

EFEITO AGUDO DOS EXTENSORES DO JOELHO UNILATERAL NA CADEIRA EXTENSORA COM E SEM ESTÍMULOS NA PLATAFORMA VIBRATÓRIA



ARTIGO ORIGINAL

ACUTE EFFECT OF EXTENSORS KNEE UNILATERAL ON LEG EXTENSION MACHINE WITH AND WITHOUT STIMULATION ON THE VIBRATING PLATFORM

Fernando Roberto Ferreira
(Educador Físico)¹
Gerseli Angeli (Fisioterapeuta)¹
Yara Queiroga Confessor (Bióloga)¹
João Fernando Laurito Gagliardi
(Educador Físico)²
Turíbio Leite de Barros Neto
(Biomédico)¹

1. CEMAFE – Centro de Medicina da Atividade Física e do Esporte – Unifesp – Universidade Federal de São Paulo – São Paulo, SP, Brasil.
2. Unifieo – Fundação Instituto de Ensino para Osasco – Osasco, SP, Brasil.

Correspondência:

Rua Engenheiro Willy Fischer, 87
05368-050 – São Paulo, SP, Brasil
frf.frf@hotmail.com

RESUMO

Introdução: Nos últimos anos muitos estudos foram feitos com o objetivo de avaliar a utilização da vibração mecânica como parte de treinamento para melhora do condicionamento físico. Entretanto, a maioria avaliou os efeitos dos exercícios em conjunto com o treinamento vibratório para determinar se havia melhora após o treinamento, sem avaliar os efeitos dos exercícios realizados na plataforma com e sem vibração. **Objetivo:** Avaliar o efeito agudo do exercício nos extensores do joelho, com e sem o estímulo da plataforma vibratória. **Métodos:** Trinta indivíduos ativos, do sexo masculino, com idades entre 18 e 45 anos, realizaram, de forma randomizada, três protocolos: grupo plataforma ligada (GPL), grupo plataforma desligada (GPD) e grupo controle (GC). Cada protocolo começava com aquecimento de cinco minutos em bicicleta ergométrica, com carga entre 75 e 100 watts e 70 rotações por minuto, seguido por seis séries de 10 movimentos de agachamento unilateral com intervalo de um minuto entre elas, com ou sem vibração mecânica, e terminava com o *Work Test*, realizado apenas no membro inferior dominante para determinação das valências físicas: trabalho, força, potência e velocidade. O grupo controle realizou apenas o *Work Test* após o aquecimento. **Resultados:** Apenas a variável velocidade apresentou diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) quando comparado o GPL ao GC. **Conclusão:** O estímulo na plataforma vibratória não exerceu influência nas variáveis trabalho e potência dos extensores do joelho unilateral, mas, na velocidade do movimento, exerceu influência negativa causando fadiga.

Palavras-chave: plataforma vibratória, potência, velocidade, trabalho, fadiga muscular.

ABSTRACT

Introduction: A great number of studies have been conducted lately concerning the use of mechanical vibration as part of the training for improvement of physical conditioning. However, the majority of these studies have evaluated the effects of the exercises joined with the vibrating training in order to determine if there was post-training improvement, and did not evaluate the effects of both vibrating and non-vibrating platform exercises. **Objective:** To evaluate the acute effect of exercise on the knee extensors, with and without the stimulus of the vibrating platform. **Methods:** Thirty male active individuals, with age range between 18 and 45 years, randomly conducted three protocols: with the platform on (POG), the platform off (POFFG) and control group (CG). Each protocol began with a five minute warm-up on the ergonomic bicycle, with loads ranging from 75 to 100 watts and 70 rotations per minute, followed by six sets of 10 unilateral squats with one minute of pause between them, with or without mechanical vibrating, and finished with the *Work Test*, performed only on the dominant leg for determination of the physical valences: work, strength, power and speed. **Results:** Only the variable speed has presented statistically significant difference ($p < 0.05$) when the platform on was compared to the control. **Conclusion:** The training on the vibration platform had no influence on the work or muscle power variables, but it exerted negative influence on the movement velocity causing fatigue in the quadriceps muscles.

Keywords: vibrating platform, power (Psychology), velocity, work, muscle fatigue.

Artigo recebido em 07/10/2011, aprovado em 09/05/2012.

INTRODUÇÃO

Estudos clínicos têm sugerido que o mecanismo vibratório causa incremento da *performance* muscular¹⁻³. Uma simples sessão de vibração (10 minutos com 26 Hz) já provoca resultados significativos na musculatura, segundo Bosco *et al.*³. Aumentos na *performance* de força-velocidade, de força-potência e de impulsão vertical também foram relatados imediatamente após uma sessão de vibração¹.

Torvinen *et al.*⁴ mostraram que uma única aplicação de força de vibração melhora momentaneamente a *performance* da força isométrica dos extensores do joelho e da impulsão vertical em 3,2 e 2,5%, respectivamente. Os estudos publicados relataram que a utilização da plataforma vibratória como meio de treinamento pode causar potencialização ou fadiga muscular¹⁻¹⁴ e que o efeito obtido após a vibração é transitório, não permanecendo após 30 minutos¹⁴.

A maioria, entretanto, fez uso da plataforma e comparou apenas as variáveis antes e depois do treinamento ou sessões de treinamentos. Não existem relatos de comparação com o mesmo treino, mesmo grupo e utilização da plataforma ligada e desligada. É importante verificar se o

exercício físico agudo sofre influência do treinamento vibratória. Assim, a partir da análise do exercício agudo unilateral na cadeira extensora, este estudo teve como propósito esclarecer se a vibração exerce algum efeito potencializador ou se provoca fadiga da musculatura estimulada.

Métodos

Neste estudo, a intensidade das vibrações utilizadas foi de 30 Hz e amplitude de quatro a seis milímetros, escolhida com base na maioria dos estudos, que utilizou intensidade de 20 a 50 Hz e amplitude de 2,5 a 6 milímetros^{3-11,13-23}.

Amostra

A amostra foi composta por 30 indivíduos ativos, do sexo masculino, com idades entre 18 e 45 anos, residentes na cidade de São Paulo, SP.

Antes da coleta, os participantes foram informados sobre todos os procedimentos que seriam realizados neste trabalho e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, autorizando a utilização dos dados para fins científicos. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp) (parecer nº 0113/09) de acordo com as normas da Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde envolvendo pesquisa com seres humanos. Foram excluídos deste trabalho indivíduos lesionados ou que não fossem ativos por, no mínimo, uma vez por semana em seis meses contínuos de qualquer atividade física.

Procedimentos

No primeiro dia de coleta, os indivíduos realizaram o teste de Força Máxima Dinâmica – FMD (Sistema Globus de Avaliação: Software Tesys Suite Globus®, Sistema Tesys 1000 Globus®, Encoder Globus® – Itália) com a perna dominante para determinar a carga de uma repetição máxima (1RM) para os extensores do joelho e vivenciaram o treinamento na plataforma vibratória (Plataforma Vibratória Physioplate Globus® – Itália). O Encoder, que é um codificador rotativo, já foi utilizado em outros estudos para determinação da potência máxima, do número de repetições e da velocidade de cada movimento²⁴⁻²⁶. Os dados provenientes do Encoder quantificam com precisão o deslocamento dos movimentos, com ou sem carga.

No segundo dia, após cinco minutos de aquecimento em bicicleta ergométrica (Life Fitness® 93ci – Estados Unidos) com carga entre 75 e 100 watts e 70 rotações por minuto, os indivíduos realizaram um dos três protocolos na plataforma vibratória GPL, GPD e GC. Após um minuto de intervalo, os voluntários foram submetidos a um teste de trabalho – *Work Test* (Sistema Globus de Avaliação – Itália) na cadeira extensora unilateral (Life Fitness Hammer Strenght® – Estados Unidos), para determinar as seguintes valências físicas:

- Trabalho médio – joules (J);
- Força média – newton (N);
- Potência média – watts (W);
- Velocidade média – metros por segundo (m/s).

Após no mínimo 48 horas, os indivíduos repetiam esta sequência, de forma randomizada, até que completassem os três protocolos.

No presente estudo, para realizar o *Work Test* utilizou-se uma série de repetições até a exaustão a 45% de 1RM encontrada no FMD. Este valor foi baseado em uma média dos valores utilizados por outros estudos²⁷⁻²⁹.

Os protocolos de agachamento, baseados no trabalho de Serravite *et al.*³⁰, foram:

Grupo plataforma ligada (GPL) – seis séries de 10 movimentos de agachamento unilateral (90°) na plataforma vibratória (30 Hz; amplitude de quatro a seis milímetros) com a perna dominante sendo um movimento a cada três segundos (Timer Globus® – Itália), totalizando 30 segundos de vibração.

Grupo plataforma desligada (GPD) – idem ao anterior, porém com a plataforma vibratória desligada.

Grupo controle (GC) – apenas o *Work Test* com a perna dominante.

Estudo piloto

Com o objetivo verificar possíveis erros nos protocolos aplicados e, principalmente, verificar se havia diferenças significantes quando comparadas perna dominante com não dominante, foram avaliados 16 indivíduos ativos, do sexo masculino, com idades entre 18 e 45 anos. Os mesmos protocolos já descritos foram realizados, mas repetidos de forma randomizada com a perna dominante e com a não dominante. A aplicação da análise estatística ANOVA (1fator) nos resultados obtidos não mostrou diferenças significantes em relação à dominância e, por isso, optou-se por realizar o estudo apenas com a perna dominante.

Análise estatística

Análise estatística ANOVA (1fator) foi aplicada para determinar se havia diferenças entre as médias dos grupos controle, plataforma desligada e plataforma ligada para cada variável estudada: trabalho, força, potência e velocidade. Constatada diferença, o teste de Tukey foi aplicado para determinar quais médias diferiam entre si. O nível de significância estabelecido foi de $p < 0,05$.

RESULTADOS

As variáveis analisadas foram: trabalho, força, potência e velocidade. Cada uma foi comparada em três situações: grupo controle (GC), grupo plataforma desligada (GPD) e grupo plataforma ligada (GPL). Apenas a variável velocidade apresentou diferença estatisticamente significantes quando comparados GC e GPL. (tabela 1)

Tabela 1. Médias e desvios padrão dos valores de trabalho, força, potência e velocidade para perna dominante nos grupos controle, plataforma desligada e plataforma ligada.

	Grupo controle (GC)	Grupo plataforma desligada (GPD)	Grupo plataforma ligada (GPL)
Trabalho (J)	352,4 ± 123,4	343,3 ± 157,1	280,7 ± 121,2
Força (N)	715,7 ± 191,8	699,6 ± 159,8	697,4 ± 192,0
Potência (W)	341,6 ± 122,5	314,8 ± 133,4	277,1 ± 122,2
Velocidade (m/s)	0,514 ± 0,184	0,470 ± 0,193	0,379 ± 0,182*

* $p < 0,05$ entre GC e GPL.

DISCUSSÃO

Alguns estudos analisaram o efeito do treino vibratório na *performance* muscular durante um período de treinamento. Bosco *et al.*¹, analisando o efeito de um programa de treino de 10 dias consecutivos (cinco séries diárias de 90 s de vibração), encontraram melhora significante na altura e na potência mecânica durante o teste de impulsão contínua de cinco segundos. Runge *et al.*²² verificaram em idosos que, depois de 12 semanas de treino vibratório, os avaliados tiveram 18% de ganho no tempo de se levantar da cadeira. Torvinen *et al.*⁴ mostraram um aumento significante na *performance* de impulsão (8,5%) e um aumento não significante na força isométrica de extensão dos membros (2,5%) após quatro meses de treino vibratório em jovens adultos. Bogaerts *et al.*¹⁰ observaram aumentos de 9,8% na contração isométrica, 10,9% na contração explosiva e 3,4% na massa muscular em senhores com mais de 60 anos treinando em plataforma vibratória há um ano. Paradisis e Zacharogiannis⁶ treinaram homens e mulheres durante seis semanas com vibração e observaram melhoras significantes na *performance* em corrida de velocidade e saltos. Jacobs e Burns²³ mostraram

que o efeito agudo da vibração provoca melhorias no treinamento muscular e na flexibilidade logo após o estímulo, aumentando a média de extensão de joelhos em 9,6%, o pico de torque em 7,7% e a flexibilidade em 4,7 cm. Todos estes estudos demonstraram que o treinamento vibratório causa melhorias significantes nas diversas variáveis estudadas.

Entretanto, corroborando outras pesquisas, os resultados do presente estudo não mostraram melhorias significantes com o treinamento vibratório. A avaliação de jogadoras de basquete mostrou não haver diferenças significantes para os saltos de altura, salto contra movimento e saltos 15 segundos em relação ao controle após 14 semanas com uma série de exercícios na plataforma vibratória depois do treinamento habitual¹³. Colson *et al.*¹¹, treinando jogadores de basquete masculinos e femininos por quatro semanas com plataforma vibratória, não observaram diferenças para o desempenho de salto contra movimento, salto rebote 30 segundos e corrida de 10 metros, apesar de verificarem aumentos da força isométrica dos extensores de joelho ($p > 0,001$) e do salto em altura ($p > 0,05$).

Os estudos que mostraram que o treinamento vibratório causa melhor nos resultados não compararam os efeitos da plataforma ligada com os da plataforma desligada sobre o mesmo exercício, sendo impossível determinar o que influenciou os resultados: se foram os treinamentos aplicados ou se foi o treinamento com vibração. No presente estudo, esta comparação foi feita de forma aguda para os grupos plataforma ligada e desligada, e a variável velocidade mostrou resultados que o treinamento vibratório causa piora e não melhora nos resultados. Apesar de não ter havido diferenças entre GPL e GPD, também não houve diferenças entre GPD e GC, sugerindo que foi a associação entre o treinamento vibratório e o exercício (e não o exercício sozinho) que impôs ao extensor do joelho um maior grau de solicitação resultando na fadiga muscular observada.

Existem relatos de que durante estímulos na plataforma vibratória ocorrem aumentos da atividade mioelétrica e da concentração de lactato capilar, o que poderia explicar o aumento de atividade na musculatura estimulada levando à fadiga¹².

Delecluse *et al.*⁵ treinaram mulheres três vezes por semana durante 12 semanas com o objetivo de investigar e comparar o efeito do treino de vibração e do treino de força do extensor do joelho. Para isso, os autores

separaram a amostra em quatro grupos: grupo vibração, em que a amostra realizava exercícios estáticos e dinâmicos do extensor do joelho na plataforma vibratória; grupo placebo, em que a amostra realizava exercícios estáticos e dinâmicos do extensor do joelho na plataforma mas sem vibração; grupo resistência muscular, que treinou o extensor do joelho com exercícios dinâmicos executados em máquinas; e o grupo controle, que não realizou qualquer treino. Os resultados mostraram que a força do extensor do joelho aumentou tanto no grupo vibração como no grupo resistência, enquanto que nos grupos placebo e controle não houve aumento significativo.

Apesar destes autores terem estudado um grupo vibração e um grupo placebo, eles não compararam um grupo com o outro. A comparação foi dentro do mesmo grupo, antes e após semanas de treinamento. Desta forma, não foi possível verificar a real influência da vibração sem comparar o grupo vibração com o grupo placebo.

Para a variável força, como era esperado, não houve resultados significantes, uma vez que a carga aplicada na cadeira extensora, definida pelo teste FMD, foi a mesma para os três protocolos seguidos pelo indivíduo.

CONCLUSÃO

A partir dos resultados encontrados neste estudo, concluímos que o treinamento na plataforma vibratória não exerceu influência no trabalho ou na potência nos extensores do joelho. Entretanto, na velocidade do movimento, o treinamento vibratório exerceu influência negativa, causando fadiga na musculatura estimulada. Como as evidências encontradas na literatura científica são contraditórias, novos estudos deveriam ser conduzidos levando-se em conta não só o efeito potencializador, mas também um possível efeito indutor de fadiga muscular, causado pelo estímulo vibratório.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a toda equipe do CEMAFE (Centro de Medicina da Atividade Física e do Esporte) e da Beone (Núcleo de Desenvolvimento da Performance Humana) que colaboraram diretamente neste estudo.

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.

REFERÊNCIAS

1. Bosco C, Cardinale M, Tsarpela O, Colli R, Tihanyi J, Von Duvillard SP, et al. The influence of whole body vibration on jumping performance. *Biol Sport* 1998;153:157-64.
2. Bosco C, Cardinale M, Tsarpela O. Influence of vibration on mechanical power and electromyogram activity in human arm flexor muscles. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1999;79:306-11.
3. Bosco C, Colli R, Introini E, Cardinale M, Tsarpela O, Madella A, et al. Adaptive responses of human skeletal muscle to vibration exposure. *Clin Physiol* 1999;19:183-7.
4. Torvinen S, Kannu P, Sievänen H, Järvinen TA, Pasanen M, Kontulainen S, et al. Effect of a vibration exposure on muscular performance and body balance. Randomized cross-over study. *Clin Physiol Funct Imaging* 2002;22:145-52.
5. Delecluse C, Roelants M, Verschueren S. Strength increase after whole-body vibration compared with resistance training. *Med Sci Sports Exerc* 2003;35:1033-41.
6. Paradisis G, Zacharogiannis E. Effects of whole-body vibration training on sprint running kinematics and endurance strength performance. *J Sports Sci* 2007;25:444-9.
7. Roelants M, Verschueren SM, Delecluse C, Levin O, Stijnen V. Whole-body-vibration-induced increase in leg muscle activity during different squat exercises. *J Strength Cond Res* 2006;20:124-9.
8. 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;20:257-61.
9. Issurin VB, Tenenbaum G. Acute and residual effects of vibration stimulation on explosive strength in elite and amateur athletes. *J Sports Sci* 1999;17:177-82.
10. Bogaerts A, Delecluse C, Claessens AL, Coudyzer W, Boonen S, Verschueren SM. Impact of whole-body vibration training versus fitness training on muscle strength and muscle mass in older men: a 1-year randomized controlled trial. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2007;62:630-5.
11. Colson SS, Pensini M, Espinosa J, Garrandes F, Legros P. Whole-body vibration training effects on the physical performance of basketball players. *J Strength Cond Res* 2010;24:999-1006.
12. Eckhardt H, Wollny R, Müller H, Bärtsch P, Friedmann-Bette B. Enhanced myofiber recruitment during exhaustive squatting performed as whole-body vibration exercise. *J Strength Cond Res* 2011;25:1120-5.
13. Fernandez-Rio J, Terrados N, Fernandez-Garcia B, Suman OE. Effects of vibration training on force production in female basketball players. *J Strength Cond Res* 2010;24:1373-80.
14. Lora MH, Granados SR, Corrales BS, Pérez LC. Whole body vibration: acute and residual effect on the explosive strength. *J Hum Sport Exerc* 2010;5:188-95.
15. Bosco C, Iacovelli M, Tsarpela O, Cardinale M, Bonifazi M, Tihanyi J, et al. Hormonal responses the whole-body vibration in men. *Eur J Appl Physiol* 2000;81:449-54.
16. Bazzett-Jones DM, Finch HW, Dugan EL. Comparing the effects of various whole-body vibration accelerations on counter-movement jump performance. *J Sports Sci Med* 2008;7:144-50.
17. Bautmans I, Van Hees E, Lemper JC, Mets T. The feasibility of whole body vibration in institutionalised elderly persons and its influence on muscle performance, balance and mobility: a randomised controlled trial [ISRCTN62535013]. *BMC Geriatr* 2005;5:17-24.
18. Kersch-Schindl K, Grapp S, Henk C, Resch H, Preisinger E, Fialka-Moser V, et al. Whole-body vibration exercise leads to alterations in muscle blood volume. *Clin Physiol* 2001;3:377-82.
19. Cardinale M, Lim J. Electromyography activity of vastus lateralis muscle during whole-body vibrations of different frequencies. *J Strength Cond Res* 2003;17:621-4.
20. Rhea MR, Bunker D, Marín PJ, Lunt K. Effect of tonic whole-body vibration on delayed-onset muscle soreness among untrained individuals. *J Strength Cond Res* 2009;23:1677-82.
21. Marín PJ, Bunker D, Rhea MR, Ayllón FN. Neuromuscular activity during whole-body vibration of different amplitudes and footwear conditions: implications for prescription of vibratory stimulation. *J Strength Cond Res* 2009;23:111-6.
22. Runge M, Rehfeld G, Resnick E. Balance training and exercise in geriatric patients. *J Musculoskelet Neuronal Interact* 2000;1:61-5.
23. Jacobs PL, Burns P. Acute enhancement of lower-extremity dynamic strength and flexibility with whole-body vibration. *J Strength Cond Res* 2009;23:51-7.
24. Jiménez-Jiménez R, Cuevas MJ, Almar M, Lima E, García-López D, De Paz JA, et al. Eccentric training impairs NF-kappaB activation and over-expression of inflammation-related genes induced by acute eccentric exercise in the elderly. *Mech Ageing Dev* 2008;129:313-21.
25. Machado A, García-López D, González-Gallego J, Garatachea N. Whole-body vibration training increases muscle strength and mass in older women: a randomized-controlled trial. *Scand J Med Sci Sports* 2010;20:200-7.
26. García-López D, Herrero AJ, González-Calvo G, Rhea MR, Marín PJ. Influence of "in series" elastic resistance on muscular performance during a biceps-curl set on the cable machine. *J Strength Cond Res* 2010;24:2449-55.
27. Thomas GA, Kraemer WJ, Spiering BA, Volek JS, Anderson JM, Maresh CM. Maximal power at different percentages of one repetition maximum: influence of resistance and gender. *J Strength Cond Res* 2007;21:336-42.
28. Simão R, Monteiro W, Araujo CGS. Fidedignidade inter e intradias de um teste de potência muscular. *Rev Bras Med Esporte* 2001;7:118-24.
29. Jozsi AC, Campbell WW, Joseph L, Davery SL, Evans WJ. Changes in power with resistance training in older and younger men and women. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 1999;54:M591-6.
30. Serravite D, Edwards D, Skidmore E, Signorile J. Acute effect of frequency, amplitude and load changes on oxygen consumption during whole body vibration. *Med Sci Sports Exerc* 2008;40:5161.