shapiro-Wilk test was used to verify the normalcy of the data. Next, the differences between the conditions were tested using paired t-test.

Results

The oxygen consumption and heart rate at rest was $3.33 \pm 0.13 \text{ mL O}_2\text{-Kg-min}$ and $75 \pm 2 \text{ bpm}$ respectively. During the squatting exercises without vibration, oxygen consumption ($5.69 \pm 0.23 \text{ mL O}_2\text{-Kg-min}$) and heart rate ($78 \pm 2 \text{ bpm}$) increased compared to the rest situation. The addition of whole body vibration to the squatting exercises increased oxygen consumption ($6.81 \pm 0.25 \text{ mL O}_2\text{-Kg-min}$) and heart rate ($84 \pm 2 \text{ bpm}$) being these values significantly higher compared with rest and squatting exercises without vibration (Figure 1A e 1B).

To quantify the percentage of maximal heart rate during squatting exercises with vibration, we calculated the maximum heart rate (HRmax) predicted for age according to the formula ($\text{HRmax} = 220 - \text{age}$) and obtained as average 148 bpm. Since the average heart rate in rest and obtained during the squat exercise without and with vibration was 75, 78 e 84 bpm respectively, this values represented a percentage of 50%, 52% and 56% of maximum heart rate predicted for age, considering 148 bpm as 100% (Table 1).

Discussion

The main aim of this study was to quantify oxygen uptake and heart rate during the performance of squatting exercises with or without vibration in the elderly. Our findings showed that the addition of vibration to squat promoted an increase in oxygen consumption around 2 METS. According to the Compendium of Physical Activities Classification of Energy Cost of Human Physical Activities (1993), an activity of 2 METS corresponds to a walking (lower than 3.2 km-h) in a horizontal plane as well as others daily activities. Besides, our findings showed that vibration resulted in an increase of around 20% in oxygen consumption during the performance of squatting exercises by the elderly. To quantify the increased whole body vibration-related oxygen consumption in elderly and its capability to increase aerobic capacity, an estimation of maximal oxygen consumption percentage was calculated. Given that the oxygen maximal consumption for elderly is commonly

reported as 21 mL O_2 -Kg-min (Johnson et al, 2000), the estimate of whole body vibration-related oxygen consumption would be equivalent to 32.43% of maximum oxygen consumption.

With regard to heart rate, our findings showed that the squat associated with vibration resulted in an increase of around 7% compared with the squat with no vibration in the elderly. To quantify the percentage of maximal heart rate during squatting exercises with vibration, we calculated the maximum heart rate (HR max) predicted for age according to the formula (HR max = 220-age) and obtained as average 148 bpm (value considered 100% of HR max). Since the average heart rate obtained during the squat exercise with vibration was 84 bpm, this value represented a percentage of 56% of maximum heart rate predicted for age.

Therefore, the percentage of oxygen consumption and heart rate estimated would be insufficient to increase the aerobic capacity, once the literature advocate that aerobic training should be performed at least 40-50% of maximum oxygen consumption and 60% of maximum heart rate to elicit the appropriate physiologic changes in sedentary elderly (ACMS, 1998).

The findings of the current study corroborate the study of Cochrane and colleagues (2008) that observed a significant increase in oxygen consumption and heart rate during whole body vibration exercise compared to no vibration in elderly. However the authors question the physiologic importance of this increase since it did not achieve the recommended values in the literature for the purpose of improvement cardiovascular. Despite the similarities between the findings of the studies, it is important to mention that they are different because the parameters of the present study used whole-body vibration more intense and tried to add the vibratory stimulus to the squat exercise mimicking studies evaluating the physiological effects of vibratory training (Cochrane *et al*, 2008; Rittweger *et al*, 2003; Maikala *et al*, 2006; Rittweger *et al*, 2000; Rittweger *et al*, 2001; Rittweger *et al*, 2002).

Although the data presented in the current study indicated that the increase in oxygen consumption and heart rate cannot be enough to improve cardiovascular system, it is important to emphasize that any increase in activities levels in elderly is useful once, thereafter sixty years old, the capacity of perform daily activities in a comfortable way is limited, resulting in a vicious cycle that result in lower levels of cardiorespiratory function as well higher inactivity and mortality (Smith and Gilligan, 1987). Moreover, as the cardiovascular risk generated by squatting exercise associated with vibration of the whole body seems to be very low in the elderly (Cochrane *et al*, 2008; Hazzel *et al*, 2008), and this modality can be beneficial when performed by those suffering from heart problems.

Our study has limitations, and results must be interpreted in the context of its design. It should be noted that as we used specific frequency and amplitude, the results cannot be extrapolated to other parameters of vibration. Moreover, our findings cannot be generalized to the elderly population in general since the elderly in the study were healthy and sedentary.

Future studies are needed to investigate the physiological mechanisms involved during squat exercises associated with the vibration in the elderly and to verify the effectiveness of whole body vibration training using the amplitude and frequency as well as the methodology of this study as future training schemes for the elderly.

Conclusions

Although the vibratory stimulus has increased oxygen consumption and heart rate during squatting exercises, this elicited increase may be insufficient to improve cardiovascular fitness.

Acknowledgements

This study was supported by FAPEMIG, CNPq e CAPES.

We also thank the Santa Casa of Diamantina-MG.

Conflicts of interest: None of the authors has any potential conflicts of interest to declare with respect to the subject matter of this paper.

References

- Ainsworth BE, Haskell WL, Leon AS, Jacobs DR, Montoye HJ, Sallis JF, Paffenbarger S. (1993) Compendium of Physical Activities Classification of Energy Cost of Human Physical Activities. *Med Sci Sports Exercise*, 25 (1): 71-80.
- American College of Sports Medicine (1998) Position stand on the recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 30:975.
- Bogaerts CG, Delecluse C, Claessens AL, Coudyzer W, Boonen S, Verschueren SMP (2007) 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 A Biol Sci Med Sci* 67: 630-635.
- Bogaerts CG, Delecluse C, Claessens AL, Trooster T, Boonen S, Verschueren SMP (2009) Effects of whole body vibration training on cardiorespiratory fitness and muscle strength in older individuals (a 1-year randomized controlled trial). *Age Ageing* 38: 448-454.
- Brucki SMD, Nitrini R, Caramelli P, Bertolluci PHF, Okamoto IH (2003) Suggestions for utilization of the mini-mental state examination in Brazil. *Arq neuropsiquiatr* 61: 777-781.
- Câmara LC, Santarém JM, Filho WJ (2008) Knowledge update on the practice of resistance exercises by older individuals. *Acta Fisiat* 15: 257-262.
- Cochrane DJ, Sartor F, Winwood K, Stannard SR, Narici MV, Rittweger J (2008a) A comparison of the physiologic effects of acute whole-body vibration exercise in young and older people. *Arch Phys Med Rehabil* 89: 815-821.
- Cochrane DJ, Stannard SR, Sargeant AJ, Rittweger J. (2008b) The rate of muscle temperature increase during acute whole-body vibration exercise. *Eur J Appl Physiol*. 103 (4): 441–8.
- Conolly BH (2006) Issues in aging in individuals with life long disabilities. *Rev. bras. fisioter.* 10 (3): 249-262.
- Delecluse C, Roelants M, Verschueren S (2003) Strength increase after whole-body vibration compared with resistance training. *Med Sci Sports Exerc* 06: 1033-1041.
- Hazzel TJ, Thomas GWR, DeGuire JR, Lemon PWR (2008) Vertical whole-body vibration does not increase cardiovascular stress to static semi-squat exercise. *Eur J Appl Physiol* 104: 903-908.

Johnson PJ, Winter EM, Paterson DH, Koval JJ, Nevill AM, Cunningham DA (2000) Modelling the influence of age, body size and sex on maximum oxygen uptake in older humans. *Exp Physiol* 85: 219-225.

Lemos AI, Simão R, Monteiro W, Polito M, Novaes J (2008) Strength performance in older women after two intensities of aerobic exercise. *Rev Bras Med Esporte* 14: 28-32.

Lira FS, Oliveira RSF, Julio UF, Franchini E (2007) Strength and aerobic post-exercise oxygen consumption: effect of the order of performance. *Rev Bras Med Esporte* 13 (6): 402-406.

Maikala RV, King S, Bhambhani YN (2006) Acute physiological responses in healthy men during whole-body vibration. *Int Arch Occup Environ Health* 79 (2): 103–114.

Matsudo SM, Matsudo VKR, Barros-Neto TL (2001) Physical activity and aging: epidemiological. *Rev Bras Med Esporte* 7 (1): 2-13.

Ravagnani FCP, Coelho CF, Burini RC (2005) Age-associated decline in maximal aerobic capacity in adults men determined from ergoespirometry test. *R. bras. Ci e Mov.* 13 (2): 7-15.

Rittweger J, Beller G, Felsenberg D (2000) Acute Physiological effects of exhaustive whole-body vibration exercise in man. *Clin Physiol* 20(2): 134-142.

Rittweger J, Beller G, Felsenberg D (2001) Oxygen uptake during whole-body vibration exercise: comparison with squatting as a slow voluntary movement. *Eur J Appl Physiol* 86: 169-173.

Rittweger J, Ehrig J, Just K, Mutschelknaus M, Kirsch KA, Felsenberg D (2002) Oxygen uptake in whole-body vibration exercise: Influence of vibration frequency, amplitude, and external load. *Int J Sports Med* 23: 428-432.

Rittweger J, Mutschelknauss M, Felsenberg D (2003) Acute changes in neuromuscular excitability after exhaustive whole body vibration exercise as compared to exhaustion by squatting exercise. *Clin Physiol & Fun Im.* 23 (3): 81-86.

Smith EL, Gilligan C (1987) Effects of inactivity and exercise on bone. *Phys Sportsmed.* 15 (11): 91-102.

Zhong S, Chen CN, Thompson LV (2007) Sarcopenia of ageing: functional, structural and biochemical alterations. *Rev. bras. fisioter.* 11 (2): 91-97.

Fig. 1 Mean (SE) values of (A) oxygen consumption ($\text{mLO}_2\text{-kg-min}$) and (B) heart rate (min^{-1}) under the 3 different test conditions. $N = 18$. * Significantly different from rest condition ($P < 0.05$). ** Significantly different from squat ($P < 0.05$)

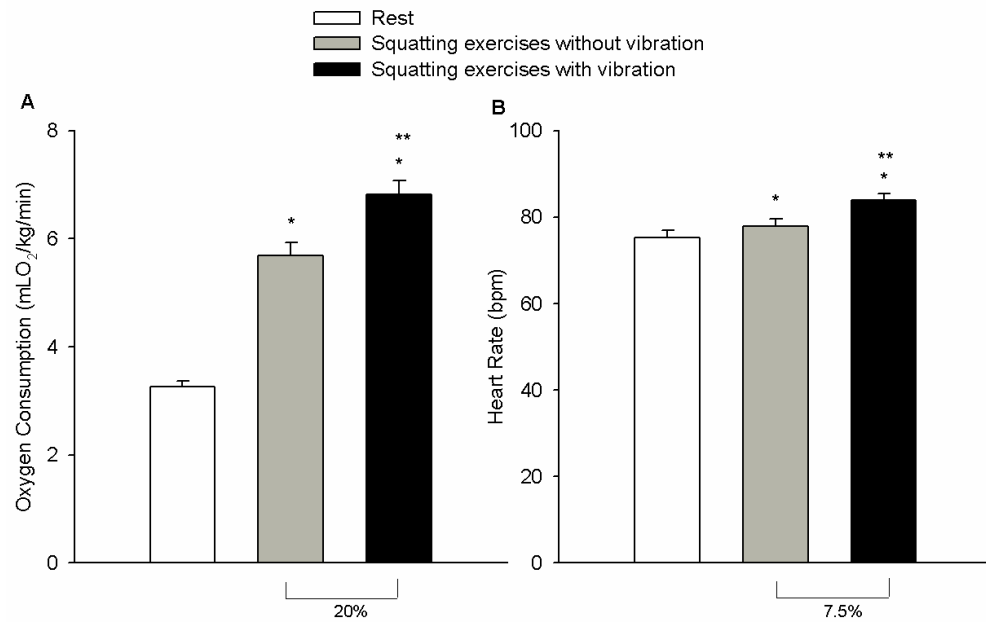


Table. 1 Average (bpm) and percentage (%) of maximum heart rate (HR_{max}) expected for age, and average heart rate (HR, bpm) and HR_{max} percentage expected for age (%) at rest and during squatting exercises with and without vibration of the whole body. N = 18. * Significant difference from the resting condition (P <0.05). ** Significant difference of condition of squat (P <0.05).

	Mean (SE)	% HR _{max}
Estimated HR_(max)	148 ± 2	100
HR_(rest)	75 ± 2	50
HR_(squat)	78 ± 2*	52
HR_(squat + whole body vibration 40Hz)	84 ± 2* **	56

APÊNDICE E- Artigo submetido à Revista Arthritis & Rheumatism, estrato A1, da área Ciências Biológicas II

The Clinical Efficacy of Vibration Training in the Treatment of the Elderly with Knee Osteoarthritis

Núbia Carelli Pereira de Avelar¹; Adriano Prado Simão²; Rosalina Tossige-Gomes³; Camila Danielle Cunha Neves⁴; Etel Rocha-Vieira⁵, Cândido Celso Coimbra⁶; Ana Cristina Rodrigues Lacerda^{7*}

1,2,3,4,5,7* Federal University of the Jequitinhonha and Mucuri Valleys (UFVJM) - Healthy and Biological Sciences Faculty - Exercise Physiology Laboratory;

6 Federal University of Minas Gerais (UFMG) - Biological Sciences Institute - Endocrinology Laboratory.

1Postgraduate student of UFVJM;

2University professor of UFVJM (Master degree – M.Sc.);

3,4Graduate student of UFVJM;

5,7*University professor of UFVJM (doctoral degree – Ph.D.);

6 University professor of UFMG (doctoral degree – Ph.D.).

Grant Supporter(s): FAPEMIG, CNPq, CAPES

* **Address for correspondence:** Departamento de Fisioterapia, UFVJM, Rua da Glória, nº 187, Centro, 39100-000, Diamantina, MG, Brasil. Telephone: +55 (038) 35321239. Fax: +55 (038) 35313808

e-mail: lacerda.acr@ufvjm.edu.br

Abstract

Objective: To investigate the effects of whole body vibration on the functional performance and self-reported disease status of elderly patients with knee osteoarthritis. **Methods:** Thirty-five elderly patients were evaluated at three different moments: three weeks before initiating training, immediately prior to training and immediately after the training program, using four functional performance tests [the Berg Balance Scale (BBS), the Timed Get Up and Go Test (TGUG), the Chair Stand Test (CST) and the 6-Minute Walk Test (6MWT)] as well as a self-report from the patients on the status of their disease, assessed using the Western Ontario McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC). The participants were randomized into three groups: in the first group, patients performed squatting exercises on a vibrating platform over a 12-week period (vibration group; n=12); in the second group, patients performed squatting exercises without vibration over the same 12-week time period (exercise group; n=11); while the third group of patients were given no exercise training during the study (control group; n=12). **Results:** Whole body vibration training associated with squatting exercises improved performance in all the functional tests and in all the domains of the WOMAC scale. In the exercise group, performance improved in the BBS and 6MWT and in the pain domain of the WOMAC scale. No change from baseline occurred in any of the tests performed on patients in the control group. **Conclusion:** Vibration training associated with squatting exercises improved functional performance measured both directly and indirectly in elderly patients with knee osteoarthritis.

Introduction

Improved health conditions and increased life expectancy have led to a proportional growth in the elderly population worldwide with a concomitant increase in the incidence of chronic degenerative diseases ^{1,2}.

Of all chronic degenerative diseases, osteoarthritis (OA) deserves particular mention ³. OA is a chronic, progressive, degenerative, osteoarticular disease of multifactorial etiology that is characterized by arthralgia, stiffness and limitations in articular function ^{3,4}. The articulations most commonly affected are the knees, hips and hands, as well as the lumbar and cervical segments of the spinal column ⁵, whereby OA of the knees is the most common form ⁴.

In the elderly, muscle strength and, particularly, peak muscle power exert a strong effect on the performance of routine daily activities ^{6,7}. Studies show that muscle performance decreases as part of the aging process ^{8,10} and that this reduction in performance is accentuated by OA of the knee ⁸. Another consequence of this disease that should be emphasized is a reduction in proprioceptive acuity with a consequent alteration in body balance ¹¹. Therefore, OA of the knee may affect daily routine activities by reducing muscle strength, power and resistance, and by decreasing proprioceptive acuity and body balance. These alterations may heighten patients' subjective perception of pain, stiffness and physical function, and hamper the performance of functional activities such as walking, getting up from a chair, sitting down in a chair and going up and downstairs.

Non-pharmacological treatments have been proposed for knee osteoarthritis. The objective of these forms of therapy is to relieve the signs and symptoms of the disease and, if possible, to delay its progression ⁴. Various types of treatment have been used for this purpose, including strength training ¹²⁻¹⁴, acupuncture ¹⁵, body weight reduction ¹², resistance exercises ¹⁶, diathermia ¹⁷ and water aerobics ^{18,19}.

Recently, whole body vibration training has been recommended as an effective alternative for muscle strength training ^{20,21} and for poor balance ²²⁻²⁵. However, to the best of our knowledge, only one study has been performed to evaluate the effect of whole body vibration training on muscle strength, proprioception and self-reported disease status in elderly patients with knee OA ²⁶. In that study, the authors reported that, following the training program, an increase occurred in isometric muscle strength, as well as an improvement in proprioception and a reduction in self-reported pain ²⁶. Nevertheless, since

physical components and a reduction in pain may affect the functional performance of routine activities, the effect of this form of training on functional performance and self-reported disease status in elderly patients with knee OA is yet to be established. Therefore, the objective of this study was to investigate the effects of whole body training on functional performance, evaluated directly and indirectly (self-reported disease status) in elderly patients with knee osteoarthritis. The hypothesis was that vibration training in association with squatting exercises at a progressively increasing intensity would improve performance in functional tests compared to performing squatting exercises without vibration, reducing the individual's subjective perception of pain and stiffness and improving the perception of physical function in elderly patients with knee osteoarthritis.

Patients and Methods

This was a clinical, prospective, randomized, blinded study in which selected variables were evaluated at three different moments: three weeks prior to the beginning of training, immediately prior to training and immediately after the end of the training program. The objective of performing evaluations three weeks prior to training and again immediately before training was to create an intra-group control situation.

The study protocol was approved by the Internal Review Board of the Federal University of the *Vales dos Jequitinhonha e Mucuri* under approval # 001-08.

To participate in the study, volunteers were required to meet the following inclusion criteria: age ≥ 60 years; having been diagnosed with osteoarthritis in at least one knee in accordance with the clinical and radiographic criteria of the American College of Rheumatology ²⁷ with a classification of I, II, III or IV according to the grading scale established by Kellgren and Lawrence ²⁸; not having suffered any recent knee injury; not requiring a walking aid (walking stick, crutch, walking frame); self-report of not having been submitted to physiotherapy or any other rehabilitation procedure in the previous three months and not having used glycocorticoids for at least two months prior to initiation of the study. Patients were excluded from the study if they had any orthopedic, neurological, respiratory or acute cardiac diseases that would make it impossible to perform the proposed exercise; and if they had any cognitive deficit, as indicated by a score lower than that compatible with their education level in the Mini-Mental Status Examination ²⁹. In addition, patients with

vestibular disorders, patients who reported being immunosuppressed or immunodeficient and those who had lost sphincter control (anal and bladder) were excluded from the trial.

Between July and September 2009, elderly patients were recruited from the list of patients waiting for consultations at the physiotherapy clinic of the Federal University of the Jequitinhonha and Mucuri Valleys, within the Family Health Strategy programs in the town of Diamantina, Brazil and through medical referrals.

Of the 125 elderly patients evaluated, 35 (4 men and 31 women) fulfilled the inclusion criteria, had none of the exclusion criteria and were admitted to the study. Following inclusion, the volunteers were submitted to the first battery of tests and were then randomly distributed to one of three groups: 1) the vibration group in which participants performed squatting exercises in association with whole body vibration (n=12); 2) the exercise group in which participants performed squatting exercises without vibration (n=11); and 3) the control group in which the patients did not participate in any form of training, but were simply instructed not to change anything in their lifestyle during the study period and not to engage in any new form of physical activity (n=12). To assure that the participants in the control group complied with these instructions, telephone calls were made to each member of the group once a week throughout the 12-week study period in order to follow them up in their daily routine. The randomization of the participants to the three different groups was conducted by means of a simple draw.

Of the 35 elderly patients initially selected, 32 completed the study and were reevaluated at the end of the 12-week period. One participant in the control group interrupted the study due to a health problem that was unrelated to knee OA, while a participant of the exercise group moved to a different town and one in the vibration group dropped out of the study (Figure 1).

Procedures

First, the volunteers received a detailed explanation regarding the study and signed an informed consent form. Clinical and demographic data were collected from the participants using an evaluation chart. Functional performance tests were carried out (the Chair Stand Test, the 6-Minute Walk Test, Berg Balance Scale and the Timed Get Up and Go test). The

Western Ontario and McMaster Universities OA Index (WOMAC), specific for knee OA, was also applied.

After the initial tests, no interventions were performed in any of the participants for three weeks. After this period, the functional performance tests and the WOMAC were carried out again in the three groups, after which the vibration and exercise groups proceeded to initiate a 12-week exercise program. At the end of the 12-week period, the participants of the three groups were reevaluated.

The structured program of squatting exercises was performed by participants in the vibration and exercise groups three times a week, on alternate days, for 12 continuous weeks. The squatting exercise consisted of performing a semi-complete extension (approximately 10°) to a 60° angle knee bend. The 60° angle was measured in each volunteer prior to the exercise series and a barrier was placed at the gluteal region to limit the degree of flexion of the knees; therefore all the volunteers flexed their knees to an angle of 60°.

To control the time of each squat, an examiner instructed the individuals to extend their knees for 3 seconds and flex their knees for 3 seconds at the predetermined angle. The examiner also instructed the participants on body mechanics, i.e. the correct position of their feet on the platform and the position of their spinal column, arms and head during the squatting exercises.

These exercises were the same in both the vibration and the exercise groups, the only difference being the presence or absence of concomitant vibration.

The participants who performed the squatting exercises in association with whole body vibration (WBV) used a commercial model of vibration platform (FitVibe, GymnaUniphy NV, Bilzen, Belgium). The model consists of an oscillatory platform around a central axis. The participant places his-her feet on the platform, which generates a vertical sinusoidal vibration at a preestablished frequency.

The mechanical stimulation parameters of the vibration in the vibration group followed the principles of progressive load training and consisted of the following: frequency of 35 to 40 Hz, amplitude of 4 mm and acceleration ranging from 2.00 to 2.61 G. The choice of these vibration frequencies and amplitude was due to the fact that acceleration with this commercial model ranges from 2 to 5 G, which, according to Delecluse *et al.* (2003) is sufficient to achieve physiological effects such as gains in strength, muscle power and aerobic

resistance. Prior to initiating data collection, the platform's acceleration values were checked using the Mega accelerometer (ZPP1-3D-BC The Acceleration Measuring Kit).

The intensity of squatting exercise training was systematically increased in the vibration and exercise groups over the 12-week study period by increasing the number of repetitions and reducing the resting time. In the vibration group, vibration acceleration was also increased by varying the vibration frequency (35-40 Hz)^{22,23,26,30,31} (Table 1).

Prior to initiating the squatting exercises, the vibration and exercise groups performed warm-up exercises on an ergometric bicycle (Stone Fitness, 2001) at 70% of the predicted maximum heart rate for age, monitored using a Polar heart rate monitor (model F4), for ten consecutive minutes. Immediately afterwards, the participants of the vibration group were placed in position with their feet 28 cm apart, ready to initiate the squatting exercises on the vibrating platform, while the participants of the exercise group performed the same procedure in a similar environment without the vibrating platform.

Specific tests used

Radiographic evaluation:

To ensure that the participants all actually had knee osteoarthritis and to reliably standardize the sample, digital radiological evaluation was performed in all cases. Anteroposterior, oblique and lateral images of the affected knee were taken in orthostatic positions, with the load on the lower limbs³². Radiological classification was made in accordance with the Kellgren-Lawrence grading scale by experienced examiners who were unaware of the clinical status of the participants. The agreement between the analyses of the tests by the evaluators was 100%.

Clinical tests used:

In every case, all the tests were applied by the same investigator, who was blinded with respect to the group to which the participant had been randomized. During application of the WOMAC index, in cases of bilateral OA the participants were asked to always consider the symptoms of pain, stiffness and physical function of the knee mentioned in the first evaluation.

WOMAC:

The Western Ontario and McMaster Universities OA Index (WOMAC) ^{8,33} questionnaire was used. This questionnaire is specific for OA, has been validated for use in the Brazilian population ³³ and includes domains of pain, stiffness and physical function obtained from the patient by self-report. The index consists of three sub-scales [Section A – pain (5 questions); Section B – stiffness (2 questions) and Section C – physical activity (17 questions)], whose questions are answered in accordance with the individual's perception of pain, joint stiffness and level of physical activity (functionality) over the previous 72 hours. The WOMAC scores are presented in a Likert-type scale in which each question receives a score that varies from 0 to 100, distributed as follows: none = 0; mild = 25; moderate = 50; severe = 75; and extreme = 100.

Functional performance tests:

Prior to performing the tests, the participants were instructed to go to the bathroom, get dressed in comfortable clothing and shoes, drink 500 mL of water, eat a light meal and avoid strenuous activity for at least two hours prior to the tests.

Functional performance was evaluated by a battery of tests composed of the following: the Berg Balance Scale ^{34,35}, the Timed Get Up and Go Test ³⁶, the Chair Stand Test ³⁷ and the 6-Minute Walk Test ³⁸. All the tests were performed on the same day, the WOMAC being the first test to be applied. A five-minute interval was given between each of the performance tests.

The Berg Balance Scale (BBS) is an instrument used for the functional evaluation of balance that has been validated and cross-culturally adapted for use in Brazil ³⁴. The test is composed of 14 tasks, each one classified on a 4-point ordinal scale ranging from 0 (unable to perform the task) to 4 (performs the task independently), based on the quality of the performance, the patient's need for assistance and the time required to complete the task. The scores in the 14 tasks are added together to provide an overall score that ranges from 0 to 56 points, higher scores being associated with better performance ^{34,35}.

Timed Get Up and Go (TGUG) is a test used to evaluate an individual's mobility. The individual is instructed to get up from an armchair without using the arms for support, walk

three meters, turn around and return to the initial position. The test involves evaluating the way in which the individual transfers from the seated to the standing position, remains in the standing position, walks, turns and transfers from a standing to a seated position. The examiner should assess in which of these tasks the patient has greatest difficulty. The normal performance expected from healthy elderly patients is a time no greater than 10 seconds. Between 11 and 20 seconds is a time considered to be expected in the case of fragile elderly patients or those with a handicap but who are able to perform most of their routine activities independently. Nevertheless, taking more than 20 seconds to perform this task suggests significantly impaired mobility, making a more detailed evaluation necessary³⁶.

The Chair Stand Test (CST): This test was used to functionally evaluate the muscle conditions of the lower limbs. To do so, the individual under evaluation was instructed to sit as far back as possible in the seat of a chair with his-her back straight, feet on the ground and his-her arms crossed over the chest. At a verbal command, the participant was instructed to get up from the chair to a standing position and then sit down again, being instructed to repeat the movement as often as possible within a 30-second period³⁷.

The 6-minute Walk Test (6MWT): The objective of this test is to evaluate the functional performance of walking and aerobic capacity. This test measures the greatest distance an individual is able to walk in six minutes. At a verbal command, the individual being evaluated walks as fast as possible (without running) over the course. If necessary, the individual may stop, rest and then continue walking. After six minutes, the person being evaluated is instructed to stop and the result of the distance covered is recorded³⁸.

Statistical Analysis

The SPSS statistical software program, version 17.0, was used for the statistical analysis. *P*-values < 0.05 were considered statistically significant. The Shapiro-Wilk test was used to evaluate the normalcy of the data. For the variables with symmetric distribution, the differences between the conditions were tested using unifactorial analysis of variance (ANOVA) for repeated measures followed by Tukey's post hoc test. For multiple comparisons between groups at the different moments, one-way ANOVA was used. For the variables with asymmetrical distribution, Wilcoxon's test for repeated measures of a single sample was used. For multiple comparisons between the groups at the different moments, the

Kruskal-Wallis test was used, followed by Dunn's post hoc test. Spearman's test was used to evaluate correlations between the variables indicative of functional performance.

Sample size

The sample size necessary to detect a minimal relevant change in the *pain* domain of the WOMAC questionnaire, the outcome variable of this study, was calculated considering a significance level of 0.05 and statistical power of 0.8. Therefore, it was calculated that at least seven participants would be required in each group ³⁹.

Results

There was no statistically significant difference between the participants in the three groups with respect to mean age, mean body mass index or degree of osteoarthritis based on the radiographic criteria defined in the Kellgren-Lawrence grading scale ²⁹, thus confirming the baseline homogeneity between the groups (Table 2).

Compliance with training was high among the participants in the vibration and exercise groups. Overall attendance was 99.75% in the vibration group and 98.60% in the exercise group. There was no statistically significant difference between the groups with respect to compliance ($p=0.418$).

Since no statistically significant differences were found between the data collected three weeks prior to training and those collected immediately prior to the intervention, hence confirming a baseline intra-group control situation.

Comparison between the functional performance of participants at the post-intervention period and at baseline shows an improvement in the group of individuals allocated to whole body vibration associated with squatting exercises in all the functional tests. In the group in which exercise was performed without whole body vibration, only the Berg Balance Scale and the distance covered in the 6-minute walk test improved. In the control group, no differences were found in functional performance values between the data collected at baseline and those collected at the end of the 12-week period (Table 3).

With respect to clinical parameters, an improvement was found in all the domains of the WOMAC index in the participants of the vibration group following the intervention compared to baseline values; however, in the exercise only group, only the *pain* domain

improved and in the control group values remained unchanged from those collected at baseline (Table 4).

Discussion

To the best of our knowledge, this is the first randomized study designed to investigate the effects of whole body vibration training on functional performance, measured directly and indirectly (subjective perception) in individuals with knee osteoarthritis. The results of this study show that whole body vibration training associated with squatting exercises improved functional performance and the subjective perception of pain, stiffness and functionality in individuals affected by knee osteoarthritis.

The functional status of the elderly has been extensively studied in the literature and is considered the principal focus of geriatric and gerontological studies⁴³. The usual ways of performing functional evaluation consist of applying directly measured performance tests and indirectly measured tests in the form of self-reports that may be obtained using questionnaires⁴³. Various studies encompassing this context have been performed with the objective of evaluating the efficacy of training programs on the functional status of the elderly²³⁻²⁶.

The results of the present study show that whole body vibration training associated with squatting exercises was able to improve the functional performance of elderly patients with knee osteoarthritis, as reflected by an improvement in static and dynamic balance, mobility, the muscle condition (i.e. muscle strength and power) of the lower limbs, in the functional performance of walking and in aerobic capacity.

Clinical tests of body balance represent a simple evaluation method for measuring the functional performance of elderly patients,²³ and studies conducted with vibration in the elderly suggest that this type of training may be beneficial in improving body balance in this population²³⁻²⁶. Rees *et al.*²⁶ (2008) found that vibration training performed three times a week for a 4-week period significantly improved body balance. Those authors suggest that this improvement in body balance is due to the fact that vibration training increases neuromuscular properties and affects the control and execution of functional movements such as those required for balance. Moreover, there are indications that individuals submitted to vibration training experience a secondary facilitating effect of the training, i.e. they do not remain in a stable position during the exercise, which may contribute to improving body balance²³.

Nees *et al.*⁴⁴ (2006) investigated whether vibration exercise associated with a traditional rehabilitation program would have any additional effects on the static and dynamic balance of elderly patients who had suffered a cerebrovascular accident. To test that hypothesis, the authors used the Berg Balance Scale and designed a protocol in which one group performed squatting exercises and another group performed squatting exercises in association with whole body vibration training. The study was conducted over a 6-week period with five sessions a week and the authors reported that body balance improved significantly in both groups. Likewise, the results of the present study show that body balance improved in the groups of individuals who performed squatting exercises with or without vibration. There is evidence in the literature that muscle training improves body balance^{10,45} and various studies have also shown that muscle training programs improve scores in the Berg Balance Scale^{46,47}.

Measurements of mobility constitute part of the evaluation of functional decline⁴⁸. In this context, the study of mobility in the elderly is extremely important, since this limitation may affect both psychological and social spheres⁴⁸. Therefore, evaluating whether vibration training is capable of improving mobility is a relevant factor in rehabilitation therapies. This study showed that the training proposed was successful in improving mobility in elderly patients with knee osteoarthritis. Bautamans *et al.*²⁴ (2005) also reported an improvement in the Timed Get Up and Go test after six weeks of whole body vibration training performed three times weekly compared to a control group in which participants performed the same exercises albeit without vibration. Those authors suggest that a possible improvement in the mechanism of neuromuscular adaptation would promote an improvement in mobility.

Muscle strengthening programs have been widely indicated for the elderly population. Muscle power is intrinsically related to the functional activity of this population⁴⁹. Muscle power training may improve functional responses. According to the present results, vibration training was found to improve the performance of sitting down and getting up from a chair and possibly suggests that the improvement in performing this test may be explained by a possible increase in muscle power. Likewise, we would also suggest that, in addition to the improvement in mobility, the improvement in muscle power may also be related to an improvement in neuromuscular response.

The 6-minute walk test measures aerobic resistance, an important capacity that enables individuals to perform routine tasks such as walking, shopping and recreational activities. In the present study, a significant increase in aerobic resistance was found in the groups that

received the intervention. Rittweger⁵⁰ (2009) noticed that physical activity may increase aerobic power, particularly as a consequence of the increase in the arteriovenous oxygen difference, systolic volume, cardiac output, and plasma and blood volumes. We believe that these physiological alterations may have occurred in both training groups, consequently the distance covered in the 6-minute walk test improved in both groups. Moreover, the distance covered in the 6MWT correlated with the clinical parameter of pain, showing that the reduction in pain may have affected the improvement found in the distance covered in the 6MWT ($r_s = -0.473$; $p = 0.006$).

Elderly patients with knee osteoarthritis suffer pain, morning stiffness (of less than 30 minutes' duration) and decreased physical function, all of which are reflected in the patients' self-report of the status of their disease. In the present study, all the domains of the WOMAC index improved with respect to the participants of the vibration group. Conflicting data were found in the study conducted by Trans *et al.*²⁷ (2009), who evaluated the effect of vibration exercise on muscle strength, proprioception and self-reported status of the disease in elderly patients with knee osteoarthritis. Vibration training was given twice a week for 8 weeks with a progressive increase in the intensity of exercise (vibration frequency: 24-30 Hz and alterations in the time of the series). An increase in muscle strength and proprioception was found; however, there were no changes in the self-reported status of the disease. Those authors suggested that the application of whole body vibration training may not have the potential to alter physiological mechanisms in such a way that they would affect patients' self-report on the status of their disease and that the dose of exercise applied may have been too low for the subjective effects of perception. It is believed, however, that in this study the intensity of training was higher, both with respect to the total duration of training and to the number of sessions per week and the vibration frequencies used, and that these may constitute decisive factors in improving the subjective perception of the disease.

In conclusion, the present study shows that whole body vibration training associated with squatting exercises improved the functional performance and clinical parameters of elderly patients with knee osteoarthritis, representing an alternative form of treatment for this population.

References:

- 1-Bowling A. Perception of active ageing in Britain: divergences between minority ethnic and whole population samples. *Age and Ageing* 2009; 38: 703-710.
- 2-Narsi F. The aging population on Brazil. *Einstein* 2008; 6: 54-56.
- 3-Coleman S, McQuade J, Rose J, Inderjeeth C, Carroll G, Briffa NK. Self-management for osteoarthritis of the knee: Does mode of delivery influence outcome? *BMC Musculoskeletal Disorders* 2010; 11: 56-61.
- 4-Michael JW-P, Schluter-Brust KU, Eysel P. The epidemiology, Etiology, Diagnosis, and Treatment of osteoarthritis of the knee. *Dtsch Arzeteibel Int* 2000; 107(9): 152-162.
- 5-Machado GPM, Barreto SM, Passos L, Lima-Costa MFF. Healthy and aging study: prevalence of chronic joint symptoms among the elderly in Bambuí. *Rev Assoc Med Bras* 2004; 50 (4): 367-372.
- 6-ACSM, Position Stand. Guideline for exercise testing and prescription. Baltimore: William & Wilkins, 1995.
- 7-Bellamy N, Buchaman WW, Goldsmith CH, Campbell J, Stitt LW. Validation study of WOMAC: A health status instrument for measuring clinically important patient relevant outcomes to antirheumatic drug therapy in patients with osteoarthritis of the hip or knee. *J Rheumatol* 1998; 15: 1833-1840.
- 8-Zacaron KAM, Dias JMD, Abreu NS, Dias RC. Physical Activity Levels, Pain and Swelling and Their Relationships with Knee Muscle Dysfunction in Elderly People with Osteoarthritis. *Rev bras fisiot* 2006; 10 (3): 279-284.
- 9-Rebelatto JR, Calvo JJ, Orejuela JR, Portillo JC. Influence of a long-term physical activity program on hand muscle strength and body flexibility among elderly women. *Rev bras fisiot* 2006; 10 (1): 127-132.
- 10-Candeloro JM, Caromano FA. Effect of a hydrotherapy program on flexibility and muscle strength in elderly women. *Rev bras fisiot* 2007; 11: 303-309.
- 11-Camargos FFO, Lana DM, Dias JMD. Proprioception and functional performance study in the elderly with knee osteoarthritis. *Rev bras fisioter* 2004; 8 (1): 13-19.
- 12-Messier SP, Legault C, Mihaiko S, Miller GD, Loeser RF, DeVita P *et al.* The intensive diet and exercise for arthritis (IDEA) trial: design and rationale. *BMC musculoskeletal Disorders* 2009; 10: 93-106.
- 13-Shakoor N, Furmanov S, Nelson DE, Li Y, Block JA. Pain and its relationship with muscle strength and proprioception in knee OA: Results of an 8-week home exercise pilot study. *J Musculoskelet Neuronal Interact* 2008; 8 (1): 35-52.

- 14-Jan M-H, Lin J-J, Liao J-J, Lin Y-F, Lin D-H. Investigation of clinical effects of high- and Low-resistance training for patients with knee osteoarthritis: a randomized controlled Trial. *Physical Therapy* 2008; 88 (4): 427-436.
- 15-Lu T-W, Wei I-P, Liu Y-H, Hsu W-C, Wang T-M, Chang C-F *et al.* Immediate effects of acupuncture on gait patterns in patients with knee osteoarthritis . *Chinese Medical Journal* 2010; 123 (2): 165-172.
- 16-Lange AK, Vanwanseele B, Foroughi N, Baker MK, Shnier R, Smith RM *et al.* Resistive exercise for arthritic cartilage health (REACH): A randomized double-blind, sham-exercise controlled trial. *BMC Geriatrics* 2009; 9: 1-10.
- 17-Jan M-H, Chai H-M, Wang C-L, Lin Y-F, Tsai L-Y. Effects of repetitive shortwave diathermy for reducing synovitis in patients with knee osteoarthritis: An ultrasonographic study. *Physical Therapy* 2006; 86 (2): 236-244.
- 18-Schencking M, Otto A, Deutsch T, Sandholzer H. A comparasion of Kneipp hydrotherapy with conventional physiotherapy in the treatment of osteoarthritis of the hip ou knee: protocolo of a prospective randomised controlled clinical Trial. *BMC Musculosketetal Disorders* 2009; 10: 104-114.
- 19-Hinman RS, Heywood SE, Day AR. Aquatic therapy for hip and knee osteoarthritis: results of a single-blind randomized controlled Trial. *Physical Therapy* 2007; 87: 32-43.
- 20-Cochrane DJ, Loram IP, Stannard SR, Rittweger J. Changes in joint angle, muscle-tendon complex length, muscle contractile tissue displacement, and modulation of EMG activity during acute whole-body vibration. *Muscle Nerve* 2009; 40: 420-429.
- 21-Stewart JA, Cochrane DJ, Morton RH. Differential effects os whole body vibration durations on knee extensor strength. *Journal of Science and medicine in Sports* 2009; 12: 50-53.
- 22-Rees SS, Murphy AJ, Watsford ML. Effects of whole body vibration on postural steadiness in an older population. *Journal of Science and medicine in Sport* 2008, doi: 10.1016-j.jsams.2008.02.002.
- 23-Bautamans I, Hees EV, Lemper J-C, Mets T. The feasibility of whole body vibration in institutionalised elderly person and its influence on muscle performance, balance and mobility: a randomised controlled Trial. *BMC Geriatrics* 2005; 5: 17-24.
- 24-Torvinen S, Kannus P, Sievänen H, Järvinen TAH, Pasanen M, Kontulainen S. Effect of a vibration exposure on muscular performance and body balance: randomized cross-over study. *Clinical Physiology and Functional Imaging* 2002; 22(2): 145-152.
- 25-Runge M, Rehfeld G, Resnicek E. Balance training and exercise in geriatrics patients. *J Musculoskel Neuron Interact* 2000; 1: 61-65.
- 26-Trans T, Aaboe J, Henriksen M, Christensen R, Bliddal H, Lund H. Effect of whole body vibration exercise on muscle strength and proprioception in females with knee osteoarthritis. *The Knee* 2009, doi: 10.1016-j.knee.2008.11.014.

- 27- Hinton R, Mood RL, Davis AW, Thomas SF. Osteoarthritis: diagnosis and therapeutic considerations. *Am Family Phys* 2002; 65 (5): 841-848.
- 28-Kelgreen JH, Lawrence JS. Radiological assessment of osteoarthritis. *Ann Rheum Dis* 1958; 16: 454-502.
- 29-Brucki SMD, Nitrini R, Caramelli P, Bertolluci PHF, Okamoto IH. Suggestions for utilization of the mini-mental state examination in Brazil. *Arq neuropsiquiatr* 2003; 61(3B):777-781.
- 30-Delecluse C, Roelants M, Verschueren S. Strength Increase after Whole-Body Vibration Compared with Resistance Training. *Med Sci Sports Exerc* 2003; 6: 1033-1041.
- 31-Bogaerts A, Verschueren S, Delecluse C, Claessens AL, Boonen S. Effects of whole body vibration training on postural control in older individuals: A 1 year randomized controlled trial. *Gait e Posture* 2007; 27: 309-316.
- 32-Davies AP, Glasgow MMSG. Imaging in osteoarthritis: a guide to requesting plain X-rays of the degenerate knee. *The Knee* 2000; 7: 139-143.
- 33-Fernandes MI. Tradução e validação do questionário de vida específico para osteoartrose WOMAC (Western Ontário McMaster Universities) para a língua portuguesa. Tese (doutorado), Universidade Federal de São Paulo, 2002.
- 34-Miyamoto ST, Junior IL, Berg KO, Ramos LR, Natour J. Brazilian Version of Berg Balance Scale. *Braz J Med Biol Res* 2004; 37 (9): 1411-1421.
- 35-Berg KO, Maki B, Williams JJ, Holliday PJ, Wood-Dauphinee SL. Clinical and laboratory measures of postural balance in an elderly population. *Arch Phys Med Rehabil.* 1992; 73(11): 1073-80.
- 36-Podsiadlo D, Richardson S. The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc* 1991 Feb;39(2):142-8.
- 37-Lira VA, Araujo CGS. Sitting-rising test: reability study. *Rev Bras Cienc Mov* 2000; 8 (2): 9-18.
- 38-Pires SR, Oliveira AC, Parreira VF, Brito RR. Six-minute walk test ages and body mass index. *Rev bras fisioter* 2007; 11 (2): 147-151.
- 39- Resende MDL, Sturion JA, Pereira JCD. Sample size for detection significant differences among treatments. *Bol Pesq Fl* 2004; 49: 109-120.
- 40-Rittweger J, Ehrig J, Just K, Mutschelknaus M, Kirsch KA, Felsenber D. Oxygen uptake in whole-body vibration exercise: Influence of vibration frequency, amplitude, and external load. *Int J Sports Med* 2002; 23: 428-432.
- 41-Prisby RD, Lafage-Proust MH, Malaval L, Belli A, Vico L. Effects of whole-body vibration on the skeleton and other organs system in man and animal models: what we know and what we need to know. *Ageing Res Rev* 2008; 7: 319-329.

- 42-Hazzel TJ; Thomas GWR; DeGuire JR; Lemon PWR. Vertical whole-body vibration does not increase cardiovascular stress to static semi-squat exercise. *Eur J Appl Physiol* 2008; 104: 903-908.
- 43-Paixão-Junior CM, Reichenheim ME. A review of functional status evaluation instruments in the elderly. *Cadernos de Saúde Pública* 2005; 21 (1): 7-19.
- 44-Nes IJWV, Latour H, Schils F, Meijer R, Kuijk AV, Geurts ACH. Long-term effects os 6-weeks whole-body vibration on balance recovery and activities of daily living in the Post acute phase of stroke: a randomized, controlled Trial. *Stroke* 2006; 37: 2331-2335.
- 45-Silva A, Almeida GJM, Cassilhas RC, Cohen M, Pecin MS, Tufik S, *et al.* Balance, coordination and agility of older individuals submitted to physical resisted exercises practice. *Rev Bras Med Esportes* 2008; 14(2): 88-93.
- 46-Resende SM, Rassi CM, Viana FP. Effects of hydrotherapy in balance and prevention of falls among elderly women. *Rev Bras Fisioter* 2008; 12 (1):57-63.
- 47-Bean JF, Kiely DK, Larose S, Alian J, Frontera WR. Is star climbing power a clinically relevant measure of leg power impairments in at-risk older adults? *Arch Phys Med Rehabil.* 2007; 88 (5): 604-609.
- 48-Parahyba MI, Simões CCS. Disability prevalence among the elderly in Brazil. *Cienc Saude Coletiva* 2006; 11 (4): 967-974.
- 49-Kawanabe K, Kawashima A, Sashimoto I, Takeda T, Sato Y, Iwamoto J. Effects of whole-body vibration exercise and muscle strengthening, balance, and walking exercise on walking ability in the elderly. *Keio J Med* 2007; 56 (1): 28-33.
- 50-Rittweger J. Vibration as an exercise modality: how it may work and what its potential might be. *Eur J Appl Physiol* 2009, doi 10.1007-500421-009-1303-3.

Figure 1: Study flow chart. Test #1 refers to the evaluation performed three weeks prior to initiating training, Test #2 to the evaluation performed immediately prior to training and Test #3 to the final evaluation.

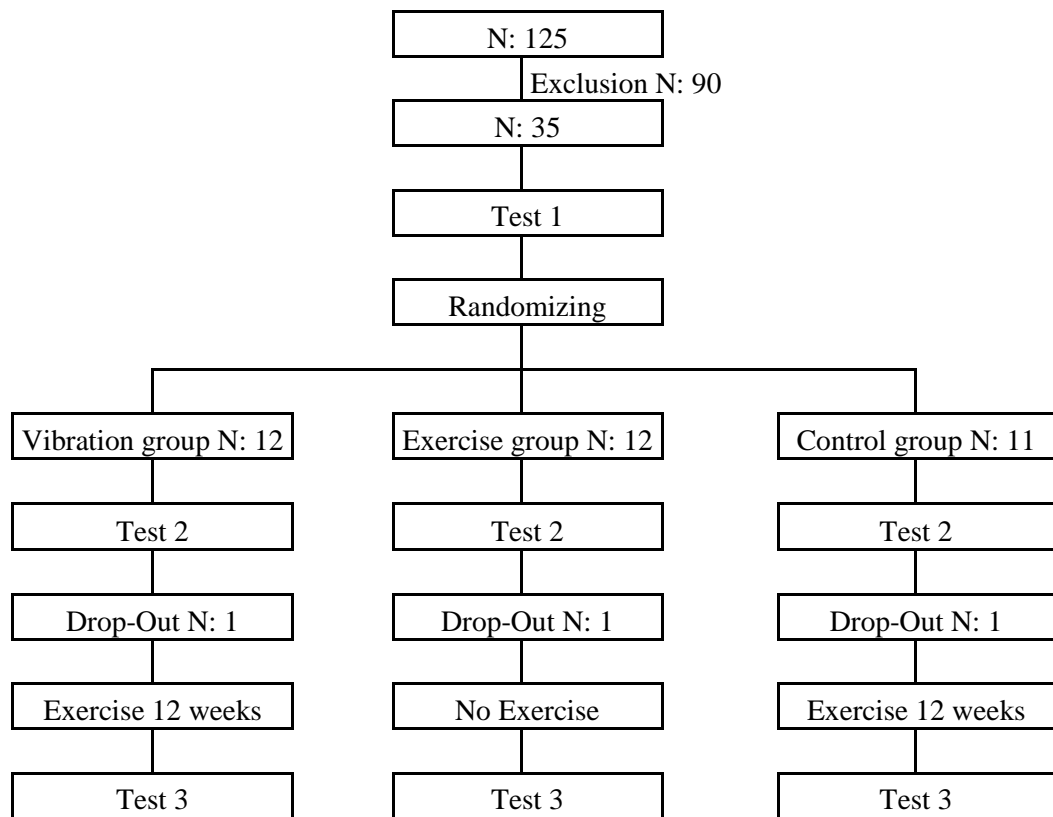


Table 1: Progression of training using squatting exercises with or without whole body vibration.

Weeks	Vibration parametres (Vibration group)			Time of vibratory stimuli/number repetitions of squat (Vibration group and Exercise group)	Time of rest (Vibration group and Exercise group)
	Vibration Frequency (Hz)	Amplitude (mm)	Aceleration (G)		
1	35	4	2	20 s/6 series	20 s
2	35	4	2	20 s/6 series	20 s
3	35	4	2	25 s/7 series	25 s
4	35	4	2	30 s/8 series	25 s
5	35	4	2	30 s/8 series	30 s
6	35	4	2	40 s/8 series	30 s
7	40	4	2,61	40 s/8 series	40 s
8	40	4	2,61	40 s/8 series	40 s
9	40	4	2,61	40 s/8 series	30 s
10	40	4	2,61	40 s/8 series	30 s
11	40	4	2,61	40 s/8 series	25 s
12	40	4	2,61	40 s/8 series	25 s

Table 2: Anthropometric data and the classification of osteoarthritis for the three groups at baseline. Data presented as means and standard errors. * $p < 0.05$.

CHARACTERISTICS	Vibration group (N:11)	Exercise group (N: 10)	Control group (N: 11)	P
Age (Years)	75±7	69±4	71±5	0,062
BMC (Kg-m²)	27,03±3,11	30,01±2,51	27,03±3,11	0,098
Classification of Osteoarthritis	3±1	3±1	3±1	0,283

Table 3: Functional performance in the three groups evaluated. Data presented as means and standard errors. * $p \leq 0.05$ compared to baseline.

Tests	Vibration group N: 11		Exercise group N: 10		Control group N: 11	
	Initial	Last	Initial	Last	Initial	Last
BBS	48±3	53±1*	52±1	54±1*	52±1	53±1
TGUG	8,96 ± 0,69	7,56 ±0,41*	8,54± 0,58	7,54± 0,26	8,10± 0,59	7,77± 0,36
CST	11±1	13±1*	12±1	13±1	11±1	12±1
6MWT	423,59± 25,51	448,41± 18,95*	395,5± 13,02	420,79± 16,54*	430,33± 19,13	430,81± 20,90

BBS: Berg Balance Scale score; TGUG: Time (in seconds) required to perform the Timed Get Up and Go Test; CST: Number of times the participant performed the task in the Chair Stand Test; 6MWT: Distance covered in the 6-minute walk test.

Table 4: Clinical parameters of the groups evaluated using the three domains that compose the WOMAC (Western Ontario and McMaster Universities OA Index) questionnaire. Data presented as means and standard errors. * $p \leq 0.05$ compared with baseline.

CLINICAL PARAMETERS	Vibration group N: 11		Exercise group N: 10		Control group N: 11	
	Initial	Last	Initial	Last	Initial	Last
Pain	298±32	189±29*	260±35	165±32*	205±40	182±26
Rigidity	109±12	75 ±11*	95±19	65±23	93±18	84±20
Funcionalidad	970±96	718±94*	993±113	777±130	689±107	689±82

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)