
Artigo original

Efeito da vibração mecânica nos resultados de testes de 1RM no exercício supino horizontal em adultos treinados

Effect of mechanical vibration on the results of 1RM tests performed on bench press by trained adults

Rafael T. Teixeira*, Natasha A. Lama*, João Pedro S. W. Castro**, Wallace D. Monteiro***

Laboratório de Atividade Física e Promoção da Saúde, Universidade do Estado do Rio de Janeiro (LABSAU-UERJ), **Laboratório de Atividade Física e Promoção da Saúde, Universidade do Estado do Rio de Janeiro (LABSAU-UERJ), Escola de Educação Física e Desportos – Universidade Federal do Rio de Janeiro (EEFD-UFRJ), *Laboratório de Atividade Física e Promoção da Saúde, Universidade do Estado do Rio de Janeiro (LABSAU-UERJ), Programa de Pós-graduação em Ciências da Atividade Física, Universidade Salgado de Oliveira (UNIVERSO)*

Resumo

A possibilidade do uso da vibração como intervenção em exercícios é uma idéia relativamente recente. O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito do emprego da estimulação mecânica vibratória (EMV) no resultado do teste de 1RM no exercício supino horizontal em indivíduos treinados. Participaram do estudo 14 homens com idades entre 20 e 30 anos ($25,5 \pm 2,6$ anos), experientes no treinamento de força a pelo menos um ano. Antes do início do protocolo experimental os voluntários foram submetidos a um período de familiarização ao teste de 1RM. A coleta de dados foi realizada em quatro dias não consecutivos, nos quais dois dias destinaram-se a condução dos testes com vibração e dois aos testes sem vibração. A ordem de entrada dos sujeitos nos procedimentos foi alternada. A EMV foi realizada em uma plataforma vibratória durante um período de 20 segundos. Os parâmetros de vibração utilizados foram: 40 Hz de frequência e 4-6 mm de amplitude. Em cada dia de teste realizaram-se três tentativas para verificar a carga máxima obtida para 1RM. O maior valor apontado para cada pro-

cedimento foi usado para efeito de comparação das cargas obtidas com e sem vibração. A análise dos resultados foi feita através do teste t, adotando-se um nível de significância de $p < 0,05$. Os resultados indicaram diferenças significativas para os valores das cargas obtidas nos testes de 1RM precedidos da EMV ($127,6 \pm 15,3$ kg e $130,5 \pm 15,4$ kg com EMV). No entanto, o significado real dessa diferença deve ser analisado com cautela, uma vez que o delta a ela associado não ultrapassou o erro técnico da medida. Em conclusão, ao menos no tempo, frequência e amplitude observados, o emprego da vibração pode afetar positivamente nos resultados dos testes de 1RM no exercício supino horizontal em indivíduos experientes no treinamento de força. Em virtude das limitações impostas pela pouca variação da carga de 1RM, que no presente estudo permaneceu nos limites do erro da medida, novos estudos são necessários para ratificação desses resultados.

Palavras-chaves: vibração mecânica, teste de 1RM, avaliação da força.

Recebido em 5 de dezembro de 2006; aceito em 12 de dezembro de 2007.

Endereço para correspondência: Wallace Monteiro, Laboratório de Atividade Física e Promoção da Saúde, Universidade do Estado do Rio de Janeiro (LABSAU/UERJ), Rua São Francisco Xavier, 524, 8º andar, Sala 8133, Bloco F, Maracanã, 20599-900 Rio de Janeiro RJ, E-mail: wdm@uerj.br

Abstract

The possibility of using vibration as an exercise intervention is a relatively recent idea. The purpose of the study was to evaluate the effect of the use of vibration based on results of 1RM tests performed on bench press by trained men. Fourteen subjects (25.5 ± 2.6 years-old) engaged in strength training for at least one year participated the study. Data was assessed in four different days and two procedures were used: 1) tests preceded by vibration; 2) tests not preceded by vibration. The order of entrance of the individuals was alternated. The duration of the mechanical vibration stimulus was 20 seconds. The other parameters of vibration were 40 Hz of frequency and 4-6 mm of amplitude. The mechanical vibratory stimulation (MVS) was associated with the arm's flexion movement.

Introdução

A possibilidade do uso da estimulação mecânica vibratória (EMV) como intervenção em exercícios é uma idéia relativamente recente. Essa forma de intervenção vem sendo aplicada a atletas e não atletas, como proposta de se obter ganhos de força [1,2], potência [3,4], flexibilidade [5,6], equilíbrio [7,8]. Além disso, a literatura tem demonstrado resultados promissores quanto à aplicação da EMV em idosos para aumentar a força, melhorar as habilidades funcionais e até mesmo aumentar a densidade mineral óssea [9].

Estudos conduzidos por Armstrong *et al.* [10] já demonstravam aumentos na força de preensão manual quando a vibração era aplicada em homens saudáveis. Posteriormente, Bongiovanni e Hagbarth [11] aplicaram a vibração sobre os músculos e os tendões que fazem a dorsoflexão do tornozelo, encontrando aumentos na força de contração em esforços moderados. Mais recentemente, Roelants *et al.* [12] aplicaram, em uma amostra homogênea de 48 estudantes femininas destreinadas, exercícios de vibração que duraram até 20 minutos por sessão, obtendo ganhos significativos na força isométrica de pernas. Dados interessantes também foram reportados pelo mesmo grupo de pesquisadores que verificaram aumento significativo na ativação dos músculos da coxa durante o treinamento sob vibração mecânica, através de eletromiografia de superfície [12].

Em adição aos aumentos na força, outros benefícios também têm sido constatados mediante o emprego da vibração. Por exemplo, ganhos na densidade mineral óssea foram observados por Verschueren *et al.* [9]. Esses pesquisadores compararam os efeitos do treinamento de vibração com o treinamento contra-resistência convencional, verificando ganhos significativos na densidade óssea do quadril em mulheres pós-menopáusicas a favor do treinamento aplicado com auxílio da vibração. Resultados positivos também foram observados nos ganhos de equilíbrio e flexibilidade mediante aplicação do treinamento com vibração [7,13].

Apesar dos efeitos da vibração terem sido estudados em diversos contextos, até o presente momento, não foram investigados seus efeitos nos resultados dos testes específicos

Previous to the tests, the subjects executed 3 series of warm-up on the bench press. Three attempts were allowed to obtain the maximal workload. A 3 minutes interval was fixed between the attempts. The highest value in both procedures was adapted to compare the 1RM with and without vibration, by means of the t-test ($p < 0, 05$). The results showed significant differences for the tests without and with vibration, respectively ($127,6 \pm 15,3$ e $130,5 \pm 15,42$). In conclusion, the use of vibration may affect positively the results of 1RM tests performed on the bench press by trained subjects. Future studies should investigate the influence of vibration on results of 1RM tests in different samples and muscular groups.

Key-words: mechanical vibration, 1RM test, assessment of strength.

de força. É possível que as cargas obtidas em testes de uma ou mais repetições máximas sejam afetadas pela aplicação da vibração. Em caso positivo, a vibração mecânica poderia ser usada para potencializar o desempenho agudo na força em atividades que requeiram dado número de repetições máximas. Desta forma, o objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito do emprego da EMV no resultado do teste de 1RM no exercício supino horizontal em homens treinados.

Materiais e métodos

Amostra

Participaram do estudo 14 homens com idade entre 20 e 30 anos (idade = $25,5 \pm 2,6$ anos, massa corporal = $73,6 \pm 9,5$ kg, estatura = $173,5 \pm 8,1$ cm). Todos tinham experiência em treinamento de força por pelo menos um ano. Praticavam atividade física no mínimo três vezes por semana. Antes da coleta de dados, os voluntários responderam o questionário PAR-Q, anamnese direcionada à identificação das atividades físicas realizadas e assinaram um termo de consentimento pós-informado, conforme resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde. Foram excluídos do estudo os indivíduos que apresentassem problemas osteomioarticulares que pudessem influenciar na realização dos exercícios propostos.

Protocolo experimental

O teste de 1RM foi realizado no exercício *supino horizontal* no aparelho Smith (*Cybex® Strength System*). Antes de cada teste, foram realizadas três séries de aquecimento no supino horizontal: 15 repetições a 20% da RM estimada no período de aplicação do estudo piloto, 8 repetições a 50% e 3 repetições a 70%, sem intervalos entre as séries. (Adaptado de Weir, Wagner, Housh [14]). No estudo piloto os indivíduos foram submetidos a um período de familiarização ao teste de 1RM 1-2 semanas antes do início do protocolo experimental. Após o aquecimento, foi dado intervalo de

um minuto e meio antes do início do teste. Três tentativas foram estabelecidas como o número máximo para obtenção da carga [15]. Todos os pesos utilizados no estudo foram previamente aferidos em balança de precisão (Filizola[®] - Personal). Os intervalos entre as tentativas do teste de 1RM foram fixados em 3 minutos.

Visando reduzir a margem de erro no teste de 1RM, foram adotadas as estratégias descritas por Monteiro *et al.* [16]. Instruções padronizadas foram fornecidas antes do teste, de modo que o avaliado estivesse ciente de toda a rotina que envolvia a coleta de dados. Os avaliadores motivaram os participantes através de estímulos verbais ao longo de todo o teste.

Foram definidas as seguintes etapas de execução do exercício: posição inicial e desenvolvimento, esta última compreendendo as fases excêntrica e concêntrica da contração. Essas etapas são descritas a seguir: a) posição inicial: em decúbito dorsal, com os braços elevados e paralelos em extensão completa dos cotovelos e sustentando a barra com afastamento da pegada lateralmente a linha dos ombros, tronco em 90 graus com o braço, joelhos e quadris semiflexionados, com os pés sobre o apoio no próprio aparelho; b) desenvolvimento, fase excêntrica: descer com a barra até uma angulação de 90° entre braço e antebraço; fase concêntrica: realizou-se a extensão completa dos cotovelos e flexão horizontal dos ombros.

Cada teste de 1RM foi realizado com 48 horas de intervalo, totalizando 4 dias de coleta. Nesses dias foram adotados dois procedimentos: 1) testes com vibração; 2) testes sem vibração. A ordem de entrada dos sujeitos no primeiro procedimento de teste foi alternada. O maior valor apontado em cada procedimento foi usado para efeito de comparação das cargas obtidas com e sem vibração. Em caso de diferenças maiores que 5% entre os testes, os sujeitos deveriam realizar um novo teste [16]. Para evitar interferências nos resultados obtidos, não foi permitida a realização de exercícios de força para musculatura motora primária envolvida no supino horizontal nos intervalos entre os testes de RM.

Estimulação mecânica vibratória

O estímulo de vibração mecânica foi realizado na plataforma vibratória *Power Plate – Next Generation* (Power Plate[®]) durante 20 segundos. Os parâmetros de vibração utilizados foram: 40 Hz de frequência e amplitude de 4-6 mm. A EMV foi associada ao movimento de flexão de braços.

A posição inicial para execução do exercício na plataforma foi em decúbito ventral, com as mãos apoiadas na plataforma paralelamente, tendo um afastamento lateral a partir da linha dos ombros, cotovelos estendidos, quadris flexionados (90° entre tronco e coxa), joelhos flexionados (90° entre coxa e perna) apoiados em um *step*; (Figura 1). Os indivíduos foram estimulados a realizar flexões dos cotovelos até 90° (Figura 2) e retornar à posição inicial nos 20 segundos de EMV. O teste de RM foi realizado 1 minuto após o EMV.

Figura 1 - Posição inicial da execução do exercício na plataforma.



Figura 2 - Desenvolvimento da execução do exercício na plataforma.



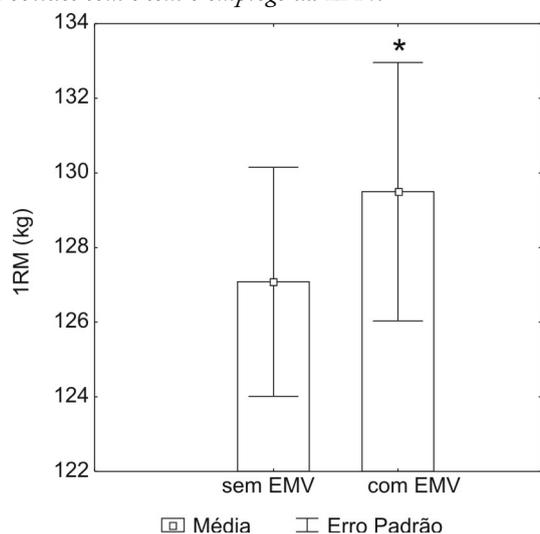
Tratamento estatístico

Para determinar o erro técnico da medida de 1RM na amostra, adotou-se a equação proposta por Hopkins [17]. Para verificar as diferenças nas cargas dos testes de 1RM nos procedimentos investigados, foi aplicado o teste t pareado, tendo sido adotado um nível de significância de 5%. Todos os cálculos foram realizados através do programa *Graphpad Prizma[®]* (New York, EUA).

Resultados

O erro técnico da medida, determinado nas situações com e sem vibração mecânica, foi de 2 kg. A Figura 3 ilustra os dados referentes aos valores das cargas obtidas nos testes de 1RM. Como se constata, os valores exibidos após a exposição à vibração foram significativamente diferentes daqueles obtidos sem vibração, mas a variação entre eles situou-se dentro dos limites do erro da medida.

Figura 3 - Valores referentes à média e erro padrão da medida de 1RM obtidos com e sem o emprego da EMV.



* diferença significativa ($p < 0,05$)

Discussão

Antes de iniciar a discussão dos dados obtidos no presente estudo, cabe destacar uma limitação que pode ter influenciado nos resultados. O teste de 1RM não foi realizado várias vezes para identificar a maior carga obtida no exercício estudado. Desta forma, não se pode ter certeza que os valores obtidos não seriam maiores, ou mesmo mais reprodutíveis, caso novas tentativas fossem aplicadas. Apesar disso, nas duas tentativas conduzidas para obter a carga para 1RM com e sem EMV, não foram verificadas diferenças superiores a 5%. Na maior parte dos indivíduos estudados, inclusive, a carga foi a mesma, ou não variou em mais de 2% nos diferentes tentativas para obter 1RM nos testes. Apesar de alguns autores preconizarem que os testes de força devam ser aplicados por ao menos três vezes para serem identificadas a reprodutibilidade das cargas [15], tal aspecto pode variar bastante. Por exemplo, aspectos como a familiaridade do movimento, o grau de complexidade do exercício executado, o grupo muscular envolvido e o nível de treinamento do praticante podem afetar a reprodutibilidade dos testes de força. No presente estudo, os indivíduos tinham experiência no treinamento de força de pelo menos um ano, assim como familiaridade prévia no exercício escolhido. Talvez, por isso, os resultados do teste e reteste tenham sido próximos.

Para organizar a discussão dos resultados optou-se por dividir o texto a seguir em duas vertentes. A primeira justifica as variáveis de vibração empregadas no estudo, enquanto a segunda discute os resultados propriamente obtidos. Quanto ao tempo de aplicação do estímulo vibratório, a literatura destaca que uma longa exposição à vibração pode reduzir a capacidade de geração de força do músculo [18]. Nesse estudo, os autores verificaram que aproximadamente cinco

minutos de exposição à vibração seriam suficientes para induzir a fadiga. No que diz respeito à aplicação de testes de 1RM, esse tempo seria inviável, tornando o procedimento pouco prático e demorado, além das possibilidades de fadiga serem aumentadas, interferindo negativamente nos resultados dos testes.

Por outro lado, uma curta exposição à vibração seria capaz de aumentar o subsequente esforço de contração voluntária. Por exemplo, Torvinen *et al.* [7] avaliaram o desempenho muscular de 16 indivíduos destreinados, após submetê-los a quatro minutos de estímulo de vibração. Os autores verificaram um aumento significativo ($p = 0,02$) na força de extensão isométrica de membros inferiores. O mesmo não ocorreu quando os indivíduos receberam um falso estímulo vibratório. Considerando que não existem estudos que apontaram o tempo ótimo de exposição à vibração sem que seja instalada a fadiga, optou-se por utilizar um tempo de aplicação do estímulo vibratório de 20 segundos. Contudo, não se sabe até que ponto outros tempos de estímulo poderiam repercutir positiva ou negativamente nos resultados dos testes de 1RM. Uma estratégia para estudos futuros do efeito da vibração em testes ou no treinamento de força reside na investigação de diferentes tempos de aplicação do estímulo nos resultados. Nesse sentido, parece-nos interessante investigar a influência de tempos de aplicação do estímulo a partir de 20 segundos.

Outro aspecto a ser discutido diz respeito ao tempo de intervalo entre a aplicação do estímulo e o início do teste. Alguns investigadores destacam que os benefícios obtidos mediante aplicação da vibração podem desaparecer após um período longo de intervalo [7]. No presente estudo, para eliminar o possível efeito da redução das respostas neurofisiológicas da vibração, optou-se por realizar o teste de 1RM imediatamente após a aplicação do estímulo vibratório.

Os parâmetros vibracionais de frequência e amplitude também podem influenciar nos resultados obtidos com o TVM. Segundo a literatura, essa faixa pode variar de 15 a 44 Hz para frequência e de 3 a 10 mm para a amplitude [19]. Nesse estudo optou-se por usar uma frequência de 40 Hz e uma amplitude de 4 a 6 mm, dentro da faixa citada.

Os resultados do presente estudo indicaram um aumento agudo significativo na carga avaliada pelo teste de 1RM, quando precedido da EMV. No entanto, o significado real dessa diferença deve ser analisado com cautela, uma vez que o delta a ela associado não ultrapassou o erro técnico da medida. Em outras palavras, o fato de haver diferença estatística não significa que a EMV aumentou realmente a carga máxima dos sujeitos, se a hipótese de erro de medida é levada em conta. De qualquer forma, nota-se que, dos 14 indivíduos investigados, apenas um obteve diminuição do resultado no teste de 1RM, quando precedido de EMV. Dois indivíduos não apresentaram diferenças nos resultados, enquanto os demais obtiveram aumentos nas cargas do teste, variando numa faixa de 2 a 8 kg.

Esses dados sugerem que a aplicação do estímulo vibratório pode vir a ser uma estratégia útil para maximizar os resultados obtidos em testes de força. É possível, ainda, que as informações obtidas no presente estudo possam ser extrapoladas para situações de treinamento: já que houve influência do emprego da EMV nos resultados dos testes de 1RM, em situações envolvendo várias repetições, como em uma sessão habitual de treinamento, o mesmo pode ocorrer. Estudos adicionais são necessários para confirmar essa possibilidade.

Embora não existam informações consistentes sobre os mecanismos fisiológicos responsáveis pelo aumento agudo da força muscular depois da EMV, acredita-se que possam estar relacionados a um aumento no sincronismo de unidades motoras, ou ainda, com um aumento da sensibilidade do reflexo de estiramento. Além disso, a vibração parece inibir a ativação dos músculos antagonistas através de neurônios inibitórios [19]. Estudos mais recentes têm demonstrado que a vibração produz uma maior coativação agonista-antagonista tanto durante [20,21] quanto depois de aplicada [22].

É também importante considerar a influência da estimulação vibratória no comando motor central, particularmente nas unidades motoras mais rápidas [23], para o que concorreria uma intensificação do estado excitatório da área somatossensoria. Essa excitação, somada a um aumento do reflexo de estiramento, obtidos com o TVM, poderiam gerar maiores níveis de força [19]. Apesar de existirem hipóteses sobre os possíveis mecanismos que atuariam no aumento da força mediante a aplicação da EMV, estudos futuros ainda devem ser conduzidos para aprofundar o conhecimento atual. Contudo, os dados do presente estudo apontam para uma promissora aplicação da vibração mecânica no treinamento de força.

Em função dos dados obtidos e dentro das limitações que nortearam o estudo, foi possível concluir que ao menos no tempo, frequência e amplitude observados, o emprego da vibração pode afetar positivamente nos resultados dos testes de 1RM no exercício supino horizontal em indivíduos experientes no treinamento de força. Em virtude das limitações impostas pela pouca variação da carga de 1RM, que no presente estudo permaneceu nos limites do erro da medida, novos estudos são necessários para ratificação desses resultados. Além disso, seriam desejáveis investigações para verificar a influência da vibração mecânica nos resultados de testes de força muscular envolvendo metodologias de aplicação e exercícios diversos, assim como diferentes formas de manifestações da força em populações variadas.

Conclusão

Apesar dos dados do presente estudo serem iniciais, nossos resultados apontam para um possível efeito positivo do emprego da EMV sobre o desempenho dos testes de força. Caso isso realmente seja confirmado, é possível que a EMV possa ser aplicada em sessões habituais de treinamento

contra-resistência como forma de potencializar os resultados dos intervalos entre séries. Como essas sessões geralmente envolvem a realização de repetições máximas, a utilização da EMV durante a recuperação entre as séries de exercícios poderia se constituir em uma estratégia útil para maximizar as cargas suportadas nas séries seguintes. Esta é uma lacuna que merece ser investigada pelo seu potencial prático de aplicação no treinamento.

Referências

1. Cormie P, Deane Rs, Triplett Nt, McBride Jm. Acute effects of whole-body vibration on muscle activity, strength, and power. *J Strength Cond Res* 2006;20(2):257-61.
2. Roelants M, Verschueren Smp, Delecluse C, Levin O, Stijnen V. Whole-body-vibration induced increase in leg muscle activity during different squat exercises. *J Strength Cond Res* 2006;20(1):124-9.
3. Bosco C, Iacovelli M, Tsarpela O, Cardinale M, Bonifazi M, Tihanyi J et al. Hormonal responses to whole-body vibration in men. *Eur J Appl Physiol* 2000;81(6):449-54.
4. Cardinale M, Lim J. The acute effects of two different whole body vibration frequencies on vertical jump performance. *Medicina Dello Sport*, 2003;56(4):287-92.
5. Cochrane DJ, Stannard SR. Acute whole body vibration training increases vertical jump and flexibility performance in elite female field hockey players. *Br J Sports Med* 2005;39(11):860-5.
6. Sands W, McNeal JR, Stong MH, Russell EM, Jemni M. Flexibility enhancement with vibration: acute and long-term. *Med Sci Sports Exerc* 2006;38(4):720-25.
7. Torvinen S, Kannus P, Sievänen H, Jarvinen TAH, Pasanen M, Kontulainen S, et al. Effect of vibration exposure on muscular performance and body balance. Randomized cross-over study. *Clin Physiol Funct Imaging* 2002;22(2):145-52.
8. Fransson PA, Kristinsdottir EK, Hafstrom A, Magnusson M, Johansson R. Balance control and adaptation during vibratory perturbations in middle-aged and elderly humans. *Eur J Appl Physiol* 2004;91(5-6):595-603.
9. Verschueren SMP, Roelants M, Delecluse, C.; Swinnen, S.; Vanderschueren, D.; Boonen, S. Effect of 6-month whole vibration training on hip density, muscle strength, and postural control in postmenopausal women: a randomized controlled pilot study. *J Bone Miner Res* 2004;19(3):352-59.
10. Armstrong TJ, Fine LJ, Radwin RG, Silverstein BS. Ergonomics and the effects of vibration in hand-intensive work. *Scand J Work Environ Health* 1987;13(4):286.
11. Bongiovanni LG, Hagbarth KE. Tonic vibration reflexes elicited during fatigue from maximal voluntary contractions in man. *J Physiol* 1990;423:1-14.
12. Roelants M, Delecluse C, Goris M, Verschueren S. 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):1-5.
13. van der Tillaar R. Will whole-body vibration training help increase the range of motion of the hamstrings? *J Strength Cond Res* 2006;20(1):192-96.
14. Weir JP, Wagner LL, Housh TJ. The effect of rest interval length on repeated maximal bench presses. *J Strength Cond Res* 1994;8(1):58-60.

15. Dias RMR, Cyrino ES, Salvador EP, Caldeira LFS, Nakamura FY, Papst RR, et al. Influência do processo de familiarização para avaliação da força muscular em testes de 1RM. *Rev Bras Med Esporte* 2005;11(1):34-38.
 16. Monteiro W, Simão R, Farinatti P. Manipulação na ordem dos exercícios e suas influências sobre número de repetições e percepção subjetiva de esforço em mulheres treinadas. *Rev Bras Med Esporte* 2005;11(2):146-50.
 17. Hopkins GW. Measures of reliability in sports medicine and science. *Sports Med* 2000; 30(1):1-15.
 18. Rittweger J, Beller G, Felsenberg D. Acute physiological effects of exhaustive whole-body vibration exercise in man. *Clin Physiol* 2000;20(2):134-42.
 19. Cardinale M, Bosco C. The use of vibration as an exercise intervention. *Exerc Sport Sci Rev* 2003;31(1):3-7.
 20. Fajardo JT, Ferliú GM. Entrenamiento por medio de vibraciones mecánicas: revisión de la literatura. *Revista Digital [online]* 2004;10(79). [citado 2006 Nov 18]. Disponível em: URL: <http://www.efdeportes.com>.
 21. Rothmuller C, Cafarelli E. Effect of vibration on antagonist muscle coactivation during progressive fatigue in humans. *J Physiol* 1995;485:857-64.
 22. Gabriel DA, Basford JR. Vibratory facilitation of strength in fatigued muscle. *Arch Phys Med Rehabil* 2002;83(9):1202-5.
 23. Rittweger J, Mutschelknauss M, Felsenberg D. Acute changes in neuromuscular excitability after exhaustive whole body vibration exercise as compared to exhaustion by squatting exercise. *Clin Physiol Funct Imaging* 2003;23(2):81-86.
-