Cláudio Lúcio Custódio Junior

COMPARAÇÃO ENTRE OS EFEITOS DO TREINAMENTO ISOMÉTRICO REALIZADO COM E SEM VIBRAÇÃO SOBRE A IMPULSÃO VERTICAL EM INDIVÍDUOS DESTREINADOS

Belo Horizonte

2012

Cláudio Lúcio Custódio Junior

COMPARAÇÃO ENTRE OS EFEITOS DO TREINAMENTO ISOMÉTRICO REALIZADO COM E SEM VIBRAÇÃO SOBRE A IMPULSÃO VERTICAL EM INDIVÍDUOS DESTREINADOS

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Educação Física da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito à obtenção do título de Bacharel em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Bruno Pena Couto

Belo Horizonte

2012

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus colegas Felipe Camargos e Gustavo Cruz pelos auxílios e pela companhia, aos membros do LAC pelas orientações, ao Professor Doutor Bruno Pena Couto pelos ensinamentos e contribuições positivas, e a todos que contribuíram para a realização desse trabalho.

RESUMO

Os efeitos da aplicação de vibração mecânica sobre o desempenho muscular vêm sendo muito pesquisados na literatura, entretanto os resultados ainda são controversos. O presente estudo teve como objetivo verificar o efeito da aplicação de vibração localizada durante o treinamento isométrico sobre a impulsão vertical. Participaram do estudo 13 indivíduos do sexo masculino e destreinados, que aceitaram participar da pesquisa de maneira voluntária. Foram necessários 4 encontros para a realização dos procedimentos do estudo, respeitando um intervalo de no mínimo 48 horas entre eles. Nos dois primeiros encontros, foram realizados os procedimentos da familiarização, e nos dois últimos foram realizados os procedimentos dos testes. Em cada dia de testes, os indivíduos realizaram um pré-teste, seguido de um dos protocolos de treinamento (treinamento isométrico com vibração ou treinamento isométrico sem vibração) e por último os procedimentos do pós-teste (realizados imediatamente após, 5’, 10’, 15’ e 20’ após o protocolo de treinamento). Todos os indivíduos realizaram os dois protocolos de treinamento, com o intuito de verificar os efeitos dos protocolos sobre o pós-teste. Houve um aumento significativo do salto vertical no teste 5’ após quando comparado com o pré-teste (38,19 cm para 39,92 cm) para a condição Vibração (protocolo de treinamento isométrico com vibração). Houve uma diminuição significativa na altura do salto vertical no teste imediatamente após quando comparado com o pré-teste para a condição Vibração (38,19 cm para 36,35 cm) e também para a condição Sem Vibração (treinamento isométrico sem vibração; 38,13 cm para 36,20 cm). Os resultados verificaram o efeito agudo positivo da aplicação de vibração na direção da resultante das forças musculares dos membros inferiores sobre a impulsão vertical após passados 5 minutos da aplicação de vibração. O treinamento isométrico sem vibração não proporcionou efeitos positivos sobre o salto vertical. Sugere-se a realização de mais estudos para verificar o efeito da aplicação de vibração na direção da resultante das forças musculares dos membros inferiores sobre o salto vertical com diferentes frequências e amplitudes.

Palavras-chave: Vibração. Treinamento isométrico. Salto vertical.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1. Procedimentos do estudo 12

FIGURA 2. Estrutura do treinamento 14

GRÁFICO 1. Desempenho dos saltos no pré e pós-teste.....15

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Características dos indivíduos 10

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO **7**

2 METODOLOGIA **10**

2.1 Cuidados Éticos **10**

2.2 Amostra **10**

2.3 Delineamento **10**

2.4 Procedimentos experimentais **11**

2.4.1 Familiarização **11**

2.4.2 Testes **11**

2.4.3 Salto com contramovimento **12**

2.4.4 Protocolos de treinamento **13**

2.5 Análise Estatística **14**

3 RESULTADOS **15**

4 DISCUSSÃO **16**

5 CONCLUSÃO **18**

REFERÊNCIAS **19**

1 INTRODUÇÃO

A vibração é uma oscilação mecânica determinada pela sua amplitude e freqüência. A freqüência pode ser definida pelo número de ciclos por unidade de tempo e é geralmente mensurada pela unidade hertz (Hz). Já a amplitude é definida pela extensão do movimento oscilatório (LUO *et al*., 2005b; CARDINALE e WAKELING, 2005). As vibrações podem ser periódicas ou randômicas, livres ou forçadas. As vibrações livres ocorrem quando o sistema recebe apenas um impulso inicial e vibra posteriormente sem ação de forças externas. No entanto, quando uma força externa atua repetidamente em um sistema ocorre uma vibração forçada (CHEN, 1966).

A exposição à vibração gera modificações nos músculos esqueléticos, alterando o comprimento dos mesmos (BOSCO *et al.*, 1999). Essa alteração é detectada pelo fuso muscular, que é um tipo de proprioceptor que detecta as alterações no comprimento das fibras musculares e a velocidade de mudança no comprimento dessas fibras. O fuso muscular, quando excitado, desencadeia um mecanismo reflexo denominado reflexo miotático, que causa uma contração muscular reflexa em resposta a súbitas alterações no comprimento do músculo (CHEN *et al.*, 2003).

A resposta do sistema músculo-esquelético à aplicação de vibração mecânica é denominada reflexo tônico de vibração (RTV), que se dá pela estimulação dos fusos musculares, se assemelhando ao reflexo miotático (CARLSOO, 1982). O RTV pode ser entendido como um segmento do reflexo do estiramento que resulta principalmente da atividade de vibração induzida nas fibras Ia dos fusos musculares (DE GAIL *et al.,* 1966; ROLL *et al.*, 1989; TAKATA *et al.*, 1996).

A aplicação de vibração nos músculos pode ser realizada de várias formas. A Vibração de Corpo Inteiro (VCI), que é uma forma de aplicação de vibração, é caracterizada pela utilização de uma plataforma de vibração com um eixo de rotação, com o indivíduo se posicionando em pé na plataforma e com os pés equidistantes em cada lado do eixo de rotação. A Vibração Localizada (VL) constitui outra forma, caracterizada pela aplicação de vibração no ventre muscular (MARTIN & PARK, 1997), no tendão do músculo alvo (LUO, MCNAMARA E MORAN, 2007) ou na direção da resultante das forças musculares (COUTO *et al.* 2012a).

Existem diferentes explicações na literatura para os efeitos positivos causados pela aplicação de vibração nos músculos. Dentre as possíveis causas, estão: o aumento do feedback proprioceptivo (CARDINALE e LIM, 2003); a sensibilização do fusos musculares (CARDINALE e BOSCO, 2003); o aumento da temperatura intramuscular (COCHRANE *et al.*, 2008); e o efeito da potenciação pós-ativação (COCHRANE *et al.*, 2010). Neste último, os autores propõem um aumento da sensibilidade intracelular ao Ca^{2+}, devido a uma prévia ativação muscular causada pela vibração, possibilitando uma maior formação de pontes cruzadas com uma mesma quantidade de cálcio intracelular.

Muitos estudos investigaram os efeitos da aplicação de vibração mecânica nas diferentes musculaturas do corpo humano, mas esses efeitos ainda são controversos. Torvinen *et al.* (2002), após a aplicação de vibração mecânica com frequências entre 25 e 40 Hz, não verificaram um aumento na altura do salto com contramovimento (SCM). Cochrane *et al.* (2004) não verificaram diferenças significativas nos desempenhos do SCM e do salto agachado (SA) quando compararam o grupo VCI com o grupo controle.

Bedient *et al.* (2009), a fim de avaliarem os efeitos agudos de uma exposição à VCI em indivíduos moderadamente treinados, verificaram um pico de potência no SCM significativamente maior na condição de 30Hz de frequência em comparação com as condições de 35 Hz e 40 Hz. Foi também verificado um valor de potência significativamente maior para o tempo de 1 minuto pós-tratamento, em comparação com o pré-teste, o imediatamente pós-tratamento, o 5 minutos pós-tratamento, e o 10 minutos pós-tratamento.

Adams *et al.* (2009) avaliaram os efeitos agudos da exposição à VCI em indivíduos destreinados. A combinação entre altas frequências com altas amplitudes, e entre baixas frequências com baixas amplitudes, foram mais efetivas para o aumento na potência muscular. Cardinale e Lim (2003) verificaram os efeitos agudos da exposição à VCI nas frequências de 20 Hz e 40 Hz sobre o SCM e o SA, em indivíduos destreinados. Foi observado um aumento significativo na altura do SA após a aplicação de vibração com 20 Hz de frequência. Gerodimos *et al.* (2010) não

verificaram efeitos agudos positivos sobre o desempenho do SA, após uma exposição à VCI.

A exposição à VCI pode não ser tão eficiente, pois pode haver uma atenuação da energia de vibração ao longo dos tecidos, fazendo com que os músculos mais distantes possam não receber o estímulo da vibração (Luo *et al.*, 2005a). Silva *et al.* (2008) verificaram um aumento da força após um período de 4 semanas de treinamento isométrico com aplicação de vibração na direção das resultantes das forças musculares dos flexores do cotovelo. Esse aumento foi significativamente maior comparado com o grupo que realizou treinamento isométrico convencional.

Couto *et al.* (2012a) demonstraram efeitos positivos sobre os desempenhos dos testes de contração voluntária máxima (CVM), SA e SCM, após um período de treinamento de 4 semanas com aplicação de vibração na direção da resultante das forças musculares com as frequências de 8 Hz e 26 Hz. Os resultados dos grupos de treinamento com vibração (8 Hz e 26 Hz) não apresentaram diferenças significativas entre si.

Couto *et al.* (2012b) verificaram um aumento significativo na altura do SCM, após um treinamento isométrico com aplicação de vibração na direção da resultante das forças musculares dos extensores do joelho, em indivíduos treinados.

Entretanto, são necessários mais estudos para comprovar os efeitos agudos da vibração aplicada na direção da resultante das forças musculares dos membros inferiores sobre a impulsão vertical. Além disso, são desconhecidos os efeitos da aplicação de vibração localizada nos membros inferiores sobre a impulsão vertical em indivíduos destreinados. Sendo assim, o objetivo do presente estudo foi verificar o efeito da aplicação de vibração localizada durante o treinamento isométrico sobre a impulsão vertical em indivíduos destreinados.

2 METODOLOGIA

2.1 Cuidados Éticos

O estudo passou pela aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais (COEP – UFMG), e também esteve de acordo com as normas do Conselho Nacional de Saúde para pesquisas com seres humanos (Resolução 196/96).

Todos os voluntários assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), relatando estarem cientes dos procedimentos adotados na pesquisa, lembrando que eles poderiam abandonar a pesquisa sem nenhuma justificativa prévia.

2.2 Amostra

A amostra foi composta por 13 voluntários do sexo masculino. Os indivíduos tinham como característica não ter participado de um programa de treinamento sistemático para membros inferiores na musculação, em um período de no mínimo 12 meses antes dos procedimentos experimentais.

TABELA 1.
Características dos indivíduos

Valores	Média	Desvio padrão
Idade (anos)	22,37	±3,14
Massa (Kg)	73,14	±12,07
Estatura (cm)	175,09	±7,28

2.3 Delineamento

Os indivíduos participaram de 4 encontros para a realização dos procedimentos experimentais, com no mínimo 48 horas de intervalo entre eles. No primeiro e segundo encontro, eles realizaram a familiarização, e no terceiro e quarto encontro, eles realizaram os procedimentos dos testes. Para iniciarem os procedimentos experimentais, os indivíduos responderam o *Physical Activity Readiness*

Questionnaire (PAR-Q), um questionário preparado pelo *American College of Sports Medicine* (ACSM), cujos dados poderiam indicar a necessidade ou não da realização de um exame médico prévio, alem de assinarem o TCLE. Foram dados ao voluntário, previamente, os esclarecimentos sobre todos os procedimentos dos testes, com o objetivo de assegurar a boa execução de todas as suas etapas.

2.4 Procedimentos experimentais

2.4.1 Familiarização

A familiarização foi realizada nos dois primeiros encontros. No primeiro encontro, os voluntários realizaram uma sequência de saltos para atingirem a estabilização, com um intervalo de 1 minuto entre cada salto. O salto era considerado estabilizado quando uma sequência de 8 saltos fosse similar à uma sequência anterior de 8 saltos. Após os saltos, foram realizadas 4 séries com os protocolos de treinamento, iniciando com 2 séries com o protocolo de treinamento isométrico sem vibração, e finalizando com 2 séries com o protocolo treinamento isométrico com vibração.

No segundo encontro, os voluntários realizaram os mesmos procedimentos do primeiro encontro. Ao realizarem as séries com os protocolos de treinamento, foi utilizada a ordem inversa em relação à utilizada no primeiro encontro. A comparação das sequências de saltos dos dois encontros não poderia apresentar diferença significativa.

2.4.2 Testes

Os testes foram realizados no terceiro e quarto encontro. O teste foi composto por 3 fases: pré-teste, treinamento e pós-teste. Em cada dia, foram realizadas as 3 fases do teste.

No terceiro encontro, o pré-teste foi composto por 3 SCM, com um intervalo de 30 segundos entre eles. Logo após o término do pré-teste, iniciou a fase de treinamento. Nessa fase, eles realizaram uma série de 20 segundos com um dos dois protocolos de treinamento, escolhido de forma aleatória. O pós-teste foi constituído por 5 séries de 3 saltos, com 30 segundos de intervalo entre os saltos, sendo cada série iniciando em um tempo pré-determinado. A primeira série iniciou imediatamente após o término do protocolo de treinamento. As séries posteriores

iniciaram nos tempos de 5, 10, 15 e 20 minutos após o protocolo de treinamento. Para análise dos dados, foi escolhido o melhor salto de cada série, tanto no pré-teste como no pós-teste.

No quarto encontro, foram realizados os mesmos procedimentos para o pré-teste. Em seguida, iniciou-se a fase de treinamento, que também era composta por uma série de 20 segundos com um dos protocolos de treinamento. O protocolo realizado deveria ser o não escolhido no terceiro encontro, permitindo assim que todos os indivíduos realizassem os dois protocolos. Após a fase treinamento, foram realizados os procedimentos do pós-teste, sendo estes semelhantes ao pós-teste do terceiro encontro.

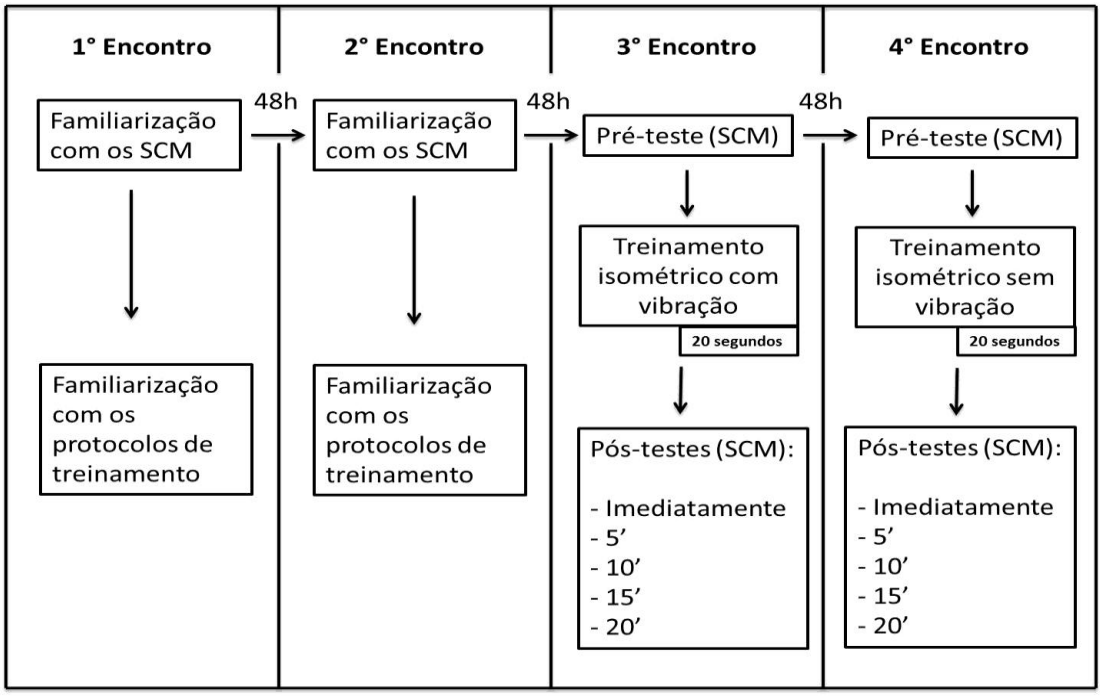


FIGURA 1. Procedimentos do estudo

2.4.3 Salto com contramovimento (SCM)

A técnica utilizada para a realização do SCM foi definida com a execução de uma ação excêntrica de flexão de joelhos seguida por uma concêntrica de extensão de joelhos. O SCM foi realizado sobre uma plataforma de força, conectada a um

computador com o *software MVJ*, versão 3.5.7. O voluntário partiu de uma posição ortostática, com joelhos em extensão e com as mãos fixas próximas ao quadril, na região supra-ilíaca. 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.

2.4.4 Protocolos de treinamento

Treinamento isométrico com vibração

Foi utilizado nesse estudo um equipamento que permitiu a aplicação de vibração na direção da resultante das forças musculares durante a realização de tarefas motoras envolvendo ações musculares isométricas de membros inferiores. Nesse equipamento, a vibração é gerada por um motor (2CV de potência, marca WEG modelo IP55) que traciona um cabo. A frequência de vibração foi controlada por um inversor de frequência (marca WEG, modelo CFW-10). O equipamento possibilita a aplicação de vibração na direção da resultante das forças musculares, como visto na FIGURA 2, gerando alongamentos sucessivos na musculatura desejada.

Foi posicionada embaixo da barra de fixação do equipamento de vibração uma plataforma de força (*Zb Staniak*, Polônia), conectada a um amplificador (WTM 005 – 2T/2P, *Jaroslaw Doliriski Systemy Mikroprocesorowe*, Polônia). O amplificador, por sua vez, foi conectado a um computador, em interface com o programa *MAX* (versão 5.5, *JBA, Zb Staniak*, Polônia), que permitiu a análise do gráfico da força em função do tempo. A vibração aplicada foi de 6 mm de amplitude, com uma freqüência de 20 Hz e duração de 20 segundos. Essa amplitude foi definida com base no estudo de SILVA *et al.* (2008), no qual foram demonstrados resultados positivos para essa amplitude de vibração. A freqüência foi definida com base no estudo de MESTER *et al.* (1999), que observou riscos para a saúde com freqüências abaixo de 20 Hz, e também com base no estudo de Cardinale e Lim (2003), que observaram aumento da altura do salto apenas para a freqüência de 20 Hz, em comparação com a freqüência de 40 Hz. A vibração foi aplicada a partir do momento em que os

voluntários atingissem um platô de força identificado visualmente no monitor do computador.

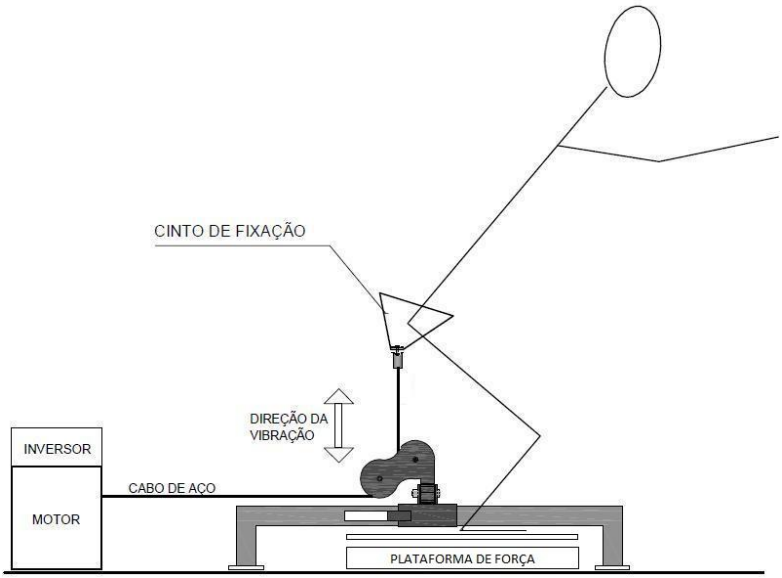


FIGURA 2. Estrutura do treinamento

Treinamento isométrico sem vibração

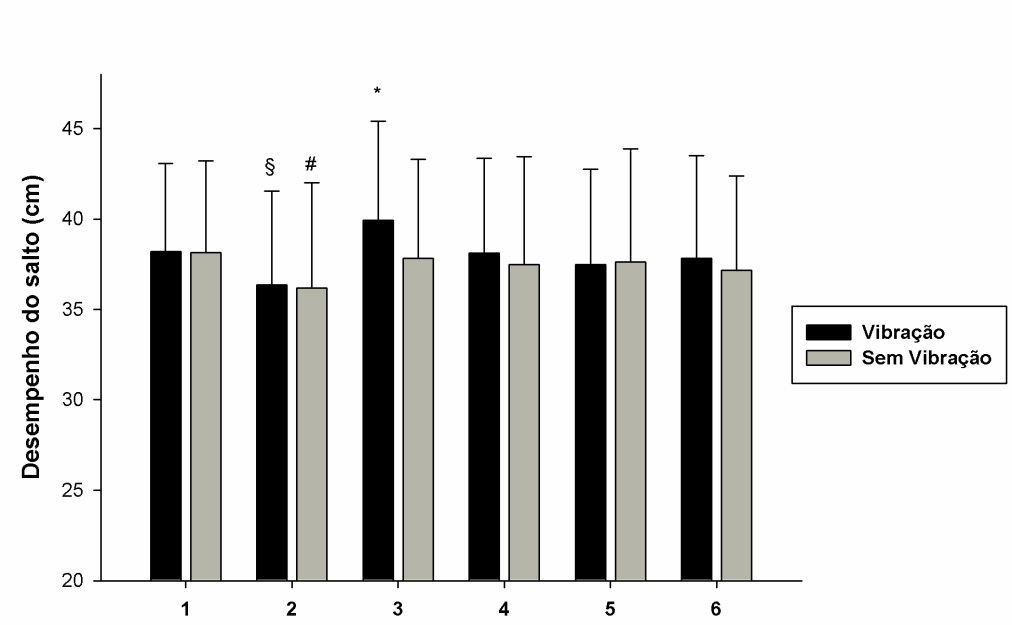
O treinamento isométrico sem vibração utilizou a mesma estrutura do treinamento isométrico com vibração (FIGURA 2). Os indivíduos foram orientados a atingirem um platô de força, que foi identificado pelo computador. Eles deveriam manter esse platô por um período de 20 segundos, com o equipamento de vibração desligado.

2.5 Análise Estatística

Os dados foram analisados como média e desvio padrão. Foram verificadas a normalidade e a homogeneidade dos dados. Os valores obtidos no pré-teste e no pós-teste, tanto no treinamento isométrico com vibração como no treinamento isométrico sem vibração, foram comparados a partir da ANOVA two way com medidas repetidas, com comparação múltipla de Tukey. O nível de significância definido foi de $p<0,05$. As análises estatísticas foram realizadas no *software Statística* versão 7.0, instalado em ambiente *Windows*.

3 RESULTADOS

Os dados apresentaram normalidade e homogeneidade. Os resultados obtidos no pré e no pós-teste são apresentados no GRÁFICO 1. Para a condição Sem Vibração (treinamento isométrico sem vibração), foi encontrada uma diferença significativa quando foi comparado o teste imediatamente após (36,20 cm ±5,80) com o pré-teste (38,13 cm ±5,08) e com o teste 5' após (37,82 cm ±5,47). Para a condição Vibração (treinamento isométrico com vibração), houve um aumento significativo na altura do salto no teste 5' após (39,92 cm ±5,49) quando comparado com o pré-teste (38,19 cm ±4,89). Houve também diferença significativa quando foi comparado o teste imediatamente após (36,35 cm ±5,21) com o pré-teste (38,19 cm ±4,89), o teste 5' após (39,92 cm ±5,49) e o teste 10' após (38,12 cm ±5,24).



1- pré-teste; 2- imediatamente após; 3- 5' após; 4- 10' após; 5- 15' após; 6- 20' após.
* Diferença significativa para os outros testes.
§ Diferença significativa para os testes 1,3 e 4 da condição vibração.
# Diferença significativa para os testes 1 e 3 da condição sem vibração.

GRÁFICO 1. Desempenho dos saltos no pré e pós-teste

4 DISCUSSÃO

Os efeitos da aplicação de vibração sobre o desempenho do salto vertical vêm sendo muito investigados na literatura. Cardinale e Lim (2003) e Cochrane e Stannard (2005) verificaram efeitos agudos positivos na altura do salto vertical após aplicação de vibração mecânica. Couto *et al.* (2012b) verificaram um aumento da altura do salto vertical após a aplicação de vibração na direção da resultante das forças musculares dos membros inferiores. Esses resultados corroboram com os achados do presente estudo, que verificou um efeito positivo sobre a impulsão do salto vertical após a aplicação de vibração na direção da resultante das forças musculares dos membros inferiores.

Entretanto, esse efeito positivo só foi verificado para o pós-teste realizado 5 minutos após a aplicação de vibração. Couto *et al.* (2012b) verificaram efeitos positivos da aplicação de vibração após 5 minutos, corroborando com o resultado do presente estudo. O efeito positivo da vibração não permaneceu após os 5 minutos, sugerindo um possível tempo limite para manifestação dos efeitos da vibração. Esse resultado está de acordo com os achados de Adams *et al.* (2009), que verificaram um aumento significativo da potência muscular após 1 minuto, uma permanência da elevação após 5 minutos e um declínio significativo após 10 minutos da aplicação de vibração.

Luo *et al.* (2005b) verificaram que os efeitos agudos da aplicação de vibração mecânica são maiores em indivíduos treinados, quando comparados com os indivíduos destreinados. O presente estudo verificou efeitos agudos positivos para os indivíduos destreinados, corroborando com os achados de Cardinale e Lim (2003).

Os achados do presente estudo não corroboram com os resultados de Torvinen *et al.* (2002), Cochrane *et al.* (2004) e Gerodimos *et al.* (2010). Esses autores não encontraram efeitos positivos da aplicação de vibração mecânica sobre o salto vertical. As possíveis explicações para os resultados divergentes podem estar relacionadas com os protocolos realizados. Gerodimos *et al.* (2010) utilizaram o SA para avaliar a performance de salto vertical, enquanto o presente estudo utilizou o SCM. O presente estudo utilizou um tempo de 20 segundos de aplicação de

vibração, diferente de Torvinen *et al.* (2002) e Cochrane *et al.* (2004), que utilizaram 4 minutos de aplicação e 5 séries de 2 minutos de aplicação, respectivamente.

Este estudo utilizou uma frequência de 20 Hz e uma amplitude de 6 mm para a aplicação de vibração mecânica. Essa frequência apresentou resultados positivos, assim como nos estudos de Cardinale e Lim (2003) e Couto *et al.* (2012b), que também verificaram efeitos positivos com 20 Hz de frequência. A duração da aplicação de vibração utilizada pelo presente estudo foi de 20 segundos, sendo a mesma utilizada por Couto *et al.* (2012b). Os dois estudos apresentaram efeitos positivos sobre o salto vertical com essa duração de aplicação de vibração mecânica.

Os achados do presente trabalho também verificaram uma diminuição significativa do pré-teste para o teste imediatamente após, tanto para o protocolo de treinamento isométrico com vibração como também para o protocolo de treinamento isométrico sem vibração. Possivelmente a queda do desempenho se deve a fadiga causada pelo treinamento isométrico, considerando o tempo de recuperação extremamente reduzido.

A utilização da aplicação de vibração localizada no presente estudo pode ter contribuído para os resultados positivos. Segundo Luo *et al.* (2005a), esta forma de aplicação de vibração promove uma menor dissipação de energia vibratória. Foi utilizada uma aplicação de vibração na direção da resultante das forças musculares dos membros inferiores.

5 CONCLUSÃO

Os resultados apresentados demonstraram efeitos positivos da aplicação de vibração na direção da resultante das forças musculares dos membros inferiores sobre a impulsão vertical em indivíduos destreinados. Esse efeito positivo foi observado apenas após 5 minutos da aplicação de vibração, sugerindo a perda do efeito da vibração em tempos superiores. Além disso, o treinamento isométrico sem adição de vibração não promoveu benefícios para o desempenho de salto vertical. Entretanto, sugere-se a realização de mais estudos com diferentes frequências, amplitudes e duração da aplicação de vibração, para avaliar os efeitos da vibração mecânica sobre a impulsão vertical.

REFERÊNCIAS

ADAMS, J.B.; EDWARDS, D.; SERVIETTE, D.; BEDIENT, A.M.; HUNTSMAN, E.; JACOBS, K.A.; DEL ROSSI, G.; ROOS, B.A.; SIGNORILE, J.F. Optimal frequency, displacement, duration, and recovery patterns to maximize power output following acute whole-body vibration. **J Strength Cond Res**, v. 23, n. 1, p. 237–245, 2009.

BEDIENT, A.M.; ADAMS, J.B.; EDWARDS, D.A.; SERRAVITE, D.H.; HUNTSMAN, E.; MOW, S.E.; ROOS, B.A.; SIGNORILE, J.F. Displacement and frequency for maximizing power output resulting from a bout of whole-body vibration. **J Strength Cond Res**, v. 23, n. 6, p. 1683-1687, 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**, v. 19, n. 2, p.183-187, 1999.

CARDINALE, M.; BOSCO, C. The use of vibration as an exercise intervention. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, v. 31, n. 1, p. 3-7, 2003.

CARDINALE, M.; LIM, J. The acute effects of two different whole body vibration frequencies on vertical jump performance. **Medicina Dello Sport**, v. 56, p. 287-292, 2003.

CARDINALE, M.; WAKELING, J. Whole body vibration exercise: are vibration good for you?. **Br. J. Sports Med**, v. 39, p. 585-589, 2005.

CARLSOO, S. The effect of vibration on skeleton, joints and muscles: a review of literature. Applied Ergonomics, v. 13, n. 4, p. 251-258, 1982.

CHEN, Y. Vibration: theoretical methods. **Massachusetts: Addison-Wesley Publishing Company**, 1966.

CHEN, H.H.; HIPPENMEYER, S.; ARBER,S.; FRANK, E. Development of the monosynaptic stretch reflex circuit. **Current opinion in Neurobiology**, 2003.

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**, v. 18, n. 4, 2004.

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**, v. 39, p. 860-865, 2005.

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**, 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**, v. 108, p. 311-319, 2010.

COUTO, B.P.; DA COSTA, G.A.S.; BARBOSA, M.P.; CHAGAS, M.H.; SZMUCHROWSKI, L.A. Efeito da aplicação de vibração mecânica sobre a impulsão vertical. **Motriz, Rio Claro**, v. 18, n. 3, p. 414-422, 2012b.

COUTO, B.P.; SILVA, H.R.; BARBOSA, M.P.; SZMUCHROWSKI, L.A. Chronic effects of diferent frequencies of local vibrations. **Int J Sports Med**; 32: 1-7, 2012a.

DE GAIL, P; LANCE, J.W. e NEILSON, P.D. Diefferencial effects on tonic phasic reflex mechanisms produced by vibration of muscle in man. **J. N. Psych**. v. 29, p.1-11, 1966.

GERODIMOS, V.; ZAFEIRIDI, A.; KARATRANTOU, K.; VASILOPOULOU, T.; CHANOU, K.; PISPIRIKOU, E. The acute effects of different whole body vibration amplitudes and frequencies on flexibility and vertical jumping performance. **Journal of Sciense and Medicine in Sport**, v. 13, p. 438-443, 2010.

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

LUO, J.; MCNAMARA, B. e MORAN, B. The Use of Vibration Training to Enhance Muscle Strength and Power. **Sport Med**, v. 35, n. 1, p. 23-41, 2005b.

LUO, J.; MCNAMARA, B. P.; MORAN, K. Influence of resistance load on eletromyography response to vibration training with sjd maximal isometric contraction. **International Journal of Sports Science and Engineering**, v.1, p.45-54, 2007.

MARTIN, B. J.; PARK, H. Analysis of the tonic vibration reflex: influence of vibration variables on motor unit synchronization and fatigue. **European Journal of Applied Physiology**, v. 75, p. 504-511, 1997.

MESTER, J.; SPITZENFEFL, P.; SCHWARZER, J.; SEIFRIZ, F. Biological reaction to vibration - implications for sport. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 2, n. 3, p. 211-226, 1999.

ROLL, J.P.; VEDEL, J.P. e RIBOT, E. Alteration of proprioceptive messagens induced by tendon vibration in man: a microneurographic study. **Exp. Brain Res.**, v. 76, p. 213-222, 1989.

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**, v. 22, p. 1031–1036, 2008.

TAKATA, Y.; NAKAJIMA, T. e YAMADA, Y. Quantitative evaluation of tonic vibration reflex (TVR) in the masseter muscle. **J. Oral Maxillofac. Surg**, v. 54, p.1307-1313, 1996.

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**, v. 23, 2002.