

EFEITO DA PLATAFORMA VIBRATÓRIA NA OSTEOGÊNESE: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Tássia Kich¹, João Alberto Tassinary², Giovana Sinigaglia³, Luana Rogéri⁴,
Shanna Bitencourt⁵, Simone Stülp⁶

Resumo: A plataforma vibratória é um recurso muito utilizado na atualidade. A sua grande procura tem sido em razão dos inúmeros benefícios causados no emprego da mesma como auxiliar em tratamentos estéticos e musculo esqueléticos. Esta revisão de literatura teve como objetivo dispor informações sobre o uso da terapia vibratória no tratamento e prevenção da osteoporose. Através de pesquisa nas bases de dados Google Acadêmico e Scielo foram selecionados 22 artigos destes, 6 foram excluídos por não estarem dentro dos padrões pré estabelecidos. Sendo assim esta revisão foi baseada em 16 estudos. Em relação à proliferação óssea estudos demonstraram aumento significativo na densidade mineral óssea (DMO) e consequente diminuição do número de quedas e fraturas, principalmente em pessoas com condições aumentadas de desenvolver osteoporose. Há, porém, duvidas em relação aos melhores parâmetros a serem utilizados devido ao recurso da vibração ser relativamente novo. Dessa forma são necessários mais estudos acerca da melhor forma de tratamento.

Palavras-chave: Plataforma vibratória. Osteogênese. Vibração.

1 Graduada em Estética e Cosmética; Especialista em Estética e Cosmetologia- Prática avançada.

2 Graduado em Fisioterapia; Doutorado em Ciências Médicas; docente da Universidade do Vale do Taquari- Univates

3 Graduada em Fisioterapia; Mestre em Ambiente e Desenvolvimento; docente da Universidade do vale do Taquari- Univates.

4 Graduada em Fisioterapia.

5 Graduada em Fisioterapia; Mestre em Biologia Celular e Molecular; Doutora em Biologia Celular e Molecular.

6 Graduada em Química Industrial; Mestre em Engenharia de Minas, docente da Universidade do vale do Taquari- Univates.

1 INTRODUÇÃO

Há muitos relatos a respeito da utilização da plataforma vibratória, na atualidade, para diversos fins. Recentemente em decorrência da mídia, seu uso vem ganhando adeptos em academias e clínicas de estética. A grande procura se dá em razão de seus inúmeros benefícios no corpo humano. Esses benefícios vêm sendo relatados há décadas por vários pesquisadores, mas o grande avanço dessa terapia se deu com a descoberta dos seus efeitos sobre o ganho de massa óssea. (AMARAL, 2012).

Através desta revisão de literatura que se deteve ao uso da plataforma vibratória na osteogênese vamos verificar os efeitos da terapia vibratória no aumento da densidade mineral óssea. Ao observar se a plataforma vibratória tem a possibilidade de induzir à osteogênese e, por consequência, o aumento da densidade mineral óssea poder-se-ia empregar a terapia vibratória na prevenção e tratamento de osteoporose, o que acabaria por contribuir na diminuição do número de quedas e fraturas que muitas vezes ocorrem em função da fragilidade óssea.

2 METODOLOGIA

A metodologia deste trabalho refere-se a uma pesquisa de artigos que relacionavam o uso da terapia vibratória para a prevenção e tratamento da osteoporose. Foi uma pesquisa de revisão de dados a partir de artigos científicos disponível no assistente de busca Google Acadêmico e Scielo, com publicação entre os anos de 2002 a 2013, tanto na língua portuguesa como inglesa. Foram selecionados 22 artigos nas bases de dados, destes foram excluídos 6 e para o estudo utilizou-se 16 artigos.

3 SISTEMA ÓSSEO E A VIBRAÇÃO

3.1 Proliferação Óssea

O sistema ósseo é responsável pela sustentação e proteção do corpo humano. Ele está constantemente sujeito a cargas mecânicas que acabam interferindo no seu desenvolvimento e arquitetura. A constituição óssea divide-se em duas partes: uma orgânica formada por fibras (colágeno, elastina e reticulares) e substância base e, outra inorgânica formada pelo componente celular, totalizando 50% do osso. Essa constituição é que determina as propriedades mecânicas do osso (DINIZ et al., 2005).

O osso é considerado um tecido completamente rígido e resistente, apesar de ter propriedades viscoelásticas, e tal rigidez é influenciada pela deposição de camadas de fibrilas colágenas em diferentes direções. Essas fibrilas têm origem quando o fibroblasto é submetido a uma força de tensão, seja da contração muscular ou da tensão de um osso. Em reação a este estresse

formam-se fibrilas que se alongam e emparelham em linhas de força e tensão (DINIZ et al., 2005).

De acordo com Shephard (2003), na população em geral, a massa tecidual magra mantém-se constante até por volta dos 40 anos, com um decréscimo acelerado após essa idade. Com o envelhecimento, as alterações na massa muscular, massa de gordura e massa óssea estão estreitamente relacionadas, sendo afetadas pela situação em que o idoso apresenta quanto à prática de atividade física (HUGHES et al., 2002).

A atividade física se torna um fator importante na velhice pois sabe-se que o tecido ósseo ao entrar em contato com o estresse mecânico, mesmo o do próprio peso corporal, é incentivado ao modelamento e remodelamento, pela estimulação osteogênica. (CADORE et al., 2005) Após o estímulo mecânico a superfície óssea apresenta regiões com carga negativa, sendo essa região a parte comprimida e de atividade osteoclástica e regiões que seriam as estendidas com predomínio da atividade osteoblástica e carga positiva. Regiões comprimidas tendem a ser convexas e modificam a estrutura óssea por reposição e as regiões estiradas, côncavas, modificam-se por aposição (DINIZ et al., 2005; ZANELLO et al., 2006).

A capacidade do osso de transformar o estímulo mecânico em elétrico é chamada de efeito piezoelétrico. Quem relatou a capacidade piezoelétrica foi Fukada, ao relacionar a polarização induzida por estresse e o campo de indução por tração entre tendão (colágeno), a madeira (celulose) e o osso. O efeito piezoelétrico resultou em mecanismos de crescimento ósseo. A reação do osso a uma carga mecânica tanto pode ser de ruptura, se a carga for muito alta, ou de adaptação (atrofia ou hipertrofia). Uma rápida hipertrofia ocorre, por exemplo, no caso da sobrecarga exercida pela vibração. (DINIZ et al., 2005. CADORE et al., 2005)

O organismo está em constante situação de sobrecarga mecânica no cotidiano e naturalmente obtém estímulos mecânicos através de contrações (concêntrica, excêntrica e isométrica) dos músculos e também pela compressão através do impacto e do atrito. (DINIZ et al., 2005).

3.2 Mecanotransdução

Denomina-se mecanotransdução a reação celular ao sinal mecânico. Este é reconhecido pelas células e transmite sinais bioquímicos e mecânicos. A deformação mecânica que atinge a membrana citoplasmática das células ósseas é transmitida ao núcleo por meio de um sistema conhecido como ECM/PEM- integrina- citoesqueleto- núcleo, sendo a integrina o componente mais importante para que ocorra a mecanotransdução. Esse sistema funciona como um sistema de alavancas com pontos de articulação e as moléculas que participam funcionam como pivô. A característica de cada ponto de articulação pode ser alterada conforme a molécula que interage, levando a

diferentes respostas de carga mecânica (DE GUSMÃO e BELANGERO, 2009; DE GUSMÃO et al., 2012).

Quando ocorre um estímulo mecânico os canais iônicos são ativados e geram um potencial negativo de membrana que pode ser transmitido para as células vizinhas que, por sua vez acabam ativando reações bioquímicas de mecanotransdução. As caderinas e as integrinas tem a função de transmitir esse estímulo mecânico dentro da célula deformada e também, com o apoio das junções comunicantes de transmitir às células adjacentes. Uma das respostas ao estímulo mecânico é uma grande quantidade de células mecânicas trabalhando em conjunto para produzir uma massa óssea significativa (DE GUSMÃO et al., 2012).

3.3 Terapia Vibratória

Os primeiros vestígios do uso da vibração surgiram no ano de 1880 quando Jean- Martin Charcot desenvolveu uma cadeira vibratória com finalidade de tratar pacientes com Parkinson. Depois dele nos anos que se seguiram outros terapeutas também fizeram uso da vibração em diferentes terapias em humanos. Na antiga Alemanha Oriental, o Dr. Biermann, produziu na década de sessenta uma série de estudos com oscilações cíclicas, tentando verificar seus efeitos no corpo humano (AMARAL, 2012).

No início dos anos 70, cientistas russos elucidaram que a vibração mecânica do músculo humano era eficiente em melhorar o desempenho neuromuscular. Eles usaram treinamento de vibração em combinação com treinamento de resistência para aumentar a força muscular da equipe olímpica russa. No Brasil, por volta de 2005 o treino vibratório passou a fazer parte da rotina das academias, clubes, e clínicas de estética e fisioterapia. Desde então, cada vez mais a o uso da terapia vibratória vem ganhando adeptos pelo seu elevado número de benefícios e também por ser uma prática que é desenvolvida num espaço de tempo relativamente pequeno. (AMARAL, 2012; VERSCHUEREN et al., 2017)

3.4 Plataforma Vibratória

O treino vibratório ocorre através de um estímulo mecânico e este caracteriza-se por oscilações sinusoidais produzidas na base de um equipamento, a plataforma vibratória. Assim, a vibração ocorre por meio do contato de um segmento corporal em contato com a base da plataforma, propagando a vibração por muitos tecidos, antes mesmo de atingir o osso e o músculo. Encontram-se no mercado basicamente dois tipos de plataforma: a oscilatória e a vibratória. As plataformas oscilatórias movimentam-se verticalmente sobre um eixo central fixo, podendo ser comparada a uma prancha de propriocepção ou até mesmo a uma gangorra. As plataformas vibratórias ou triplanares movimentam-se

verticalmente e, algumas até horizontalmente, mas de maneira uniforme, sobre três pontos fixos, gerando uma vibração multidimensional. (AMARAL, 2012)

A intensidade de vibração que uma plataforma vibratória possui é determinada pela amplitude de deslocamento pico-a-pico, que seria o deslocamento do menor para o maior ponto de vibração, normalmente de 1mm a 10mm segundo estudos acadêmicos. A frequência de vibração se refere à taxa de repetições de ciclos oscilatórios, que é medida em Hertz, isso quer dizer quantas vibrações por segundo serão executadas pela máquina e, geralmente, varia de 15 a 60 Hz. A amplitude significa a extensão do movimento oscilatório, representada em milímetros, variando de 1 a 10 mm, no caso das plataformas vibratórias de corpo inteiro. (AMARAL, 2012; GUIERO, 2017).

Além destas há ainda a aceleração. Esta é imposta pelo aparelho vibrando e será determinada pela amplitude e pela frequência das oscilações. A magnitude é indicada pela aceleração. Sua magnitude é reportada em metros por segundo ao quadrado (m/s^2) ou em relação ao número de vezes que supera a aceleração gravitacional (g) (BATISTA et al., 2007). Outra variável que está envolvida nos treinos de vibração é o tempo de exposição. Segundo a norma brasileira NR- 15 que estabelece os níveis máximos de vibração e a maioria dos estudos entre eles o de LUO et al., 2005, o treino vibratório pode variar de quatro minutos para um máximo de vinte minutos, não sendo indicado exceder três minutos ininterruptos de vibração (AMARAL, 2012).

4 A PLATAFORMA VIBRATÓRIA OSTEOGÊNESE

Stengel et al. reuniram 108 mulheres no período pós menopausa, as quais foram divididas em três grupos: I- treinamento de vibração de rotação (RVT): 12,5 Hz, 12 minutos, três vezes por semana, 15 minutos incluindo agachamento dinâmico II treinamento de vibração vertical (VVT) 35 Hz, 1,7mm e III grupo controle (CG) ginástica de baixa intensidade. O ganho de densidade mineral óssea (DMO) do quadril e da lombar em ambos os grupos de vibração (RVT = 0,7 V +- 2,2%, VVT= 0,5% +-2%) teve aumento em relação ao CG (-.04% +-2%). Houve também o aumento significativo na força dos membros inferiores, o que reduz o número de queda e conseqüentemente o número de fraturas. A DMO do grupo que treinou no dispositivo de vibração de rotação, aumentou significativamente enquanto que o efeito no grupo vertical vibrando foi limítrofe não teve efeito osteogênico estatisticamente significativo. (STENGEL et al., 2011)

Estudo realizado com 60 ratos ovariectomizados com 3 meses de idade. Um grupo recebeu o tratamento com vibração (WBVV) – frequência 90Hz, 2 vezes por dia, 15 minutos, 7 vezes por semana e o outro grupo serviu como controle. Analisou-se a força biomecânica e a arquitetura óssea trabecular. Pode se observar que houve melhora das propriedades biomecânicas através dos valores de carga máxima e rigidez da região trocantérica que foram reforçados.

Em comparação com os animais não tratados houve uma significativa melhora do conteúdo mineral ósseo em fêmures incinerados. A baixa magnitude e estimulação mecânica de alta frequência melhorou a resistência óssea. A melhora do teor mineral nos fêmures incinerados de fêmeas no grupo WBVV mostrou resultados 159% maiores em tíbia proximal do que a 45Hz. Apesar de não ser tão significativo esta pesquisa notou melhora também na taxa de formação de osso cortical. (TEZVAL et al., 2010)

Lam et al. recrutaram 149 meninas entre 15 e 25 anos com osteopenia ($Z\text{-score} < -1$) em grupos VCI (vibração de corpo inteiro) e controle. O treino VCI foi realizado por cada participante do grupo em sua casa, este foi instruído a ficar em pé sobre a plataforma sem dobrar os joelhos. Os investigadores contataram os participantes por telefone acerca de atividades e orientações. A densidade mineral óssea (DMO) variou, em curto prazo, de 0,54% para 2,98% para a região distal da tíbia e, de 0,80% para 3,73% para a região distal do rádio. Houve aumento do colo do fêmur no lado dominante, ao se comparar com o lado não dominante. (LAM et al., 2012)

Slatkovska et al. encontraram melhorias significativas, mas pequenas na DMO em mulheres pós-menopausa e na tíbia e coluna em crianças/adolescentes. Estes analisaram estudos feitos com mulheres pós-menopausa, crianças/adolescentes e adultos jovens e perceberam um aumento de DMO nas crianças/adolescentes maior do que em mulheres pós-menopausa. Os autores relatam que um esqueleto em crescimento com massa óssea comprometida reage melhor a vibração de corpo inteiro do que mulheres pós-menopausa ou adultos jovens. (SLATKOVSKA et al., 2010)

Stengel et al., realizaram 18 meses de estudo com 151 mulheres pós-menopáusicas com idade entre 65 anos e 76 anos, dividindo-as em 3 grupos: treino convencional (TG), treino com vibração incluída (TGV) e grupo controle (CG). O grupo TGV utilizou frequência 25 a 35Hz, amplitude: 1,7 mm – três exercícios realizados duas vezes, sendo 1 minuto exercício e 1 minuto de descanso, já o grupo CG realizou exercícios leves e relaxantes por 10 semanas de treinos (1 vez por semana) e 10 semanas de descanso e ainda o grupo TG que realizou um programa de treinamento incluindo exercícios de dança aeróbica, alongamento, isometria, entre outros. Após o final do estudo a coluna lombar teve um coeficiente de variação de DMO de 1,3% e 1,4% para a região do colo do fêmur. Viu-se ainda uma maior taxa de queda no CG (1,50 +- 1,98) em comparação com o grupo TGV (0,70 +- 0,83). O programa com vibração adicionada reduziu significativamente a incidência de queda, porém neste estudo não se observou efeito aditivo nos parâmetros ósseos quando comparado ao treino TG. A alteração óssea se observou nos dois grupos TG e TGV (não tendo assim um ganho maior em um ou outro). (STENGEL et al., 2011)

Estudos realizados em ratos adultos, comprovaram que LMHFV (Low-magnitude de alta frequência e vibração) aumentou a consolidação de fraturas.

104 ratos de 9 meses de idade foram divididos aleatoriamente em quatro grupos. 1- Controle de Sham (Sham-C); 2- Vibração Simulada (Sham-V); 3- Ovariectomizado controle (OVX-C) e 4- Vibração Ovariectomizada (OVX-V). Os grupos de vibração foram submetidos a 20 minutos de exercício de 5 em 5 dias, enquanto os grupos de controle receberam o tratamento placebo. Após o término do período observou-se que o grupo OVX-C teve muito menos fraturas que o grupo Sham-C. Ainda é importante referir que a vibração mostrou-se eficaz também na cicatrização de fraturas do grupo OVX. Na formação de calos, mineralização, e remodelação óssea houve aumento de 25 à 30%. (SHI et al., 2010)

Guimarães et al. avaliaram vinte mulheres, que foram distribuídas aleatoriamente em dois grupos: vibração e controle, durante seis meses, duas vezes por semana, durante doze minutos. Após comparados os grupos percebeu-se que não existiam diferenças significativas na densidade mineral óssea (DMO) no geral dos grupos. Porém houve casos isolados no grupo vibração que demonstraram melhoras na densidade óssea. (GUIMARÃES et al., 2010)

Em outra pesquisa, 55 mulheres foram divididas em três grupos: controle resistência e vibração (30-40 Hz) num programa de oito meses. Após o término do programa observou-se aumento de 33% da densidade mineral óssea no grupo vibração se comparado ao controle. (BEMBEN et al., 2010)

Blain et al. relatou que conforme os estudos de Geada, o estímulo ao aumento de massa óssea a nível cortical se tornaria ineficaz na fase adulta, porém o resultado seria significativo a nível trabecular. Em seu estudo realizado num período de doze meses de plataforma vibratória de baixa amplitude e frequência de 30Hz com mulheres entre 15 e 20 anos com baixa DMO e histórico de fratura, conseguiu observar aumento de massa trabecular na coluna e vertebral e também na massa cortical do fêmur. Relatou ainda que atividades que gerassem impacto poderiam ser mais osteogênicas. (BLAIN et al., 2010)

Verschueren et al. observou setenta voluntárias no período pós menopausa divididas em três grupos: controle (C), vibração de corpo inteiro (VCI) e treino de resistência (RES). Os grupos RES e VCI treinaram três vezes por semana durante vinte e quatro semanas e o C não participou em qualquer tipo de treino. VCI usou uma plataforma com frequência de 34-40 Hz. Observou-se no grupo VCI um aumento de 15% e 16% na força muscular isométrica e dinâmica respectivamente e de 0,93% na DMO do quadril comparado ao início dos treinos. No grupo RES e C não se observaram mudanças na DMO do quadril. (VERSCHUERN et al., 2004)

Rubim et al. também relataram o efeito osteogênico da plataforma em um estudo que reuniu dezoito ovelhas fêmeas adultas e as reuniu em dois grupos: controle, que não foi tratado e experimental. O grupo experimental expôs seus membros posteriores a uma base de vibração vertical de 30 Hz, por vinte

minutos, cinco dias por semana no período de um ano. Após o período do teste observou-se que o teor mineral ósseo aumentou 10,6%, o número trabecular foi superior a 8,3% e o espaçamento trabecular diminuiu em 11,3%, indicando que a quantidade óssea aumentou tanto pelo espessamento das trabéculas como pela criação de novas. Além disso observou-se também aumento na rigidez e resistência óssea. (RUBIM et al., 2002)

Segundo Maimoun, o estudo proposto por Verschueren et al. mostrou que o treinamento de 50 minutos, 3 vezes por semana, durante seis meses aumentaria a DMO do quadril (0,93%) em comparação ao grupo controle. (MAIMOUN, 2013)

5 CONCLUSÃO

Apesar da plataforma vibratória ser um recurso relativamente novo, tem se mostrado eficaz no aumento da massa óssea e, em consequência desse aumento de massa óssea a prevenção de fraturas em pessoas com osteoporose. É considerado um recurso seguro por poder ser utilizado em pessoas de condição física e idade variadas.

Porém, observando os estudos citados, ainda há uma lacuna no que se refere aos parâmetros ideais e os possíveis danos que o uso exagerado da plataforma podem causar ao organismo. Diante disso são necessários mais estudos para que possamos engrandecer nosso conhecimento e chegar a um consenso sobre as melhores formas de tratamento.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, Paulo Costa. Plataforma Vibratória: Introdução ao treinamento vibratório: Livro didático. São Paulo: Paulo Amaral, 2012.
- BEMBEN, Detra A.; PALMER, Ian J.; BEMBEN, Michael G.; KNEHANS, Allen W. Effect of combined whole-body vibration and resistance training on muscular strength and bone metabolism in postmenopausal women. *Metabolic Bone Disease and Related Research*, n. 3, v. 47, p. 650-656, sep. 2010.
- BLAIN, H.; RASCHILAS, F.; BLAIN, A.; BERNARD, P. L. Relation entre santé musculaire et santé osseuse : quelles preuves ? *Cah. Année Gérontol.*, França, v. 2, p. 30-35, 2010.
- CADORE, Eduardo Lusa; BRENTANO, Michel Arias; KRUEL, Luiz Fernando Martins. Efeitos da atividade física na densidade mineral óssea e na remodelação do tecido ósseo. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, n. 6, v. 11, p. 373- 379, nov-dez 2005.
- DE GUSMÃO, Carlos Vinícius Buarque; MARIOLANI, José Ricardo; BELANGERO, William Dias. *Mechanotransduction and Osteogenesis*. *Osteogenesis*, p. 153-182, fev. 2012.

DINIZ, Julia S.; DIONÍSIO, Valdeci C.; NICOLAU, Renata A.; PACHECO, Marcos T. T. Propriedades Mecânicas do Tecido Ósseo: uma revisão bibliográfica. p. 1363-1366, 2005.

FERNANDES, Kelly Rosseti; DE OLIVEIRA, Poliani; BERTOLO, Daniele; DE ANDRADE, Geisa Nascimento; MATSUDA, Nathaly Yoko; RENNO, Ana Claudia Muniz. Efeito dos recursos eletrofísicos na osteoporose: uma revisão de literatura. *Fisioterapia em Movimento*, Curitiba, n. 2, v. 23, abr-jun. 2010.

GUIMARÃES, Jean-Pierre Vieira; MENDONÇA, Regiane Cristina; FERNANDES, Paula Roquetti. Efeito da vibração mecânica na densidade óssea de mulheres menopausadas com osteoporose. *Fit Perf J.*, Rio de Janeiro, v.9 (2), p. 57-63, abr-jun. 2010.

LAM, T. P.; NG, B. K. W.; CHLUNG, L.W.H.; LEE, K. M.; QUIN, L.; CHING, J.C.Y. Effect of whole body vibration (WBV) therapy on bone density and bone quality in osteopenic girls whit adolescent idiopathic scoliosis: a randomized controlled trial. *Internacional Osteoporosis Fundation and National Osteoporosis Foudation*, v.24, p. 1623-1636, may. 2012.

MAIMOUN, L. Comment prévenir l'ostéoporose et les chutes par l'activité physique

RUBIM, Clinton; TURNER, A. Simon; MÜLLER, Ralph; MITTRA Erik; MCLEOD, Kenneth; LIN, Wei; QIN, Yi- Xian. Quantity and Quality of Trabecular Bone in the Femur Are Enhanced by a Strongly Anabolic, Noninvasive Mechanical Intervention. *Journal of Bone and Mineral Research*, n.2, v.17, p. 349-357, 2002

SHI, Hong-Fei; CHEUNG, Wing-Hoi; QUIN, Ling; LEUNG, Andraay Hong- Chi; LEUNG, Kwok-Sui. Low-magnitude high-frequency vibration treatment augments fracture healing in ovariectomy-induced osteoporotic bone. *Elsevier*, n. 46, p. 1299-1305, 2010.

SLATKOVSKA, L.; ALIBHAI, S.M.H.; BEYENE, J.; CHILING, A.M. Effect of whole body vibration on BMD: a systematic review and meta-analysis. *Internacional Osteoporosis Fundation and National Osteoporosis Foundation*, v.21, p. 1969-1980, apr. 2010.

STENGEL. Simon Von; KEMMBER, Wolfgang; BEBENEK, Michael; ENGELKE, Klaus; KALENDER, Willi A. Effect of whole-body vibration training on different devices on bone mineral density. *Official Journal of the American College of. Sports Medicine*, p. 1071-1079, oct. 2011.

TEZVAL, M.; BIBLIS, M.; SEHMISCH, S.; SCHMELZ, U.; KOLIOS, L.; RACK, T.; SUERMER, K.M.; STUERMER, E.K. Improvement of femoral bone quality after low-magnitude, high-frequency mechanical stimulation in the ovariectomized rat as an osteopenia model. *Calcif Tissue Int*, v. 88, p. 33-40, oct. 2010.

VERSCHEREN, Sabine MP; ROELANTS, Machteld; DELECLUSE, Christophe; SWINNEN, Stephan; VANDERSCHUEREN, Dirk; BOONEN, Steven. Efeito do Treino

de Vibração de Corpo Inteiro durante 6 Meses na Densidade da Anca, Força Muscular e Controlo Postural das Mulheres Pós Menopausa. *Journal of Bone and Mineral Research*, n. 3, v. 19, p. 352-359, 2004.

Verschueren S., Bogaerts A., Tankisheva E. (2017) Vibration Training as Means to Counteract Age-Related Muscle and Bone Loss. In: Sinaki M., Pfeifer M. (eds) *Non-Pharmacological Management of Osteoporosis*. Springer, Cham

ZANELLO, Laura P.; ZHAO, Bin; HU, Hui; HADDON, Robert C. Bone Cell Proliferation on Carbon Nanotubes. *Nanno Letters*, v. 6, p. 652-657, feb. 2006.