

Artigo Original

Efeito da aplicação de vibração mecânica sobre a impulsão vertical

Bruno Pena Couto ¹
Guilherme Augusto Silva da Costa ¹
Marcos Pinotti Barbosa ²
Mauro Heleno Chagas ³
Leszek Antoni Szmuchowski ¹

¹ Laboratório de Avaliação da Carga, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil

² Laboratório de Bioengenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil

³ Laboratório de Biomecânica, Universidade federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil

Resumo: Vários estudos apontam que o treinamento com vibrações pode contribuir no desenvolvimento da força muscular e do desempenho esportivo. O objetivo deste estudo foi verificar o efeito da vibração mecânica aplicada na direção da resultante das forças musculares sobre a impulsão vertical. A amostra foi composta por 18 voluntários que realizaram o teste de salto vertical antes e após 20 segundos de vibração mecânica, 20 Hz de frequência e 6 mm de amplitude, aplicada na direção da resultante das forças musculares. Os mesmos voluntários foram utilizados como controle e, para isto, realizaram pré e pós-teste sem treinamento com vibração. Houve um aumento significativo de 8,5% na altura de salto vertical após o treinamento com vibração. O procedimento controle não gerou alterações significativas. Estes resultados sugerem que a aplicação de vibração mecânica na direção da resultante das forças musculares de membros inferiores foi capaz de gerar aumentos agudos na impulsão vertical.

Palavras-chave: Vibração. Treinamento. Força muscular.

Effect of application of mechanical vibration on vertical impulsion

Abstract: Several studies have indicated that vibratory training can contribute to the development of muscle strength and sports performance. The aim of this study was to investigate the effect of mechanical vibration application in the direction of the result of muscle forces vector addition on vertical jump. Eighteen volunteers performed vertical jump test 20 s before and after the application of mechanical vibration of 20 Hz and 6 mm amplitude in the direction of the result of muscle forces vector addition. The same volunteers were used as control group by performing the vertical jump test without pre- and post-test vibration application. The vibratory training caused an significantly increase of 8,5% at vertical jump height while jump height did not vary significantly in the control experiment. These data suggest that the application of mechanical vibration in the direction of muscle forces vector addition can increase the performance in vertical jumps.

Keywords: Vibration. Training. Muscle strength.

Introdução

O aumento da força muscular em indivíduos submetidos à vibração mecânica está associado ao mecanismo denominado “reflexo tônico à vibração” (RITTWEGER et al., 2000; BOSCO et al., 1999b). Este mecanismo é estimulado pela sequência de alongamentos musculares rápidos que ocorrem durante a aplicação de vibração mecânica (BOSCO et al., 1999). De acordo com Cardinale e Bosco (2003), os alongamentos musculares gerados pela vibração ativam os fusos musculares e desencadeiam uma resposta semelhante ao reflexo miotático.

A vibração mecânica é geralmente aplicada no corpo inteiro e é utilizada em programas de treinamento esportivo por ser capaz de gerar aumentos na força muscular (BOSCO et al.,

2000; CORMIE et al., 2006; TORVINEN et al., 2002; LUO et al., 2005) e no desempenho em saltos verticais (CARDINALE; LIM, 2003; COCHRANE; STANNARD, 2005; LUO et al., 2005b; BAZETT-JONES et al., 2008, CORMIE et al. 2006, COUTO et al., 2012). Entretanto, os efeitos da aplicação de vibração mecânica sobre o desempenho em saltos verticais é ainda controverso.

Alguns estudos não identificaram influência positiva da aplicação de vibração mecânica sobre o desempenho em saltos verticais. Torvinen et al. (2002), após aplicação de treinamento vibratório com frequências que variavam entre 25 e 40 Hz, não encontraram aumento significativo de desempenho no salto com contramovimento (SCM). Um decréscimo de 9,1% na altura de

salto vertical foi verificado por [Rittweger](#) et al. (2000) após a aplicação de um treinamento vibratório realizado até a exaustão. [Cochrane](#) et al. (2004) investigaram os efeitos agudos da vibração de corpo inteiro (VCI) e não foram encontradas diferenças significativas no SCM e no salto agachado (SA) quando os grupos VCI e controle foram comparados.

Em contrapartida, vários estudos têm verificado efeitos positivos da aplicação de vibração sobre a altura do salto vertical. [Torvinen](#) et al. (2002) e [Bosco](#) et al. (2000), após aplicação de vibração no corpo inteiro, verificaram aumentos significativos de 2% e 3,8%, respectivamente, na altura do SCM. Após procedimentos semelhantes, [Da Silva](#) et al. (2006) encontraram aumentos significativos na altura do SCM e do SA. [Cochrane](#) e Stannard, (2005) verificaram aumentos agudos de 8,1% no salto com auxílio dos membros superiores após aplicação de vibração mecânica. [Cardinale](#) e Lim (2003) investigaram os efeitos de diferentes frequências de vibração, 20 Hz e 40 Hz, sobre a altura do SCM e do SA. A frequência de 20 Hz repercutiu em um aumento significativo no SA. Frequências mais elevadas não geraram alterações significativas em nenhuma das técnicas de saltos estudadas. Corroborando com esses resultados, [Cormie](#) et al. (2006) verificaram um aumento significativo na altura de SCM imediatamente após a aplicação da vibração em indivíduos na posição de meio agachamento. Nestes estudos foram utilizados diferentes protocolos de treinamento, fato que pode influenciar nos resultados do treinamento com vibrações ([BAZETT-JONES](#) et al., 2008).

Os mecanismos responsáveis por este aumento no desempenho esportivo a partir da exposição à vibração mecânica ainda não são totalmente compreendidos. Para [Cardinale](#) e Lim (2003), aumentos nos mecanismos de *feedback* proprioceptivo, após a aplicação de vibração, podem explicar o aumento no desempenho esportivo, como aumentos na altura de saltos verticais. Neste caso, as respostas agudas à vibração estariam relacionadas a um aumento da sensibilidade do fuso muscular ([CARDINALE; BOSCO](#), 2003). Contudo, [Hopkins](#) et al. (2009) afirmam que os efeitos agudos da VCI não são capazes de potencializar o reflexo miotático.

[Cochrane](#) et al. (2008) verificaram que a aplicação de vibração mecânica repercute em aumento da temperatura intramuscular. Estes autores atribuem o aumento agudo no desempenho em saltos verticais ao aumento da temperatura intramuscular. Outra argumentação para o aumento do pico de torque e da taxa de produção de força de indivíduos expostos à vibração está relacionada com o efeito da potenciação pós-ativação ([COCHRANE](#) et al., 2010). Esses autores sugerem que a prévia ativação, a partir do treinamento vibratório, pode aumentar a sensibilidade intracelular ao Ca^{2+} . Deste modo, seria possível formar mais pontes cruzadas com uma mesma concentração de cálcio intracelular

Desta forma, os resultados dos diferentes estudos apresentados não permitem concluir quanto ao efeito da aplicação de vibração mecânica sobre o desempenho de força muscular. Um aspecto que deve ser considerado nesta análise, que pode influenciar na resposta à vibração e representar um fator de divergência nos diferentes estudos, diz respeito à direção da aplicação da vibração mecânica. Para [Luo](#) et al. (2005), durante a aplicação de VCI, a energia de vibração pode ser atenuada quando transmitida através dos tecidos corporais, especialmente para os músculos mais distantes. Consequentemente, músculos distantes da fonte de vibração podem não sofrer os efeitos do treinamento vibratório. Além disso, torna-se muito difícil quantificar as frequências e amplitudes reais aplicadas nos músculos alvo, dificultando também a análise da relação entre a carga vibratória e os efeitos do treinamento vibratório.

Levando em consideração o fato de que o objetivo da aplicação de vibração mecânica é promover sucessivos alongamentos musculares, [Silva](#) et al. (2008) desenvolveram um equipamento que possibilita a aplicação da vibração localizada na direção das resultantes das forças dos músculos flexores do cotovelo. Estes autores verificaram que os indivíduos submetidos a quatro 4 semanas de treinamento isométrico com aplicação deste tipo de vibração obtiveram um aumento na força máxima superior aos indivíduos que realizaram o treinamento isométrico convencional. Contudo, este tipo de treinamento foi aplicado exclusivamente sobre os membros superiores e, por isso, existe a

necessidade de se verificar seus efeitos sobre os membros inferiores. Além disso, ainda são desconhecidos os efeitos deste tipo de vibração sobre a força explosiva, como no desempenho em saltos verticais. Assim, o objetivo deste estudo foi verificar o efeito da aplicação localizada de vibração mecânica na direção da resultante das forças musculares de membros inferiores sobre a impulsão vertical.

Metodologia

Amostra

A amostra foi composta por 18 voluntários do sexo masculino, com idade média de $26,9 \pm 4,7$ anos, massa corporal $79,2 \pm 11,5$ kg e estatura $178,0 \pm 7,3$ cm. Todos os voluntários já participavam de um programa regular de treinamento na musculação há pelo menos seis meses e não possuíam nenhum histórico de lesões nos membros inferiores. O projeto desse trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais (COEP/UFMG), sob parecer número ETIC 209/08.

Procedimentos Experimentais

Os voluntários foram orientados a não realizar nenhum tipo de treinamento nas 72 horas que se antecediam ao estudo e, durante os procedimentos experimentais, realizaram apenas as atividades propostas pelos pesquisadores. Imediatamente após a realização de um pré-teste de salto vertical, os indivíduos foram submetidos a 20 segundos de treinamento isométrico com aplicação localizada de vibração mecânica na direção da resultante das forças musculares de membros inferiores. Em seguida, foi respeitado um intervalo de 5 minutos para o início das etapas de pós-teste de impulsão vertical. Os mesmos voluntários participaram do procedimento de controle e, para isto, realizaram as etapas de pré e pós-teste com um intervalo de 5 minutos e vinte segundos entre os mesmos. Para evitar que a sequência das tarefas influenciasse nos resultados, os 18 voluntários foram distribuídos de forma aleatória e balanceada em dois grupos (A e B). Os procedimentos deste estudo estão ilustrados na figura 1.

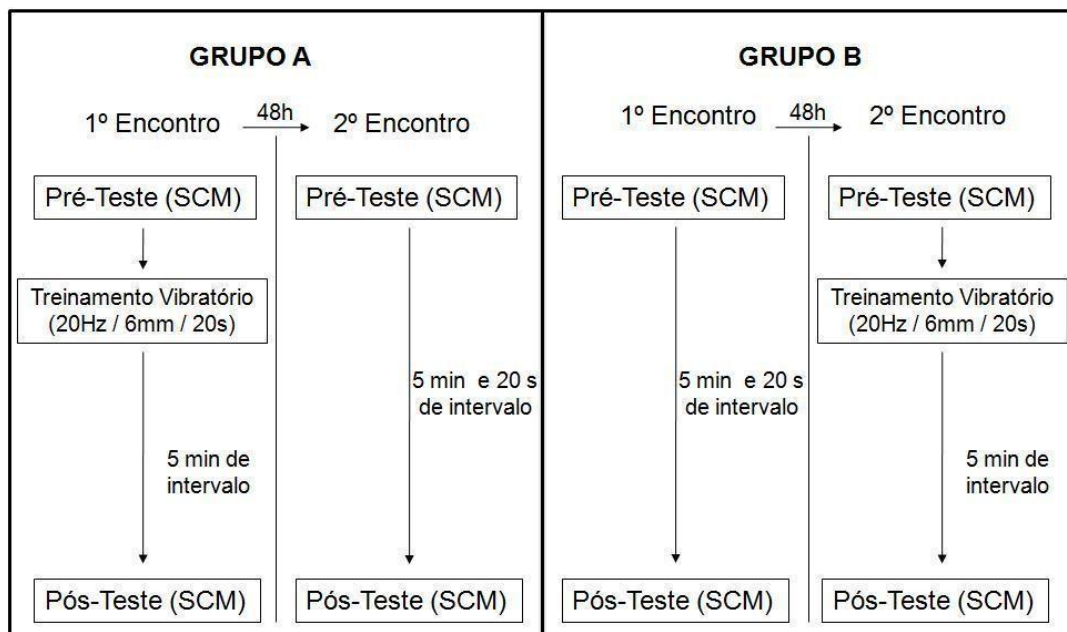


Figura 1. Procedimentos do estudo.

Teste de salto vertical

Para avaliação da impulsão vertical foi utilizada a técnica de salto com contramovimento (SCM). O SCM foi realizado sobre uma plataforma de contato *Jumptest*[®] (Hidrofit Ltda Brasil), conectada a um computador com o software *Multisprint*[®], versão 3.5.7 (Hidrofit Ltda

Brasil). Cada voluntário realizou o salto vertical a partir da posição ortostática, com joelhos em extensão e com as mãos fixas próximas ao quadril, na região supra-iliaca. O salto foi realizado com a técnica de contramovimento, em uma situação específica na qual o voluntário executava uma ação excêntrica de flexão de

joelhos seguida por uma concêntrica de extensão de joelhos. Os voluntários foram orientados a manter o tronco ereto e na vertical, sem adiantamento excessivo. Os joelhos permaneceram em extensão durante a fase de voo.

Além da realização de 5 repetições para familiarização, executadas 30 minutos antes da etapa de pré-teste, foram realizadas três tentativas na etapa de pré-teste e outras três tentativas na etapa de pós-teste. Nenhum tipo de aquecimento foi realizado antes da avaliação de saltos verticais. Foi respeitado um intervalo de 30 segundos entre as tentativas e considerado o salto mais alto, obtido em cada uma das etapas. A altura do salto (AS) foi determinada a partir da estimativa do deslocamento vertical do centro de gravidade através da seguinte equação:

$$AS = g \cdot TV^2 \cdot 8^{-1}$$

Neste caso, g corresponde à aceleração da gravidade ($9,81\text{m/s}^2$) e TV ao tempo de voo (BOSCO et al., 1998).

Treinamento com Vibração

Para a realização deste estudo foi desenvolvido um equipamento que permite a aplicação de vibração na direção da resultante das forças musculares durante a realização de tarefas motoras envolvendo ações musculares isométricas de membros inferiores. Como foi realizado o exercício de semi-agachamento, os voluntários realizavam uma ação isométrica com os músculos flexores plantares, extensores de joelho e extensores de quadril. Tendo em vista que a resultante das forças musculares no exercício proposto ocorre na direção vertical, o equipamento desenvolvido para este estudo possibilita aplicação de vibração mecânica justamente nesta direção (figura 2). Assim, a vibração aplicada repercute em alongamentos sucessivos nos grupos musculares desejados. A vibração era gerada por um motor (2CV de potência, marca WEG modelo IP55) que tracionava um cabo e a frequência de vibração foi controlada por um inversor de frequência (marca WEG, modelo CW-10). O cabo era conectado a um cinto de fixação que ficava preso à cintura do voluntário.

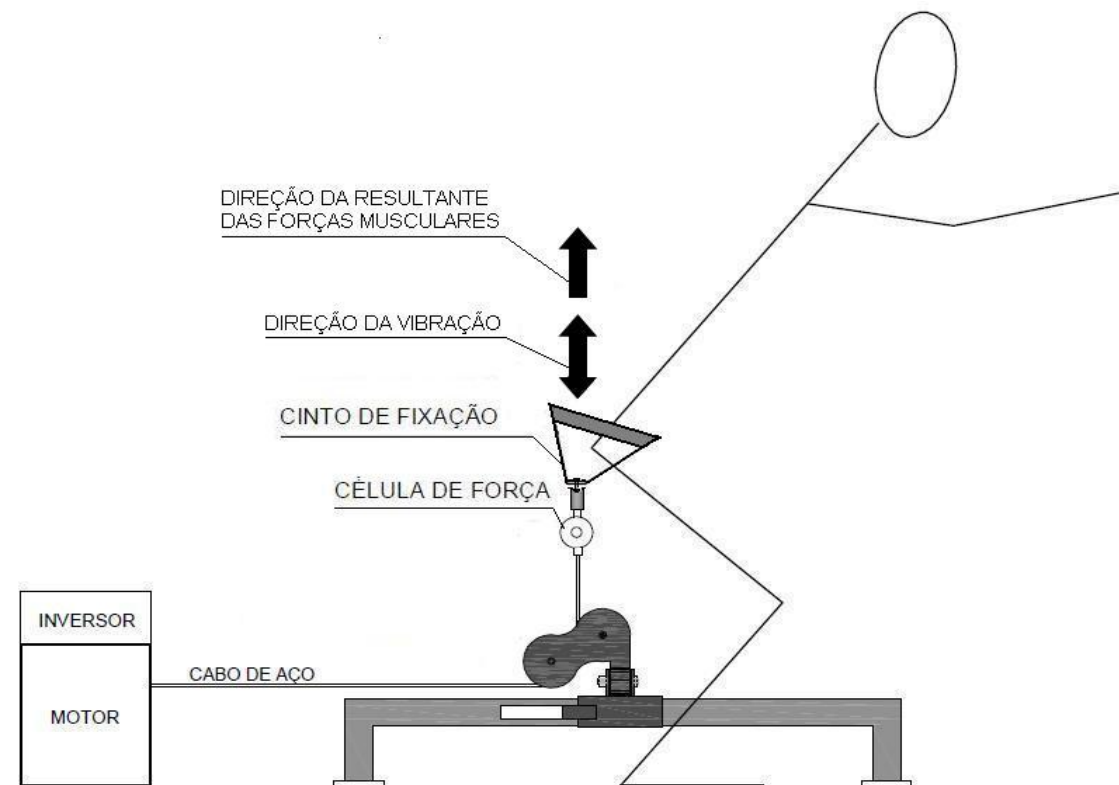


Figura 2. Equipamento para aplicação de vibração mecânica.

A vibração aplicada foi de 6mm de amplitude, frequência de 20Hz e duração de 20 segundos.

Foi utilizada apenas uma série de 20 segundos, uma vez que em estudos anteriores foi verificado

que a utilização de uma única série de treinamento com vibração é suficiente para gerar aumentos agudos na altura de saltos verticais (CORMIE et al., 2006; TURNER et al., 2011). A amplitude adotada foi determinada com base nos estudos de Silva et al. (2008) que obtiveram resultados positivos a partir da aplicação de vibração na direção da resultante das forças musculares com 6mm de amplitude. A frequência de 20 Hz foi utilizada com base no estudo de Mester et al. (1999), no qual foi relatado que frequências de vibração inferiores a 20Hz podem ser prejudiciais à saúde dos indivíduos. Além disso, Cardinale e Lim (2003) compararam os efeitos das frequências de 20 Hz e 40 Hz sobre a impulsão vertical e apenas a frequência de 20 Hz repercutiu em aumento significativo na altura do salto.

Foi conectada ao equipamento de vibração uma célula de força (JBA, Zb Staniak, Polônia), conectada a um amplificador (WTM 005 – 2T/2P, Jaroslaw Doliriski Systemy Mikroprocesorowe, Polônia). O amplificador, por sua vez, foi conectado ao computador, em interface com o programa MAX (versão 5.5, JBA, Zb Staniak, Polônia), que permite a análise do gráfico da força em função do tempo. A ação isométrica foi realizada com os pés paralelos e joelhos flexionados a 45°. Para garantir que todos os voluntários recebessem a aplicação de vibração em condições semelhantes, a vibração foi aplicada a partir do momento em que os voluntários atingiram um platô de força, obtido durante a ação isométrica, identificado visualmente no monitor do computador. Após o treinamento vibratório foi respeitado um intervalo

de 5 minutos e o teste de saltos verticais foi realizado novamente.

Análise Estatística

Inicialmente foi realizada a análise descritiva dos dados. A normalidade dos dados foi verificada utilizando o teste Shapiro-Wilk e a homogeneidade a partir do teste de Levene. Para comparação entre os resultados de SCM do pré e pós-teste e das duas situações experimentais foi utilizada a ANOVA de fator único com medidas repetidas, com comparação múltipla de Bonferroni. A fidedignidade das medidas foi obtida pelo Coeficiente de Correlação Intraclasse e utilizada para o cálculo de Erro Padrão da Medida. Foi adotado um nível de significância de 0,05. As análises estatísticas foram realizadas no software SPSS 17.0, instalado em ambiente Windows.

Resultados

Os dados apresentaram distribuição normal e homogeneidade. Foi verificado um erro padrão da medida de 0,7cm e um Coeficiente de Correlação Intraclasse de 0,98. Os resultados obtidos no pré e no pós-teste são apresentados em média e desvio padrão na tabela 1. Não foram encontradas diferenças significativas entre os valores de pré-teste das duas situações experimentais (treinamento com vibração e controle). Houve um aumento significativo de 35,3cm para 38,3cm na altura do SCM após 20 segundos de aplicação de vibração mecânica na direção da resultante das forças musculares (tabela 1). Não foram encontradas diferenças significativas entre os resultados de pré e pós-teste obtidos no procedimento controle.

Tabela 1. Média e desvio padrão dos resultados de saltos verticais obtidos no pré e pós-teste para as condições treinamento com vibração e controle.

Procedimento	Altura do SCM (cm)	
	Pré-teste (mín - máx)	Pós-Teste (mín - máx)
Treinamento com vibração	35,3 ± 5,1 (25,3 – 46,7)	38,3 ± 5,5* (31,0 – 49,4)
Controle	36,5 ± 4,7 (26,9 – 46,7)	35,6 ± 5,3 (27,4 – 46,8)

(mín - máx): Valores mínimos e máximos; * p= 0,001 comparado com o pré-teste.

Conforme demonstrado na figura 3, houve um aumento de 8,3% na altura de salto após a aplicação de vibração mecânica. Além de significativo, este aumento foi superior ao erro padrão da medida, que foi de 1,9% da média dos dados analisados. O procedimento controle não gerou alterações significativas na impulsão vertical.

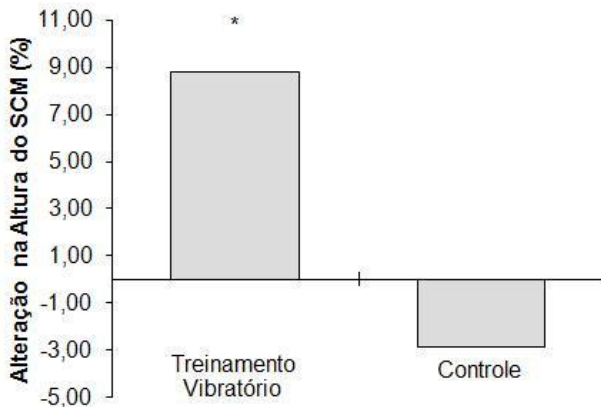


Figura 3. Alterações percentuais na altura do SCM para as condições treinamento vibratório e controle. *Diferença significativa entre os resultados de pré-teste e pós-teste ($p < 0,05$).

Discussão

O presente estudo verificou o efeito agudo positivo da aplicação de vibração mecânica na direção da contração muscular sobre a impulsão vertical, sendo observado um aumento significativo na altura do SCM. Estes resultados reforçam os achados de [Bosco et al. \(2000\)](#), [Cardinale e Lim \(2003\)](#), [Cochrane e Stannard \(2005\)](#), [Cormie et al. \(2006\)](#), [Torvinen et al. \(2002a\)](#) e [Turner et al. \(2011\)](#) que também verificaram aumentos significativos na altura de saltos verticais após a aplicação de vibração mecânica. Contudo, os dados encontrados no presente trabalho não corroboram com os estudos de [Torvinen et al. \(2002b\)](#), [Rittweger et al. \(2000\)](#) e [Cochrane et al. \(2004\)](#), nos quais não foram encontrados efeitos benéficos da aplicação de vibração mecânica sobre a altura de saltos verticais.

Um fator que pode contribuir para as divergências encontradas nos diferentes estudos é o protocolo de treinamento utilizado. Segundo [Bazett-Jones et al. \(2008\)](#) e [Cochrane \(2011\)](#), ainda não existe um consenso na literatura quanto ao protocolo de treinamento vibratório que

deve ser utilizado (duração, volume e tempo de recuperação). No estudo realizado por [Torvinen et al. \(2002b\)](#) os voluntários foram submetidos a 4 minutos de exposição à vibração. [Rittweger et al. \(2000\)](#) submeteram os indivíduos, sobre a plataforma de vibração, a um treinamento de força realizado até a exaustão. No trabalho de [Cochrane et al. \(2004\)](#) o tempo de exposição à vibração foi de 5 séries de 2 minutos. No presente estudo foi utilizado um tempo de exposição à vibração muito inferior, apenas uma série de 20 segundos. Já nos trabalhos de [Bosco et al. \(2000\)](#), [Cardinale e Lim \(2003\)](#), [Cochrane e Stannard \(2005\)](#), [Cormie et al. \(2006\)](#) e [Da Silva et al. \(2006\)](#), nos quais foram verificados efeitos positivos na altura do salto vertical, não foram utilizadas séries com durações superiores a 1 minuto.

Além do tempo de exposição à vibração, a frequência utilizada também pode ter influenciado nos resultados. [Cardinale e Lim \(2003\)](#), após comparar os efeitos das frequências de 20 Hz e 40 Hz, obtiveram aumento significativo na altura do salto vertical apenas após a vibração com 20 Hz de frequência. [Da Silva et al. \(2006\)](#) comparam os efeitos agudos da vibração com frequências de 20, 30 e 40 Hz sobre a altura do SCM e do SA. Apenas as vibrações com frequências de 20 e 30 Hz repercutiram em aumentos significativos na altura dos saltos. [Torvinen et al. \(2002b\)](#) utilizaram frequências de 25, 30, 35 e 40 Hz. A combinação destas frequências não resultou em um aumento na altura do salto vertical. Nos demais estudos, as frequências utilizadas não ultrapassaram 30 Hz. Na presente pesquisa a vibração utilizada possuía 20 Hz de frequência, fato que pode ter contribuído para os efeitos positivos encontrados.

Os mecanismos responsáveis pelo aumento no desempenho esportivo a partir da exposição à vibração mecânica ainda não são totalmente compreendidos. [Cardinale e Lim \(2003\)](#) e [Cardinale e Bosco \(2003\)](#) sugerem que o aumento no desempenho em saltos verticais indica que o treinamento vibratório é capaz de gerar alterações nos mecanismos de *feedback* proprioceptivo, como o aumento da sensibilidade do fuso muscular. Contudo, [Hopkins et al. \(2009\)](#) não verificaram uma maior sensibilidade do fuso

muscular após aplicação de VCI. Outra possível explicação para o aumento agudo do desempenho, após a aplicação de vibrações mecânicas, é o aumento da temperatura intramuscular (COCHRANE et al., 2008). Após verificação dos efeitos agudos da aplicação de vibrações mecânicas, Cochrane et al. (2010) atribuíram ao aumento da sensibilidade intracelular ao Ca^{2+} como principal responsável pelo aumento do desempenho muscular. Esses autores verificaram ainda que este efeito, denominado potenciação pós-ativação, foi mantido até 5 minutos após o término da aplicação de vibração. No presente estudo o intervalo utilizado entre o treinamento vibratório e o pós-teste foi de 5 minutos. Entretanto, Cormie et al. (2006) aplicaram um treinamento vibratório e os efeitos obtidos não foram sustentados após 5 minutos de recuperação.

Vale ressaltar que em todos os estudos acima citados foi utilizada a vibração de corpo inteiro. No presente estudo foi utilizada aplicação localizada de vibração que, segundo Luo et al. (2005a), repercute em uma menor dissipação da energia vibratória. Silva et al. (2008) investigaram os efeitos crônicos da aplicação de vibração mecânica localizada na direção da resultante das forças musculares de membros superiores e encontraram aumentos significativos na força muscular. No presente experimento foram investigados os efeitos agudos gerados por este tipo de vibração e que também repercutiram no aumento do desempenho. Contudo, neste caso, foram investigados os efeitos sobre a altura do salto vertical.

Outro aspecto importante é o fato de indivíduos treinados apresentam maiores efeitos agudos ao treinamento vibratório, quando comparados com indivíduos não treinados (LUO et al., 2005b). Como a amostra utilizada no presente trabalho foi composta por indivíduos treinados, este fato pode ter contribuído com os efeitos positivos verificados.

Cormie et al. (2006), após identificar o aumento na altura de salto vertical em seguida ao treinamento com vibração no corpo inteiro, ressaltaram que este tipo de estímulo pode ser utilizado como preparação para atividades esportivas que exigem força e potência. Como este mesmo efeito foi verificado após a aplicação de vibração na direção da resultante das forças

musculares, é provável que este tipo de atividade também possa ser utilizado na preparação para atividades esportivas que exigem a realização de saltos verticais. É importante destacar que treinamento foi realizado a partir da aplicação de vibração mecânica durante a ação isométrica máxima. Entretanto, a verificação dos efeitos da ação isométrica isolada, sem aplicação de vibração, não foi realizada. Tal procedimento poderia ter sido utilizado para verificação da real contribuição da vibração sobre o aumento da altura no SCM.

No presente estudo o tempo entre a realização do pré-teste e a aplicação da vibração não foi controlado. Mesmo que tenha sido necessário apenas um breve período para posicionamento no equipamento de vibração, sugere-se para estudos futuros o controle deste intervalo. Sugere-se também um protocolo mais extenso para familiarização com a técnica de salto utilizada, tendo em vista que foram realizadas apenas 5 repetições para familiarização com o SCM.

Conclusão

A aplicação da vibração mecânica na direção da resultante das forças musculares de membros inferiores durante ações isométricas máximas foi capaz de gerar aumentos agudos na impulsão vertical de indivíduos treinados em treinamento de força. Contudo, sugere-se a realização de novos estudos com grupos distintos, com controle do intervalo entre o pré-teste e o treinamento vibratório e com protocolos mais extensos para familiarização com a técnica de salto vertical utilizada.

Referências

- BAZETT-JONES, D.M.; FINCH, H.W.; DUGAN, E.L. Comparing the effects of various whole-body vibration accelerations on counter-movement jump performance. **Journal of Sports Science and Medicine**, Bursa, v. 7, p. 144-150, 2008. Disponível em: <<http://www.jssm.org/vol7/n1/21/v7n1-21pdf.pdf>>. Acesso em: 30 mai. 2010.
- BOSCO, C.; CARDINALE, M.; TSARPELA, O.; COLLI, R.; TIHANYI, J.; VON DUVILLARD, S.P.; VIRU, A. The influence of whole body vibration on jumping performance. **Biology of Sport**, Varsóvia, v. 15, n. 3, p. 158-164, 1998. Disponível em:

<http://www.aestheticmd.com/documents/influenc_e.pdf>. Acesso em 17 set. 2012.

BOSCO, C.; CARDINALE, M.; TSARPELA, O. Influence of vibration on mechanical power and electromyogram activity in human arm flexor muscles. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 79, p. 306-311, 1999a. Disponível em: <<http://www.springerlink.com/w10036.dotlib.com.br/content/b6xhuf00luta2l9c/fulltext.pdf>>. Acesso em: 20 fev 2009.

BOSCO, C.; COLLI, R.; INTROINI, E.; CARDINALE, M.; TSARPELA, O.; MADELLA, A.; TIHANYI, J.; VIRU, A. Adaptative responses of human skeletal muscle to vibration exposure. **Clinical Physiology**, Oxford, v. 19, n. 2, p. 183-187, 1999b. Disponível em: <<http://www.cranbrookphysio.com/pdf/humanSkeletalMuscleToVibrationExposure.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2008.

BOSCO, C.; IACOVELLI, M.; TSARPELA, O.; CARDINALE, M.; BONIFAZI, M.; TIHANYI, J.; VIRU, M.; DE LORENZO, A.; VIRU, A. Hormonal responses to whole-body vibration in men. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 81, p. 449-454, 2000. Disponível em: <<http://www.springerlink.com/content/mb5enpjj69u7wqp6>>. Acesso em: 10 set. 2012.

CARDINALE, M.; BOSCO, C. The use of vibration as an exercise intervention. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, Nova York, v. 31, n. 1, p. 3-7, 2003. Disponível em: <<http://ovidsp.tx.ovid.com/sp-2.3/ovidweb.cgi?&TOC=S.sh.15.16.19.40|2|50&FORMAT=toc&FIELDS=TOC&S=MCNAFFPAIALDDBHIDNCELKFDCLMLHKA00>>. Acesso em: 17 set. 2012.

CARDINALE, M.; LIM, J. The acute effects of two different whole body vibration of different frequencies on vertical jump performance. **Medicina Dello Sport**, Roma, v.56, p. 287-292, 2003. Disponível em: <<http://www.platone.de/images/stories/pdf/3/sprungkraftvibration.pdf>>. Acesso em: 10 dez. 2008.

COCHRANE, D.J.; LEGG, S.J.; HOOKER, M.J. The short-term effect of whole-body vibration training on vertical jump, sprint, and agility performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Lincoln, v. 18, n. 4, p. 828-832, 2004. Disponível em: <http://journals.lww.com/nsca-jscr/Abstract/2004/11000/The_Short_Term_Effect_of_Whole_Body_Vibration.25.aspx>. Acesso em: 05 set. 2012

COCHRANE, D.J.; STANNARD, S.R. Acute whole body vibration training increases vertical

jump and flexibility performance in elite female field hockey players. **British Journal of Sports Medicine**, Loughborough, v. 39, p. 860-865, 2005. Disponível em: <<http://bjsm.bmj.com/cgi/reprint/39/11/860>>. Acesso em: 16 set. 2012.

COCHRANE, D.J.; STANNARD, S.R.; SARGEANT, T.; RITTWEGER, J. The rate of muscle temperature increase during acute whole-body vibration exercise. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 103, p. 441-448, 2008.

COCHRANE, D.J.; STANNARD, S.R.; FIRTH, E.C.; RITTWEGER, J. Acute whole-body vibration elicits post-activation potentiation. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 108, p. 311-319, 2010. Disponível em: <<http://www.springerlink.com/content/m4l6374577q62651>>. Acesso em: 17 set. 2012.

COCHRANE, D.J. Vibration exercise: the potencial benefits. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 32, p. 75-99, 2011. Disponível em: <<https://www.thieme-connect.com/ejournals/html/10.1055/s-0030-1268010>>. Acesso em: 17 set. 2012.

CORMIE, P.; DEANE, R.; TRIPLETT, N.T.; MCBRIDE, J.M. Acute effects of whole body vibration on neuromuscular function and muscle strength and power. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Lincoln, v. 20, p. 57-261, 2006. Disponível em: <http://journals.lww.com/nsca-jscr/Abstract/2006/05000/Acute_Effects_of_Whole_Body_Vibration_on_Muscle.4.aspx>. Acesso em: 15 set. 2012.

COUTO, B.P.; SILVA, H.R.; BARBOSA, M.P.; SZMUCHROWSKI, L.A. Chronic effects of different frequencies of local vibrations. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 33, p. 123-129, 2012. Disponível em: <<https://www.thieme-connect.com/ejournals/abstract/10.1055/s-0031-1286294>>. Acesso em: 17 set. 2012.

DA SILVA, M.E.; NUÑEZ, V.M.; VAAMONDE, D.; FERNANDEZ, J.M.; POBLADOR, M.S.; GARCIA-MANSO, J.M.; LANCHO, J.L. Effects of different frequencies of whole body vibration on muscular performance. **Biology of Sport**, Varsóvia, v. 23, n. 3, p. 2006. Disponível em: <<http://www.deportesaciclicos.com/UpLoadFiles/WBV0.pdf>>. Acesso em: 08 set. 2012.

HOPKINS J. T.; FREDERICKS, D.; GUYON, P.W.; PARKER, S.; GAGE, M.; FELAND, J. B.; HUNTER, I. Whole body vibration does not potentiate the stretch reflex. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 30, p.

124–129, 2009. Disponível em:

<<https://www.thieme-connect.com/DOI/DOI?10.1055/s-2008-1038885>>. Acesso em: 12 de jun. 2012.

LUO, J.; MCNAMARA, B.; MORAN, K.. A portable vibrator for muscle performance enhancement by means of direct muscle tendon stimulation. **Medical Engineering & Physics**, Londres, v. 27, p. 513-522, 2005a.

LUO, J.; MCNAMARA, B.; MORAN, K. The use of vibration training to enhance muscle strength and power. **Sports Medicine**, Auckland, v. 35, n. 1, p. 23-41, 2005b.

MESTER, J.; SPITZENFEFL, P.; SCHWARZER, J.; SEIFRIZ, F.. Biological reaction to vibration - implications for sport. **Journal of Science and Medicine in Sport**, Belconnen, v. 2, n. 3, p. 211-226, 1999. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10668759>>. Acesso em: 12 set. 2012.

RITTWEGER, J., BELLER, G; FELSEBERG, D. Acute physiological effects of exhaustive whole-body vibration exercise in man. **Clinical Physiology**, Oxford, v. 20, p.134-142, 2000. Disponível em: <<http://www3.interscience.wiley.com/cgi-bin/fulltext/120099355/PDFSTART>>. Acesso em: 17 set. 2012.

SILVA, H.R.; COUTO, B.P.; SZMUCHROWSKI, L.A. Effects of mechanical vibration applied in the opposite direction of muscle shortening on maximal isometric strength. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Lincoln, v. 22, p. 1031–1036, 2008.

TORVINEN, S.; KANNUS, P.; SIEVANEN, H.; JARVINEN, T.A.H.; PASANEN, M.; KONTULAINEN, S.; JARVINEN, T.L.N.; JARVINEN, M.; OJA, P.; VUORI, I. Effect of a vibration exposure muscular performance and body balance. Randomized cross-over study. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, Oxford, v. 22, p. 145-152, 2002a. Disponível em: <<http://www3.interscience.wiley.com/cgi-bin/fulltext/118963931/PDFSTART>>. Acesso em: 15 ago. 2012.

TORVINEN, S.; SIEVANEN, H.; JARVINEN, T.A.H.; PASSANEN, M.; KONTULAINEN, S.; KANNUS, P. Effect of 4-min vertical whole body vibration on muscle performance and body balance: A randomized cross-over study. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 23, p. 374-379, 2002b. Disponível em: <<http://www.thieme-connect.com.w10036.dotlib.com.br/ejournals/pdf/sportsmed/doi/10.1055/s-2002-33148.pdf>>. Acesso em: 16 jul. 2012.

TURNER, A.P; SANDERSON, M.F.; ATTWOOD, L.A. The acute effect of different frequencies of whole body vibration on countermovement jump performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Lincoln, v. 25, p. 1592–1597, 2011. Disponível em: <http://journals.lww.com/nsca-jscr/Abstract/2011/06000/The_Acute_Effect_of_Different_Frequencies_of.16.aspx>. Acesso em: 13 set. 2012.

Endereço:

Bruno Pena Couto
Rua Pitangui, 3081, Bairro Sagrada Família
Belo Horizonte MG Brasil
31030-210
Telefone: (31) 3409-2326
Fax: (31) 3221-5566
e-mail: brunopena@yahoo.com.br

Recebido em: 24 de março de 2010.

Aceito em: 28 de maio de 2012.



Motriz. Revista de Educação Física. UNESP, Rio Claro, SP, Brasil - eISSN: 1980-6574 - está licenciada sob [Creative Commons - Atribuição 3.0](https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/)