

Efeitos do Treinamento com Plataformas Vibratórias

Effects of Training with Vibratôrys Platforms

BATISTA, M. A. B.; WALLERSTEIN, L. F.; DIAS, R. M.; SILVA, R. G.; UGRINOWITSCH, C.; TRICOLI, V. Efeitos do Treinamento com Plataformas Vibratórias *R. bras. Ci e Mov.* 2007; 15(3): 103-113.

RESUMO: Esta revisão de literatura teve como objetivo dispor informações sobre as adaptações produzidas pelo treinamento de vibração quando realizado através de plataformas vibratórias. Em consulta a base de dados Medline encontramos 25 artigos originais sobre o tema. Após uma análise criteriosa desses estudos constatamos que grande parte deles foi realizada com delineamento experimental inapropriado. Sendo assim, 13 artigos foram excluídos e, esta revisão foi baseada em 12 estudos. Em relação aos efeitos agudos e crônicos da vibração em jovens encontramos resultados controversos, o que nos permite afirmar que ainda não existem dados suficientes na literatura que comprovem a eficiência dessa estratégia nessas condições. Por outro lado, em se tratando da população idosa, parece que o treinamento de vibração pode melhorar o equilíbrio, a agilidade e a marcha. Além disso, o treinamento de vibração pode ser tão eficiente quanto o treinamento de força convencional na melhora da força e da potência. No entanto, essas conclusões ainda não podem ser consideradas definitivas, uma vez que esses resultados foram encontrados em apenas dois estudos.

Palavras-chave: Treinamento de Vibração, Treinamento de força, Desempenho, Idoso.

BATISTA, M. A. B.; WALLERSTEIN, L. F.; DIAS, R. M.; SILVA, R. G.; UGRINOWITSCH, C.; TRICOLI, V. Effects of Training with Vibratôrys Platforms. *R. bras. Ci e Mov.* 2007; 15(3): 103-113.

ABSTRACT: The purpose of this review was to investigate the adaptations of vibration training using vibration platforms. Literature search was performed using the Medline database (25 original studies). However, the analysis of the experimental designs revealed that only 12 studies met the criteria to be included in our review. Regarding the acute and chronic effects of vibration training in young population, results were controversial and its efficiency has yet to be proven under such conditions. On the other hand, in the elderly, it seems that vibration training can improve balance, agility and gait. Moreover, vibration training seems to be as efficient as conventional strength training in the improvement of strength and power for this population. However, further evidence is still needed in order to establish such conclusions, once these results had been found in two studies only.

Keywords: Vibration training, Strength training, Performance, Elderly.

Mauro A. B. Batista^{1,2};
Lilian F. Wallerstein¹;
Rafael M. Dias³;
Renata G. Silva^{1,2};
Carlos Ugrinowitsch¹;
Valmor Tricoli¹

¹ Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo. Av. Prof. Mello Moraes, 65, Cid. Universitária, Butantã, São Paulo, SP. CEP: 05508-030.

² Faculdade de Educação Física, Universidade Paulista - UNIP. Av. Marquês de São Vicente, 3001. Água Branca, São Paulo, SP. CEP: 05036-040.

³ Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo. Av. Dr. Arnaldo, 715. Consolação, São Paulo, SP. CEP: 01255-000.

Recebimento: 11/2006
Aceite: 03/2007

Introdução

Os efeitos prejudiciais da exposição do organismo humano à vibração produzida por objetos e máquinas são conhecidos há muito tempo ^{14, 16, 19}. Recentemente, porém, foram desenvolvidos aparelhos produtores de vibração, denominados plataformas vibratórias, os quais, segundo seus fabricantes, são tão eficientes para a reabilitação física e para a melhora do desempenho físico quanto os métodos convencionais de terapia/treinamento físico. Essas plataformas vibratórias estão se tornando cada vez mais populares em clínicas fisioterápicas e academias de ginástica de vários países.

Paralelamente à disseminação das plataformas vibratórias, muitos estudos têm sido realizados para comprovar sua eficiência. Uma busca na base de dados *Medline*, utilizando as combinações das palavras-chave: *whole-body vibration* com *exercise* ou *training*, resultou em 25 artigos originais e 5 revisões sobre o tema. Contudo, ao realizarmos a mesma busca na base de dados *Bireme*, utilizando termos equivalentes em língua portuguesa, não encontramos nenhum estudo envolvendo esse tipo de aparelho. Em razão disso, acreditamos que a existência das plataformas vibratórias e os benefícios de sua utilização ainda são pouco conhecidos em nosso país.

Assim, esta revisão de literatura teve como objetivos apresentar: 1º) os princípios do treinamento de vibração por meio de plataformas vibratórias; 2º) evidências científicas que confirmem os benefícios à saúde e ao desempenho proporcionados pelo uso desse aparelho.

Os estudos incluídos nesta revisão são provenientes da pesquisa realizada na base de dados *Medline* anteriormente mencionada. A busca foi limitada aos campos título/resumo, não houve restrição de datas e foi finalizada no mês novembro de 2006. Dos resultados foram selecionados 12 estudos originais, os quais atenderam os seguintes critérios de seleção: a) o treinamento de vibração foi realizado em plataforma vibratória; b) o estudo incluiu grupo controle que realizou os mesmos exercícios que o grupo exposto à vibração, mas não foi submetido à vibração (grupo controle capaz de eliminar o efeito dos exercícios realizados durante a exposição à vibração).

A revisão foi dividida em seis seções. Nas três seções iniciais foram apresentados os conceitos básicos a respeito do treinamento de vibração; nas seções quatro e cinco, os estudos sobre os efeitos agudos e crônicos em jovens; na última seção, os estudos sobre os efeitos crônicos em idosos.

Revisão de Literatura

1. Definição de vibração

Vibração pode ser entendida como o movimento alternado de um corpo sólido em relação ao seu centro de equilíbrio; ou ainda, como um movimento de característica oscilatória que se repete em torno de uma posição de referência. Um objeto que vibra pode descrever tanto movimentos oscilatórios aleatórios como movimentos periódicos com formato de ondas (Fig. 1). Os aparelhos de vibração confeccionados para o treinamento e para a reabilitação física produzem vibrações constantes em forma de sino (Fig. 2).

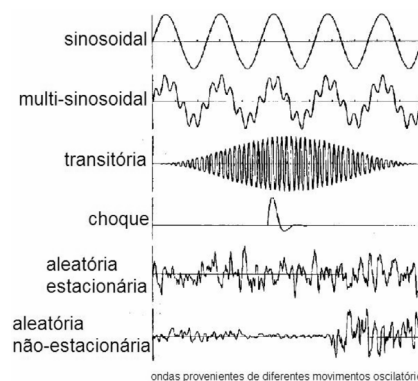


Figura 1. Diferentes formatos de ondas. Adaptada de Komi, P. (2003).

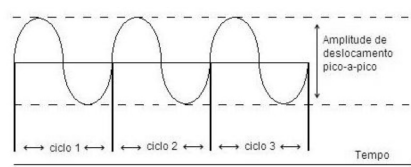


Figura 2. Movimento oscilatório constante em forma de sino, produzido pelas plataformas vibratórias.

Em razão dessa forma de oscilação produzir ondas simétricas, é possível quantificar a intensidade da vibração produzida por esses aparelhos. A intensidade da vibração é determinada através da amplitude das ondas produzidas durante o deslocamento e da

freqüência com que os deslocamentos ocorrem. Normalmente, 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 se reporta a 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 freqüência de vibração se refere à taxa de repetições dos deslocamentos, por isso ela é medida em Hertz (Hz), ou seja, em ciclos por segundo (Fig. 2)^{7, 21}. Como exemplo, quando a plataforma vibra com amplitude de 6 mm e freqüência de 50 Hz, significa que este aparelho está se deslocando 6 mm ao redor de um ponto fixo (um eixo) e esse deslocamento se repete 50 vezes em um segundo (1 s).

Outra variável utilizada para quantificar a intensidade da vibração é a aceleração. A aceleração imposta por um aparelho vibrando é determinada pela amplitude e pela freqüência 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 de se medir a aceleração produzida por um aparelho é através de um acelerômetro. No entanto, a aceleração pode ser calculada pela fórmula $a = (2f)^2 * d$; onde, f representa a freqüência das oscilações e d seu deslocamento¹⁷. De acordo com essa fórmula, um aparelho produzindo deslocamentos em forma de onda com freqüência de 30 Hz e amplitude de 4 mm produz uma aceleração de 14,48 (m/s^2), ou 1,47g.

2. Aparelhos produtores de vibração destinados ao treinamento

Existem diferentes tipos de aparelhos de vibração utilizados para o treinamento e para a reabilitação física. Considerando a forma como a vibração é aplicada ao corpo humano, pode-se diferenciá-los em dois tipos: os de vibração direta e os de vibração indireta^{21, 22}.

Os aparelhos de vibração direta são assim chamados por serem posicionados em contato direto com o músculo ou seu tendão no momento da aplicação da vibração. Esse tipo de aparelho favorece a aplicação da vibração em um músculo específico; no

entanto, é muito pequena a influência que a vibração produzida por esse aparelho exerce sobre os músculos e ossos de outros segmentos.

Os aparelhos de vibração indireta englobam os halteres e as plataformas vibratórias. Em ambos os casos, a exposição à vibração se dá pelo contato das extremidades distais dos segmentos corporais com o aparelho vibratório. Em razão disso, a vibração produzida se propaga por muitos tecidos antes de chegar aos músculos ou ossos que se pretende atingir.

Os halteres vibratórios são utilizados para realização de exercícios envolvendo os membros superiores. Já as plataformas vibratórias permitem aplicar a vibração ao corpo todo, uma vez que o sujeito se posicione sobre ela. Portanto, ao contrário dos aparelhos de vibração direta, estes aparelhos permitem uma influência mais ampla da vibração, pois favorecem sua dissipação por vários grupos de músculos, órgãos e sistemas.

Nesta revisão, o foco será mantido sobre o uso de plataformas de vibração como método de treinamento/terapia. Assim, é conveniente esclarecer que existem diferentes tipos de plataformas vibratórias: as que se movimentam verticalmente girando ao redor de um eixo central, as que se movimentam verticalmente de maneira uniforme, e as que se movimentam no sentido anteroposterior.

3. Variáveis que podem ser manipuladas no treinamento de vibração

Já foi mencionado que a oscilação produzida pela plataforma vibratória se propaga para todo o corpo do indivíduo se este estiver sobre a mesma. Contudo, as estruturas mais afetadas pela vibração são aquelas localizadas anatomicamente mais próximas da plataforma. Além disso, os músculos são mais afetados pela vibração quanto mais elevado for seu estado de ativação durante a realização do treinamento de vibração^{15, 27, 36}. Esse conhecimento sugere que a intervenção com o treinamento de vibração deve ser combinada com alguma forma de exercício/atividade muscular vigorosa. Apesar disso, na maioria dos estudos disponíveis atualmente, a vibração foi aplicada enquanto os sujeitos se exercitavam suportando apenas o peso do próprio corpo^{11, 12, 25, 32}; enquanto

em um número menor de estudos o treino de vibração foi combinado com um método de treinamento de força com carga adicional^{2, 28}.

Segundo os fabricantes das plataformas vibratórias, é possível enfatizar o estímulo em músculos específicos utilizando acessórios ou modificando o posicionamento corporal sobre a plataforma. Porém, não encontramos qualquer estudo que tenha testado a eficiência dessas estratégias.

Os protocolos podem ser manipulados através da escolha da amplitude e da frequência de vibração desejadas para o treinamento. As plataformas atualmente disponíveis no mercado permitem selecionar amplitudes de oscilações entre 2-10 mm e frequências entre 12-50 Hz. Também é possível controlar o tempo de exposição entre 30-60 s. Além da combinação dessas variáveis, o treinamento pode ser “periodizado” manipulando-se o número de séries realizadas em uma sessão, a frequência de treinamento semanal e a duração total do programa de treinamento.

4. Efeitos agudos do treinamento de vibração

Como “efeitos agudos do treinamento de vibração”, nos referiremos às alterações de desempenho manifestadas nos minutos subsequentes ao término de uma sessão de treinamento com este método.

Encontramos nove estudos que investigaram a ocorrência dos efeitos agudos após o treinamento com vibração. Contudo, seis estudos foram descartados: dois porque utilizaram^{23, 24} um protocolo de vibração para indução da fadiga e quatro^{4, 5, 10, 11} porque não atenderam um dos critérios de seleção.

Portanto, consideramos que apenas três estudos sobre os efeitos agudos foram realizados com um delineamento experimental adequado conforme a Tabela 1. Nesses estudos foram testados os efeitos da exposição à vibração sobre os desempenhos da força máxima de membros superiores e inferiores, do salto vertical, da agilidade, e dos equilíbrios estático e dinâmico^{9, 30, 33}.

Torvinen et al.³³ e Torvinen et al.³⁰ realizaram dois estudos muito semelhantes. Em ambos, a manifestação do efeito agudo foi testada aos dois e aos 60 minutos após a intervenção com quatro minutos (ininter-

ruptos) de vibração. Além disso, nos dois estudos foram avaliadas a força de preensão manual, a força máxima de extensão de joelhos, a altura do salto vertical com contramovimento, o equilíbrio e a agilidade. Nos dois estudos, os sujeitos realizavam alternadamente seis tipos de exercícios (em sequência fixa, com duração de 10s cada). A diferença mais importante entre esses estudos foi o protocolo de vibração. Em um³³, utilizou-se 2 mm de amplitude e frequência entre 25-40 Hz; no outro³⁰, 10 mm de amplitude e frequência entre 15-30 Hz.

No primeiro estudo³³ (25-40 Hz, 2 mm) não foi observada qualquer alteração em nenhuma das variáveis de desempenho avaliadas. Por outro lado, no segundo estudo³⁰ (15-30 Hz; 10 mm) ocorreram aumentos nos desempenhos da força máxima de extensão de joelhos (3,2%), da altura do salto vertical (2,5%) e do equilíbrio estático (15,7%). Essas alterações ocorreram na reavaliação dois minutos após a intervenção. Por outro lado, nenhuma alteração foi verificada no pós-teste aos 60 min. A comparação entre os resultados desses dois estudos sugere que o protocolo de vibração deve incluir amplitudes superiores a 2 mm para causar alterações agudas no desempenho motor.

Cochrane et al.⁹ testaram os efeitos agudos da vibração sobre os desempenhos do salto vertical com contramovimento, da força de preensão manual e da flexibilidade de membros inferiores (teste de sentar e alcançar). Nesse estudo, os sujeitos (18 jogadoras de hockey de campo) foram submetidos a cinco minutos ininterruptos de vibração (26 Hz; 3 mm) enquanto realizavam diferentes técnicas de agachamento sobre a plataforma, sustentando apenas o peso do próprio corpo. Da mesma forma que nos estudos de Torvinen et al.³³ e Torvinen et al.³⁰, nenhuma alteração foi verificada na força de preensão manual, imediatamente após a intervenção, enquanto o desempenho no salto vertical foi melhorado. No entanto, o aumento verificado no desempenho do salto vertical foi mais expressivo do que o encontrado no estudo de Torvinen et al.³⁰. Esse aumento foi, em média, 8,1% superior aos obtidos pelos outros dois grupos participantes do estudo, os quais realizaram como intervenção ou os mesmos exercícios que o grupo experimental (mas sem vibração) ou pedalaram uma bicicleta ergométrica a 50 W por cinco minutos.

No estudo de Cochrane et al.⁹, o grupo submetido à vibração teve ainda uma melhora de 8,2% no teste de sentar e alcançar em comparação aos demais grupos, demonstrando que a vibração também pode melhorar de forma aguda a flexibilidade de membros inferiores.

Segundo Cardinale e Bosco⁷, as melhoras agudas no desempenho podem estar relacionadas ao aumento da sensibilidade do reflexo de estiramento⁷. A facilitação da ativação do reflexo de estiramento aumenta o suporte neural aos motoneurônios alfa de músculos homônimos e sinergistas, além de inibir a ação dos motoneurônios alfa dos antagonistas⁷. Essas alterações envolvendo

proprioceptores musculares alterariam o padrão de coordenação intramuscular, facilitando o movimento ao redor da articulação estimulada pela vibração.

No entanto, Cardinale e Bosco⁷ advertem que os efeitos agudos podem estar relacionados a mecanismos centrais e não apenas periféricos. Essa suposição baseia-se no fato de que a área motora suplementar é estimulada quando o organismo é exposto à vibração⁷. Essa estrutura faz parte da unidade central de processamento de sinais aferentes e é ativada antes da ocorrência dos movimentos voluntários. Ou seja, a pré-ativação da área motora suplementar pela vibração poderia explicar a facilitação dos movimentos voluntários subseqüentes.

Tabela 1. Estudos sobre efeitos agudos do treinamento de vibração em jovens.

Autor e ano	Sujeitos	Protocolo de vibração	Grupo TV	Grupo TF	Grupo CO	Pré-teste	Pós-teste	Variáveis dependentes	Resultados
Torvinen et al. (2002)	8 homens e 8 mulheres (18-35 anos)	F: 1': 25 Hz; 1': 30 Hz; 1': 35 Hz; 1': 40 Hz; A: 2 mm (pico a pico)	6 diferentes tipos, variando a cada 10", durante os 4' de vibração	grupo sentado	6 diferentes tipos, variando a cada 10", durante os 4' sobre a plataforma desligada	10' antes	2' após; 60' após	- equilíbrio dinâmico - equilíbrio estático - preensão manual - SVCVM - Shuttle run - CVM leg press - EMG (glúteo, VL, SL, paravertebrais) durante TV	- nenhuma alteração nas variáveis de desempenho;
Torvinen et al. (2002)	8 homens e 8 mulheres (24-33 anos)	F: 1': 15 Hz; 1': 20 Hz; 1': 25 Hz; 1': 30 Hz; A: 10 mm (pico a pico)	6 diferentes tipos, variando a cada 10", durante os 4' de vibração	grupo sentado	6 diferentes tipos, variando a cada 10", durante os 4' sobre a plataforma desligada	10' antes	2' após; 60' após	- equilíbrio dinâmico - equilíbrio estático - preensão manual - SVCVM - Shuttle run - CVM leg press - EMG (glúteo, VL, SL, paravertebrais) durante TV	- ↑ 3,2% CVM - ↑ 2,5% SVCVM - ↑ 15,7% equilíbrio estático
Cochrane et al. (2005)	18 jogadoras de Hoquei (21,8 ± 5,9)	F: 26 Hz A: 3 mm	5' de exercícios variando sobre plataforma funcionando	5' de exercícios variando sobre plataforma desligada	pedalaram 5'; 50 rpm; 50 w;	antes	imediatamente após	- 6 SVCVM - preensão manual - sentar e alcançar	Grupo TV: - ↑ 8,1% SVCVM - ↑ 8,2% flexibilidade (diferente de CO e do grupo que pedalou)

TV: treinamento de vibração; TF: treinamento de força; CO: controle; F: frequência; A: amplitude; SVCVM: salto com contramovimento; CVM: contração voluntária máxima; EMG: eletromiografia; VL: vasto lateral; SL: sóleo; ns: não significativo; ↑: aumento; ↓: diminuição

5. Efeitos crônicos do treinamento com vibração em indivíduos jovens

Ao longo da última década, diversos pesquisadores investigaram o efeito crônico do treinamento usando plataformas vibratórias em indivíduos jovens atletas e não atletas. Dos onze estudos disponíveis na literatura, seis foram excluídos^{3, 11, 25, 31, 32, 34} de acordo com nossos critérios de seleção.

Os estudos que analisaram os efeitos crônicos do treinamento com vibração estão dispostos na Tabela 2. Eles utilizaram dois métodos de treinamento: sem sobrecarga, no qual o indivíduo realizava exercícios sobre a plataforma de vibração utilizando apenas o peso do próprio corpo (Fig. 3); e com sobrecarga, em que o indivíduo era submetido a um treinamento de força convencional sobre a plataforma de vibração (Fig. 4).



Figura 3. Treinamento de vibração utilizando apenas o peso do próprio corpo.



Figura 4. Treinamento de força convencional realizado sobre a plataforma de vibração.

Três estudos investigaram o efeito do treinamento com vibração sem sobrecarga^{8, 12, 13}. Cochrane et al.⁸ aplicaram duas semanas de treinamento de vibração em um grupo de 24 jovens, fisicamente ativos, participantes em modalidades não competitivas. Todos os sujeitos realizaram diferentes técnicas de agachamento em cinco sessões consecutivas, descansaram um dia, e depois realizaram mais quatro sessões do mesmo treinamento, também consecutivas. Metade da amostra realizou os exercícios de agachamento sobre a plataforma vibratória (26 Hz, 11 mm, 5x2 min.); a outra metade (controle), fora da plataforma. Ao final do programa de treinamento não foram observadas alterações na força e nem na altura do salto vertical com contramovimento em ambos os grupos. Especulou-se que esses resultados ocorreram em virtude do curto período de treinamento utilizado.

No entanto, em um estudo com 11 semanas de treinamento com vibração, de Ruiter et al.¹² não notaram modificações na força e na potência musculares. Nesse estudo, tanto o grupo que treinou com vibração (3x/sem, 30 Hz, 8 mm, 5-8x1 min) como o grupo controle realizaram o exercício meio-agachamento isométrico com 5-8 séries de 1 minuto. Nenhuma alteração foi verificada após a 5ª e 7ª semanas de treino e uma semana após o término do período de treinamento. Porém, na avaliação ocorrida após duas

semanas do término no treinamento, obteve-se um aumento superior na taxa de desenvolvimento de força induzida artificialmente (evocada) no grupo que treinou vibração.

Por outro lado, estes resultados são diferentes dos reportados por Delecluse *et al.*¹³ cujos sujeitos não eram engajados em qualquer forma de treinamento regular. Nesse estudo foi investigado o efeito de 12 semanas de treinamento de vibração na força isométrica, força dinâmica e na altura do salto vertical. A amostra foi dividida em quatro grupos: grupo vibração, realizou agachamentos estáticos e dinâmicos sobre plataforma vibratória (3x/sem, 35-40 Hz, 2,5-5,0 mm, 18x30-60 s, 2,28-5,9 g); grupo placebo, realizou os mesmos exercícios que grupo vibração, mas a vibração a que eram submetidos era ínfima (0,4 g); grupo força, realizou o treinamento no leg press e na cadeira extensora com carga variando entre 12-20RM; e grupo controle, que não fez qualquer tipo de treinamento. Foram verificados aumentos nas forças isométrica e dinâmica dos extensores de joelhos nos grupos treinamento de força (14,4% e 7,0%) e vibração (16,6% e 9,0%). Esses aumentos foram superiores aos obtidos pelos grupos placebo e controle. Além disso, o grupo que treinou com vibração obteve aumento de 7,6% na altura do salto vertical com contramovimento. Tais resultados sugerem que o treinamento de vibração pode ser tão eficiente quanto o treinamento de força, quando aplicado em indivíduos com baixo nível de força.

Segundo Cardinale e Bosco⁷ durante o treinamento de vibração a sobrecarga gravitacional sobre o sistema músculo-esquelético é aumentada em até 14 vezes (14g). Dessa forma, pode-se especular que a utilização do treinamento de vibração em combinação com treinamento de força convencional deve fornecer um estímulo de maior intensidade que o treinamento de força isolado e, portanto, maximizar seus efeitos em indivíduos já experientes nessa forma de treinamento. Contudo, considerando os estudos atual-

mente disponíveis, essa estratégia parece não apresentar qualquer vantagem. No estudo de Ronnestad²⁸, 14 indivíduos experientes em treinamento de força foram divididos em dois grupos que realizaram o mesmo treinamento de força convencional (2-3x/sem; 3-4 x 6-10RM) durante cinco semanas. Porém, um dos grupos realizava seu treinamento sobre uma plataforma de vibração em funcionamento com frequência de 40 Hz (amplitude não divulgada). Após as cinco semanas de treinamento não foram observadas diferenças entre os grupos, sugerindo que a adição do estímulo vibratório ao treinamento de força não promove respostas superiores aquelas normalmente observadas após um programa de treinamento de força convencional.

O mesmo se confirmou quando testados indivíduos com baixo nível de treinamento de força. O estudo de Kvorning *et al.*²⁰ reuniu 28 universitários, divididos em três grupos, que foram submetidos a nove semanas de treinamento. O grupo denominado vibração realizou 6x8 repetições de agachamento sem sobrecarga sobre uma plataforma vibratória (20-25 Hz, 4 mm, 6x30s); o grupo vibração/treinamento de força realizou 6x8RM de agachamento sobre a plataforma vibratória (20-25 Hz, 4 mm); e o grupo treinamento de força realizou 6x8RM de agachamento. Ao final do treinamento não foram notadas diferenças na força muscular e na altura do salto vertical entre os três grupos. Contudo, o grupo treinamento de força obteve melhora da potência média gerada durante o salto vertical em comparação ao grupo vibração.

Somente um estudo testou o efeito do treinamento de vibração em outras capacidades motoras⁸. Cochrane *et al.*⁸ investigaram o efeito de nove sessões de treinamento com vibração (26 Hz, 11 mm, 5x2 min) na velocidade e agilidade de homens e mulheres fisicamente ativos. Ao final do programa de treinamento, nenhum dos grupos apresentou alterações significativas nas variáveis analisadas.

Tabela 2: Estudos sobre os efeitos crônicos do treinamento de vibração em jovens.

Autor e ano	Sujeitos	Duração	Protocolo de vibração		Grupo TV	Grupo TF	Grupo CO	Grupo CE	Variáveis dependentes	Resultados
Cochrane et al. (2004)	16 homens e 8 mulheres fisicamente ativos (23,9 ± 5,9 anos).	2 semanas	F: 26 Hz A: 11 mm	em pé, agachamento isométrico 90°, agachamento isométrico 90° com pés abduzidos, sobre uma perna 90°, apoio perna oposta 90°	grupo ausente	grupo ausente	mesmos exercícios do grupo TV na ausência de vibração	— força e altura durante o SVCM — velocidade de corrida 5,10 e 20m — agilidade.	Não foram verificadas alterações em nenhuma das variáveis analisadas.	
de Ruiter et al. (2003)	8 mulheres e 12 homens fisicamente ativos (média de 20,3 anos)	11 semanas	F: 30 Hz A: 8 mm	agachamento isométrico 110°	grupo ausente	grupo ausente	mesmos exercícios do grupo TV sem vibração	— pico de torque de extensores de joelhos; — TDFE; — altura do SVCM.	Duas semanas após a 11ª semana de treino a TDFE foi significativamente maior no TV.	
Delecluse et al. (2003)	74 mulheres (21,5 ± 1,9 anos) não engajadas em qualquer tipo de treinamento	12 semanas	F: 35-40 Hz A: 2,5-5,0 mm	exercícios para extensores do joelho: dinâmica e isometricamente.	2 séries de 10-20 RM	presente	Grupo considerado: mesmo exercício que TV (com vibração ínfima)	— FI; — FD; — altura do SVCM. — TV ↑ 7,6% na altura do SVCM; — TV e TF ↑ igualmente FD (9% e 7%) e FI (16,6% e 14,4%).	— TV ↑ igualmente a FD (24,2% e 32,4%) e a altura do SVCM (4,2% e 9,1%).	
Rønnestad et al. (2004)	14 homens (21-40 anos) experientes em treinamento de força	5 semanas	F: 40 Hz A: não divulgada	3-4 séries de 6-10 RM agachamento sobre a plataforma	3-4 séries de 6-10 RM	grupo ausente	3-4 séries de 6-10 RM agachamento*	— FD (1RM); — altura do SVCM.	— TF e TV ↑ igualmente a FD (24,2% e 32,4%) e a altura do SVCM (4,2% e 9,1%).	
Kvorning et al. (2006)	28 homens (24,0 ± 1,7 anos) não treinados em força	9 semanas	F: 20-25 Hz A: 4 mm	grupo 1: 6-8 repetições de agachamento sem sobrecarga grupo 2: 6-8 RM agachamento sobre a plataforma	6-8 RM agachamento*	grupo ausente	6-8 RM agachamento*	— CVM; — SVCM (potência pico, potência média, altura e velocidade no pico de potência); — respostas hormonais.	Não houve diferença entre os grupos em relação às variáveis neuromusculares. ↑ GH foi maior no grupo TF+Vibração em comparação a TF e TV.	

TV: treinamento de vibração; TF: treinamento de força; CO: controle; CE: grupo controle que fazia mesmo exercício que TV; F: frequência; A: amplitude; FI: força isométrica; FD: força dinâmica; SVCM: salto vertical com contramovimento; SVSM: salto vertical sem contramovimento; TDFE: taxa de desenvolvimento de força evocada; RM: repetições máximas; GH: hormônio do crescimento; ↑: aumento; ↓: diminuição; *, neste caso o grupo TF também serviu como CE, já que realizou os mesmos exercícios que TV.

6. Efeitos crônicos do treinamento com vibração em indivíduos idosos

Por volta dos 40 anos de idade, começa uma perda acelerada do tecido contrátil (sarcopenia), provocando decréscimos na produção de força e na velocidade dos movimentos¹. Essa perda interfere na realização de tarefas diárias como andar, levantar de uma cadeira e subir escadas; ou seja, diminui a independência funcional dos idosos.

Apesar dos bons resultados obtidos com a aplicação dos treinamentos convencionais de força e potência, parece ser necessário conhecer novas intervenções que melhorem a funcionalidade dos idosos, mas que minimizem o efeito da dor pós-treino e da fadiga produzidos por esses métodos. Isso porque estes aspectos são apontados como os principais responsáveis pela baixa motivação dos sujeitos para o treinamento².

Com o intuito de verificar se o treinamento de vibração poderia atender essas exigências, analisamos seis estudos nos quais essa forma de treinamento foi aplicada em idosos. Desses, quatro^{18, 26, 29, 35} não atendiam nossos critérios de seleção, no entanto dois foram mantidos^{26, 35}, uma vez que nestes comparou-se uma forma de exercício de baixa intensidade associado à vibração com um método de treinamento de força convencional.

Dos quatro estudos que foram analisados nesta seção três avaliaram possíveis alterações na força dos membros inferiores; três, o comportamento da potência; dois o equilíbrio; dois, a marcha e; um, o efeito na densidade mineral óssea (DMO) (Tabela 3).

Verschueren et al.³⁵ notaram aumento de 15% na força isométrica e 16,5% na força dinâmica dos extensores do joelho em um grupo de idosos submetidos a 12 semanas de treinamento de vibração (3x/semana; 35-40Hz; 1.7-2.5mm). Esses ganhos foram equivalentes aos obtidos pelo grupo que realizou o treinamento de força convencional (16% e 10%, nas forças isométricas e dinâmicas, respectivamente), apesar do grupo submetido à vibração ter realizado exercícios sobre a plataforma usando somente o peso do próprio corpo como sobrecarga. Roelants et al.²⁶ apresentaram resultados muito semelhantes também após 12 semanas de treinamento com vibração, num estudo que teve duração total de 24 semanas. Nesse estudo, os sujeitos submetidos à vibração (3x/semana; 35-40 Hz; 2,5-5,0 mm) aumentaram em 12,4% a força isométrica e em 12,1% a dinâmica, enquanto o grupo que fez treinamento de força convencional obteve aumentos de 16,8% e 12,5%, nas mesmas variáveis. Todavia, nas 12 semanas seguintes de treinamento o grupo treinamento com vibração obteve aumento adicional de 3,7% ($p<0,05$) na força dinâmica, enquanto que no treinamento convencional não foram observados alterações. Da mesma forma, Bautmans et al.² testaram a eficiência da vibração sobre a força muscular. Nesse estudo, dois grupos realizaram a mesma série de seis exercícios estáticos para membros inferiores, mas apenas um deles era submetido à vibração (30-50 Hz; 2-5 mm, 3x/semana). Após seis semanas de treinamento, o grupo treinado com vibração aumentou a força dinâmica de membros inferiores (avaliada em um dinamômetro isocinético linear), nas velocidades de 40 e 60 cm/s, em 58,5 e 92,2%, respec-

tivamente; enquanto os aumentos no grupo controle foram de 28,8% e 27,8%. Embora os aumentos tenham sido significantes em relação ao pré-teste, não houve qualquer diferença entre grupos; o que é intrigante, considerando a magnitude dos aumentos relatados. Uma análise mais minuciosa dos dados sugere que a ausência de diferença entre grupos, após o treinamento, pode ser explicada pela grande variabilidade dos valores de força no pré-teste para o grupo controle. Isso indica uma falha na distribuição dos sujeitos nos grupos no início do estudo comprometendo o tratamento estatístico.

Roelants et al.²⁶ e Bautmans et al.² testaram possíveis alterações da potência de membros inferiores com o treinamento de vibração. No primeiro estudo²⁶ foram observadas alterações no desempenho do salto vertical com contramovimento de 16% e 12,1% respectivamente, para o grupo que treinou com vibração e para o que fez o treino de força convencional, mas esses aumentos foram semelhantes quando comparados entre grupos. Além disso, durante a extensão de joelhos com resistências de 1% e 20% de uma contração voluntária isométrica máxima, o grupo que realizou vibração obteve aumentos da velocidade de movimento de 7,4% e 6,3%, respectivamente, em relação ao pré-teste. Por outro lado, nenhuma alteração foi observada no grupo que treinou usando o método convencional de treinamento de força ou no grupo controle. Apesar disso, não houve diferenças entre os grupos.

No segundo estudo², após seis semanas de treinamento, o grupo que treinou usando vibração aumentou a potência máxima de membros inferiores (medida em um dinamômetro isocinético linear), nas velocidades de 40 e 60 cm/s, em 57,3 e 90,4%, respectivamente. Já, para as mesmas velocidades, os aumentos no grupo controle foram de 28,6% e 27,7%. Essas diferenças são todas em relação ao pré-teste, sem que nenhuma diferença tenha sido encontrada entre grupos.

Os efeitos do treinamento de vibração também têm sido expressivos em testes funcionais. Bautmans et al.² notaram diminuição de 3,3 segundos no tempo do teste de "levantar-ir-e-voltar" no grupo que fez o treinamento de força com vibração, enquanto nenhuma melhora de desempenho foi observada no grupo que fez o treinamento de força sem vibração.

Parece que o treinamento de vibração também pode melhorar o equilíbrio, uma outra habilidade importante na manutenção da funcionalidade dos idosos. Bautmans et al.² e Bruyere et al.⁶ testaram o efeito da vibração sobre esta variável e notaram diferenças significantes em comparação ao grupo que não foi submetido à vibração. No primeiro estudo², o equilíbrio (avaliado através do Tinetti-test) melhorou em 3,7% no grupo submetido ao treinamento de vibração, enquanto que no grupo controle houve uma queda de 10,6%. O estudo de Bruyere et al.⁶, foi realizado com 42 sujeitos (81,9 ± 6,9 anos) divididos em dois grupos, durante seis semanas. Um grupo foi submetido a um programa de treinamento com exercícios para marcha, equilíbrio e flexibilidade

de membros inferiores. O outro grupo realizou os mesmos exercícios e, em adição, o treinamento de vibração (3x/semana, 10-26 Hz; 3-7 mm; 4 min.). O resultado, fornecido em *score*, foi um aumento de 3,5 pontos no equilíbrio no grupo que realizou vibração e uma queda de 0,3 pontos no grupo que só fez os exercícios. Além disso, os autores encontraram aumento de 2,4 pontos na qualidade da marcha e diminuição de 11 segundos no teste de ir e voltar.

O treinamento com vibração também tem sido testado como uma estratégia para combater e prevenir os efeitos da osteoporose, uma doença bastante presente em mulheres na terceira idade. Verschueren et al.³⁵ estudaram o efeito da vibração sobre a densidade mineral óssea (DMO) e relatam um

Tabela 3. Estudos sobre efeitos crônicos do treinamento de vibração em idosos

Autor e ano	Sujeitos	Duração	Protocolo de vibração	Grupo TV	Grupo TF	Grupo CO	Variáveis dependentes	Resultados
Verschueren et al. (2004)	70 mulheres pós-menopausa. (60 - 70 anos).	24 semanas.	F: 35-40 Hz A: 1,7-2,5 mm Ac: 2,28-3,19 g	agachamentos estáticos e dinâmicos sem sobrecarga, com ↑ de dificuldade.	cadeira tensora e leg press, 2x 20-8RM	exercícios de tipo de exercício	— FI; — FD; — DMO quadril e lombar.	TV: ↑DMO 0,33% (p<0,05)
Roelants et al. (2004)	69 mulheres pós-menopausa. (58 - 74 anos).	24 semanas.	F: 35-40 Hz A: 2,5-5 mm Ac: 2,28-5 g	agachamentos estáticos e dinâmicos sem sobrecarga, com ↑ de dificuldade.	cadeira tensora e leg press, 2x 20-8RM	exercícios de tipo de exercício	— FI; — FD; — potência na extensão dos joelhos a 1%, 20%, 40% e 60% de 1RM;	TV: ↑3,7% na FD nas últimas 12 semanas (p<0,05).
Bruyere et al. (2005)	31 mulheres e 11 homens. (63 - 98 anos).	6 semanas.	F: 10-26 Hz A: 3-7 mm	não relata o tipo de exercício na plataforma + exercícios para marcha, equilíbrio, alongamento.	grupo sentado	exercícios para marcha, equilíbrio, alongamento	— SVM — qualidade da marcha; — equilíbrio. (dados em scores)	TV: ↑2,4 pontos na qualidade da marcha e ↑3,5 pontos no equilíbrio p<0,001 ↓11 segundos no teste de agilidade (p<0,001)
Bautmans et al. (2005)	13 mulheres e 8 homens (77, 5 ± 11 anos).	6 semanas.	F: 30-50 Hz A: 2-5 mm	exercícios estáticos e dinâmicos com volume e intensidade progressivos.	grupo sentado	exercícios do grupo TV sem vibração	— FD a 40 e 60cm. — s- — potência; — tempo de levantar-ir-e-voltar (agilidade); — equilíbrio; — marcha; — flexibilidade;	TV: ↑3,7% no equilíbrio (p=0,001) e ↓ tempo de levantar-ir-voltar em 3,3 segundos (p=0,029).

TV: treinamento de vibração; TF: treinamento de força; CO: controle; F: frequência; A: amplitude; Ac: aceleração; DMO: densidade mineral óssea; FI: força isométrica; FD: força dinâmica; SVM: salto vertical com contramovimento; RM: repetições máximas; ↑: aumento; ↓: diminuição.

aumento significativo de 0,93% na DMO do quadril do grupo que realizou treinamento com vibração (3x/sem; 35-40 Hz; 1,7-2,6 mm; 2,28-5,1 g), enquanto houve um decréscimo de 0,51% (não significativa) no grupo que treinou com exercícios de força sem vibração. Nesse mesmo estudo, não houve qualquer alteração na DMO da coluna lombar, de nenhum dos dois grupos, após as 24 semanas de treinamento. Segundo os autores esse resultado pode ser atribuído a um efeito local do treinamento; ou seja, a não modificação da DMO da coluna lombar ocorreu devido à maior distância existente entre essa região anatômica e a fonte geradora de vibração, em comparação ao quadril.

Conclusões

Existe uma razoável quantidade de estudos sobre os efeitos do treinamento de vibração envolvendo plataformas vibratórias. No entanto, a maioria deles foi realizada com um delineamento experimental não adequado para responder se esse método é realmente eficiente na melhora do desempenho. Além disso, entre os estudos de boa

qualidade, que investigaram os efeitos agudos e crônicos da vibração em jovens, encontramos dados controversos. Alguns mostraram melhoras no desempenho da força dinâmica, do salto vertical e da flexibilidade, enquanto outros não apresentaram qualquer tipo de efeito. Assim, entendemos que não há na literatura dados comprovando a eficiência da vibração nessas condições.

Em relação aos efeitos crônicos em idosos, os estudos relacionados nesta revisão mostraram que este tipo de intervenção pode melhorar o equilíbrio, a agilidade, e a qualidade da marcha. Além disso, em alguns estudos, o treinamento de vibração mostrou-se tão eficiente quanto os métodos de treinamento convencionais em aumentar a força e a potência de indivíduos idosos. Esses dados sugerem que o treinamento de vibração poderia ser considerado uma alternativa aos métodos convencionais de treinamento de força, visando melhora da funcionalidade do idoso. Contudo, é importante destacar que as melhoras observadas podem ser atribuídas à vibração em apenas dois estudos, o que não nos permite estabelecer conclusões definitivas sobre os benefícios da vibração para essa população.

Referências Bibliográficas

1. Aoyagi, Y. and R. J. Shephard. **Aging and muscle function. Sports Med.** 1992; 14:376-396.
2. Bautmans, I., E. Van Hees, J. C. Lemper, and T. Mets. 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.** 2005; 5:17.
3. Bosco, C., M. Cardinale, O. Tsarpela, R. Colli, J. Tihanyi, S. P. von Duvillard, and A. Viru. The influence of whole body vibration on jumping performance. **Biology of Sport.** 1998; 15:157-164.
4. Bosco, C., R. Colli, E. Intorini, M. Cardinale, O. Tsarpela, A. Madella, J. Tihanyi, and A. Viru. Adaptive responses of human skeletal muscle to vibration exposure. **Clin Physiol.** 1999; 19:183-187.
5. Bosco, C., M. Iacovelli, O. Tsarpela, M. Cardinale, M. Bonifazi, J. Tihanyi, M. Viru, A. De Lorenzo, and A. Viru. Hormonal responses to whole-body vibration in men. **Eur J Appl Physiol.** 2000; 81:449-454.
6. Bruyere, O., M. A. Wuidart, E. Di Palma, M. Gourlay, O. Ethgen, F. Richy, and J. Y. Reginster. Controlled whole body vibration to decrease fall risk and improve health-related quality of life of nursing home residents. **Arch Phys Med Rehabil.** 2005; 86:303-307.
7. Cardinale, M. and C. Bosco. The use of vibration as an exercise intervention. **Exerc Sport Sci Rev.** 2003; 31:3-7.
8. Cochrane, D. J., S. J. Legg, and M. J. Hooker. The short-term effect of whole-body vibration training on vertical jump, sprint, and agility performance. **J Strength Cond Res.** 2004; 18:828-832.
9. Cochrane, D. J. and S. R. Stannard. Acute whole body vibration training increases vertical jump and flexibility performance in elite female field hockey players. **Br J Sports Med.** 2005; 39:860-865.
10. Da Silva, M. E., V. M. Nuñez, D. Vaamonde, J. M. Fernandez, M. S. Poblador, J. M. Garcia-Manso, and J. L. Lancho. Effects of different frequencies of whole body vibration on muscular performance. **Biology of Sport.** 2006; 23:267-282.
11. de Ruiter, C. J., R. M. van der Linden, M. J. van der Zijden, A. P. Hollander, and A. de Haan. Short-term effects of whole-body vibration on maximal voluntary isometric knee extensor force and rate of force rise. **Eur J Appl Physiol.** 2003; 88:472-475.
12. de Ruiter, C. J., S. M. Van Raak, J. V. Schilperoort, A. P. Hollander, and A. de Haan. The effects of 11 weeks whole body vibration training on jump height, contractile properties and activation of human knee extensors. **Eur J Appl Physiol.** 2003; 90:595-600.

13. Delecluse, C., M. Roelants, and S. Verschueren. Strength increase after whole-body vibration compared with resistance training. **Med Sci Sports Exerc.** 2003; 35:1033-1041.
14. Drerup, B., M. Granitzka, J. Assheuer, and G. Zerlett. Assessment of disc injury in subjects exposed to long-term whole-body vibration. **Eur Spine J.** 1999; 8:458-467.
15. Fattorini, L., A. Ferraresi, A. Rodio, G. B. Azzena, and G. M. Filippi. Motor performance changes induced by muscle vibration. **Eur J Appl Physiol.** 2006.
16. Griffin, M. J. Minimum health and safety requirements for workers exposed to hand-transmitted vibration and whole-body vibration in the European Union; a review. **Occup Environ Med.** 2004; 61:387-397.
17. Griffin, M. J. **Vibration and Motion: in Handbook of human factors and vibration.** New York: John Wiley and Sons, 1997, 829-857.
18. Iwamoto, J., Y. Otaka, K. Kudo, T. Takeda, M. Uzawa, and K. Hirabayashi. Efficacy of training program for ambulatory competence in elderly women. **Keio J Med.** 2004; 53:85-89.
19. Kitazaki, S. and M. J. Griffin. Resonance behaviour of the seated human body and effects of posture. **J Biomech.** 1998; 31:143-149.
20. Kvorning, T., M. Bagger, P. Caserotti, and K. Madsen. Effects of vibration and resistance training on neuromuscular and hormonal measures. **Eur J Appl Physiol.** 2006; 96:615-625.
21. Luo, J., B. McNamara, and K. Moran. The use of vibration training to enhance muscle strength and power. **Sports Med.** 2005; 35:23-41.
22. Luo, J., B. P. McNamara, and K. Moran. A portable vibrator for muscle performance enhancement by means of direct muscle tendon stimulation. **Med Eng Phys.** 2005; 27:513-522.
23. Rittweger, J., G. Beller, and D. Felsenberg. Acute physiological effects of exhaustive whole-body vibration exercise in man. **Clin Physiol.** 2000; 20:134-142.
24. Rittweger, J., M. Mutschelknauss, and D. Felsenberg. Acute changes in neuromuscular excitability after exhaustive whole body vibration exercise as compared to exhaustion by squatting exercise. **Clin Physiol Funct Imaging.** 2003; 23:81-86.
25. Roelants, M., C. Delecluse, M. Goris, and S. Verschueren. Effects of 24 weeks of whole body vibration training on body composition and muscle strength in untrained females. **Int J Sports Med.** 2004; 25:1-5.
26. Roelants, M., C. Delecluse, and S. M. Verschueren. Whole-body-vibration training increases knee-extension strength and speed of movement in older women. **J Am Geriatr Soc.** 2004; 52:901-908.
27. Roelants, M., S. M. Verschueren, C. Delecluse, O. Levin, and V. Stijnen. Whole-Body-Vibration-Induced Increase in Leg Muscle Activity During Different Squat Exercises. **J Strength Cond Res.** 2006; 20:124-129.
28. Ronnestad, B. R. Comparing the performance-enhancing effects of squats on a vibration platform with conventional squats in recreationally resistance-trained men. **J Strength Cond Res.** 2004; 18:839-845.
29. Runge, M., G. Rehfeld, and E. Resnick. Balance training and exercise in geriatric patients. **J Musculoskelet Neuronal Interact.** 2000; 1:61-65.
30. Torvinen, S., P. Kannu, H. Sievanen, T. A. Jarvinen, M. Pasanen, S. Kontulainen, T. L. Jarvinen, M. Jarvinen, P. Oja, and I. Vuori. Effect of a vibration exposure on muscular performance and body balance. Randomized cross-over study. **Clin Physiol Funct Imaging.** 2002; 22:145-152.
31. Torvinen, S., P. Kannus, H. Sievanen, T. A. Jarvinen, M. Pasanen, S. Kontulainen, T. L. Jarvinen, M. Jarvinen, P. Oja, and I. Vuori. Effect of four-month vertical whole body vibration on performance and balance. **Med Sci Sports Exerc.** 2002; 34:1523-1528.
32. Torvinen, S., P. Kannus, H. Sievanen, T. A. Jarvinen, M. Pasanen, S. Kontulainen, A. Nenonen, T. L. Jarvinen, T. Paakkala, M. Jarvinen, and I. Vuori. Effect of 8-month vertical whole body vibration on bone, muscle performance, and body balance: a randomized controlled study. **J Bone Miner Res.** 2003; 18:876-884.
33. Torvinen, S., H. Sievanen, T. A. Jarvinen, M. Pasanen, S. Kontulainen, and P. Kannus. Effect of 4-min vertical whole body vibration on muscle performance and body balance: a randomized cross-over study. **Int J Sports Med.** 2002; 23:374-379.
34. van den Tillaar, R. Will Whole-Body Vibration Training Help Increase the Range of Motion of the Hamstrings? **J Strength Cond Res.** 2006; 20:192-196.
35. Verschueren, S. M., M. Roelants, C. Delecluse, S. Swinnen, D. Vanderschueren, and S. Boonen. 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.** 2004; 19:352-359.
36. Verschueren, S. M., S. P. Swinnen, K. Desloovere, and J. Duysens. Vibration-induced changes in EMG during human locomotion. **J Neurophysiol.** 2003; 89:1299-1307.