

## AVALIAÇÃO DE SINAIS ELETROMIOGRÁFICOS SUBMETIDOS À EXERCÍCIO DE VIBRAÇÃO DE CORPO INTEIRO: ENSAIO CLÍNICO TRANSVERSAL CONTROLADO E RANDOMIZADO

Karen Freitas de Faria<sup>1</sup>; Amanda Vieira Moreira<sup>2</sup>; Beatriz da Rocha Gonçalves Marchini<sup>3</sup>; Fábio Augusto d'Alegria Tuza<sup>4</sup>.

**RESUMO:** INTRODUÇÃO: Estudos indicam o Exercício de Vibração de corpo inteiro (EVCI) como uma ferramenta de reabilitação. A resposta dos músculos à fadiga, durante um exercício submáximo, se traduz num aumento do número de unidades motoras recrutadas, o que pode ser observado no sinal de eletromiografia (EMG) pelo aumento de sua amplitude. OBJETIVO: Avaliar os efeitos do EVCI através de sinais eletromiográficos em indivíduos adultos. MÉTODOS: Trata-se de ensaio clínico transversal randomizado em bloco e controlado. Desenvolvido na Clínica Escola de Fisioterapia da UNIG – Nova Iguaçu – RJ, com população entre 18 à 60 anos de idade. Foram avaliados 22 indivíduos divididos em 02 grupos: Controle (11) e EVCI (11). RESULTADOS: Evidenciou-se aumento do recrutamento de fibras musculares durante o EVCI em 5Hz (p 0,0002), 10Hz (p 0,0009), 20Hz (p 0,0009) e 30Hz (p 0,0009). CONCLUSÃO: A EMG é uma ferramenta eficaz na captação de sinais durante o EVCI...

**Palavras-chave:** Vibração de corpo inteiro. Eletromiografia. Fadiga muscular.

### Área Temática Fisioterapia

**ABSTRACT:** INTRODUCTION: Studies indicate Whole Body Vibration Exercise (WBSV) as a rehabilitation tool. The response of muscles to fatigue during submaximal exercise is translated into an increase in the number of recruited motor units, which can be observed in the electromyography (EMG) signal by the increase in its amplitude. OBJECTIVE: To evaluate the effects of EVCI through electromyographic signals in adult subjects. METHODS: This is a cross-sectional randomized controlled block clinical trial. Developed in the Physiotherapy School Clinic of UNIG - Nova Iguaçu - RJ, with a population between 18 and 60 years old. We evaluated 22 individuals divided into 02 groups: Control (11) and EVCI (11). RESULTS: An increase in muscle fiber recruitment was evidenced during EVCI at 5Hz (p 0.0002), 10Hz (p 0.0009), 20Hz (p 0.0009) and 30Hz (p 0.0009). CONCLUSION: EMG is an effective tool in signal capture during EVCI.

**Keywords:** Whole-body vibration. Electromyography. Muscle Fatigue.

<sup>1</sup>Discente do Curso de Fisioterapia da Universidade Iguaçu. Nova Iguaçu – Rio de Janeiro. Participante do Programa de Iniciação Científica da UNIG e do Grupo de pesquisa GPqSE Grupo de Pesquisa em Saúde e Envelhecimento.

<sup>2</sup>Discente do Curso de Fisioterapia da Universidade Iguaçu. Nova Iguaçu – Rio de Janeiro. Participante do Programa de Iniciação Científica da UNIG e do Grupo de pesquisa GPqSE Grupo de Pesquisa em Saúde e Envelhecimento.

<sup>3</sup>Discente do Curso de Fisioterapia da Universidade Iguaçu. Nova Iguaçu – Rio de Janeiro. Participante do Programa de Iniciação Científica da UNIG e do Grupo de pesquisa GPqSE Grupo de Pesquisa em Saúde e Envelhecimento.

<sup>4</sup>Orientador. Docente do Curso de Fisioterapia da Universidade Iguaçu. Nova Iguaçu – Rio de Janeiro. Participante do Grupo de pesquisa GPqSE - Grupo de Pesquisa em Saúde e Envelhecimento.

## INTRODUÇÃO

A vibração de corpo inteiro (VCI) surgiu no final dos anos 1990 e, na última década, os exercícios de vibração de corpo inteiro (EVCI) se tornaram uma modalidade de treinamento cada vez mais popular (MILANESE; CAVEDON; SANDRI; TAM et al., 2018). É reconhecida como uma modalidade de exercício alternativa eficaz ao exercício de resistência por sua capacidade de aumentar a força e potência, gerar capacidade no músculo esquelético, aumentar a massa óssea e melhorar a função cardiovascular (PAINEIRAS-DOMINGOS; SÁ-CAPUTO; MOREIRA-MARCONI; MOREL et al., 2017).

A VCI é uma ferramenta de exercício ou reabilitação que utiliza uma plataforma terrestre gerando oscilações verticais que resultam em contrações musculares reflexa. A exposição à vibração dirigida ao corpo através dos pés demonstrou efeitos positivos de treinamento e reabilitação muscular, provavelmente por causa dos aumentos associados à atividade muscular induzida por vibração, fluxo sanguíneo e temperatura muscular (HAZELL; LEMON, 2012).

A exposição aguda a VCI demonstrou aumentar as concentrações séricas de hormônio anabólico (testosterona e hormônio do crescimento) e pode causar danos musculares e inflamação (GIMINIANI; N; CAPUANO; PONZETTI et al., 2020; LORETO; RANCHELLI; LUCIDI; MURDOLO et al., 2004). Além disso, há um aumento significativo no volume de oxigênio ( $VO_2$ ) durante e após uma sessão de exercício agudo de VCI em comparação com a mesma sessão de exercícios sem vibração (HAZELL; LEMON, 2012).

As alterações fisiológicas inerentes ao envelhecimento como a falta de equilíbrio, alterações na marcha, diminuição da força muscular, baixa acuidade visual, alteração da propriocepção e da cognição estão relacionadas à alta prevalência de quedas na população idosa (HALLAL; MARQUES; CASTRO; SPINOSO et al., 2013).

A fadiga muscular pode ser definida como a incapacidade do músculo esquelético de gerar elevados níveis de força muscular ou manter esses níveis ao longo do tempo. A resposta dos músculos à fadiga, durante um exercício submáximo, se traduz num aumento do número de unidades motoras recrutadas e/ou na sua sincronização, o que pode ser observado no sinal eletromiográfico pelo aumento de sua amplitude (KRONBAUER; CASTRO; OHLWEILER, 2010).

## METODOLOGIA

Trata-se de ensaio clínico transversal randomizado em bloco e controlado. Desenvolvido na Clínica Escola de Fisioterapia da UNIG – Nova Iguaçu – RJ, com população entre 18 à 60 anos de idade, no período de junho a setembro de 2022. Foram avaliados 22 indivíduos divididos em 02 grupos: Controle (11) e EVCI (11). O Protocolo obedeceu às orientações da declaração de Helsinki e Resolução nº 466/2012, e foi aprovado pelo Comitê de Ética (CEP) da Universidade Iguaçu – CAAE: 53412921.1.0000.8044.

A população desta pesquisa foram indivíduos adultos. Estes foram separados de forma randomizada em 02 (dois) grupos: Grupo Exercício Vibratório de Corpo Inteiro com Frequência Fixa (GEVCI FF) e Grupo Exercício Vibratório de Corpo Inteiro com Frequência Progressiva (GEVCI FP).

Foram determinados como critérios de exclusão: Não assinatura do termo de consentimento livre esclarecido (TCLE); Condições cardiovasculares, neuromusculares ou metabólicas que proíbam o exercício; Cirurgia da parte inferior do corpo nos seis meses anteriores; Uso de medicamentos para doenças cardiovasculares ou neuromusculares crônicas; Contraindicações para vibração de corpo inteiro de acordo com os critérios do fabricante.

Primeira parte do protocolo inicia-se com a realização dos exames, o voluntário foi informado a respeito da necessidade da suspensão do fumo ao menos 02 horas da realização dos ensaios, não ingestão de café e/ou álcool em um período inferior a 6 horas e abstenção de exercícios vigorosos por pelo menos 24h antes de chegar à clínica escola.

No dia da avaliação, foi devidamente informado sobre o conteúdo dos testes e assinou termo de consentimento livre e esclarecido – TCLE. Em seguida foi preenchida ficha de identificação e anamnese.

Massa corporal e estatura foram medidas em todos os participantes com aproximação de 0,1 kg e 0,01 m respectivamente, com o sujeito vestindo roupas íntimas e sem sapatos.

Para a captação do sinal eletromiográfico foi utilizado o módulo de aquisição Miotool 400, com 4 canais (Miotec®, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil), juntamente com o software de aquisição. O membro inferior avaliado foi o não dominante. Para a colocação dos eletrodos inicialmente realizou-se a a tricotomia e abrasão da pele com algodão e álcool, para diminuir a impedância. Posteriormente, para o músculo gastrocnêmio lateral, o voluntário permaneceu sobre a plataforma com os pés apoiados, um eletrodos foi posicionado no ventre muscular e de outro eletrodo de referência foi posicionado na tuberosidade anterior da tíbia

(CINI; LIMA, 2014).

A intervenção na plataforma vibratória (Kikos® 204 – São Paulo – Figura 1) foi dividida para cada grupo e realizada conforme protocolo: Grupo EVCI FF - 1 minuto inicial de repouso, 3 minutos de EVCI com uma frequência fixa de 5HZ, finalizando com 1 minuto de repouso, totalizando 5 minutos de intervenção. O Grupo EVCI FP – variando a frequência após cada repouso. Sendo, 1 minuto inicial de repouso, 3 minutos de EVCI com frequência de 5HZ, 1 minuto de repouso, 3 minutos de EVCI com frequência de 10HZ, 1 minuto de repouso, 3 minutos de EVCI com frequência de 20HZ, 1 minuto de repouso, 3 minutos de EVCI com frequência de 30HZ, 1 minuto final de repouso, totalizando 16 minutos de intervenção.

Durante o treinamento na plataforma o indivíduo segurou as mãos na manobra da plataforma, permaneceu com os joelhos fletidos a 30º e pés descalços.

**Figura 1** - Plataforma vibratória (Kikos® 204 – São Paulo)



**Fonte:** De autoria própria

O software comercial Origin® 8.0 (Microcal Software Inc., Massachusetts, USA) foi usado para comparar as diferenças entre os grupos. Comparando 2 grupos diferentes, foram utilizados testes T-Independente e Mann-Whitney. Comparando o mesmo grupo em situações diferentes: T-Dependente e Wilcoxon. Os resultados com  $p < 0.05$  foram estatisticamente significativos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No presente estudo a função do sinal EMG foi possibilitar observar se o exercício de vibração de corpo inteiro (EVCI) poderia influenciar no recrutamento de fibras musculares do músculo gastrocnêmio lateral do membro não dominante. A captação do sinal

eletromiográfico do músculo e os dados adquiridos estão apresentados na tabela 1.

A figura 1 apresenta os respectivos valores da frequência mediana (Fmed) do grupo EVCI FF no tempo de repouso ( $p=0,05027$ ) e com frequência fixa de 5Hz ( $p=0,42554$ ). No grupo EVCI FP a Fmed durante o repouso o ( $p=0,02137$ ), em 5Hz ( $p=0,12325$ ), 10Hz ( $p=0,01575$ ), 20Hz ( $p=0,00435$ ), 30Hz ( $p=0,22951$ ).

		EVCI FF	P	EVCI FP	p
REPOUSO	Media	2,6 ± 1,3	0,0285	3,2 ± 3,1	0,00232
	F Media	221 ± 26	0,53585	203 ± 25	0,55948
	<b>F Mediana</b>	192 ± 44	<b>0,05027</b>	147 ± 32	<b>0,02137</b>
5 Hz	Media	34 ± 10	0,73425	27 ± 13,4	0,00172
	F Media	239 ± 7	0,98806	245 ± 36	0,00821
	<b>F Mediana</b>	227 ± 9	0,42554	222 ± 22	0,12325
10 Hz	Media	***	***	23,1 ± 8,1	0,4474
	F Media	***	***	242 ± 26	0,00004
	<b>F Mediana</b>	***	***	225 ± 17	<b>0,01575</b>
20 Hz	Media	***	***	28,8 ± 8,1	0,72553
	F Media	***	***	250 ± 38	0,00008
	<b>F Mediana</b>	***	***	230 ± 27	<b>0,00435</b>
30 Hz	Media	***	***	35,8 ± 16,5	0,28247
	F Media	***	***	248 ± 43	0,00684
	<b>F Mediana</b>	***	***	223 ± 31	0,22951

**Tabela 1.** Dados da frequência mediana do grupo controle e grupo EVCI

Vale ressaltar que nesse estudo além do estímulo vibratório da plataforma os voluntários permaneciam com os joelhos fletidos a 30º realizando um leve agachamento isométrico. KAY et al. (2000) definia que através da análise dos parâmetros eletromiográficos, a identificação da fadiga muscular era relatada em protocolos que utilizam contrações isométricas. Em contraponto, OLIVEIRA et al. (2005) acreditava que contrações dinâmicas nos quais se evidencia este fenômeno pela diminuição da frequência mediana e aumento da amplitude do sinal eletromiográfico

Norali e Som (2009) definem a eletromiográfica como o estudo da função muscular

através da análise do potencial elétrico proveniente do próprio músculo. A eletromiografia tem a Fmed como um parâmetro que reflete a velocidade de condução da fibra muscular e o recrutamento das unidades motoras, o qual o seu valor diminuí com a exposição do indivíduo a fadiga muscular, sendo ela usualmente utilizada para detectar a fadiga fisiológica. Dependendo do nível de ativação muscular durante a execução do movimento, a sua intensidade e duração da solicitação muscular, podem possibilitar interferências relativas à fadiga muscular.

Entende se que a fadiga muscular na eletromiografia é uma atividade a qual produz alterações nos padrões de ativação muscular, dispondo da análise do sinal eletromiográfico. Para Mannion & Dolan (1996) a fadiga muscular é caracterizada como lapso para manter um rendimento ou execução durante uma atividade constante ou sustentada. De acordo com Jorgessen et al (1998) a fadiga é considerada uma ação dinâmica tempo-dependente efetuada no sistema neuromuscular.

Beck (2015) acreditava que as vibrações mecânicas geradas pela plataforma vibratória poderiam ser transmitida ao corpo do paciente produzindo exercício vibratório de corpo inteiro, que em condições biomecânicas controladas, era considerada uma alternativa de atividade física eficaz e segura.

Este estudo aponta EVCI através da plataforma vibratória como um exercício eficiente para recrutar unidades musculares sem gerar fadiga nas frequências de 5 Hz, 10Hz e 20Hz. Comprovando que o método pode efetivamente prevenir lesões secundárias evitando exposições a frequências de 30Hz e em um menor tempo de solicitação muscular inferior a 3 minutos.

## CONCLUSÃO

Pela apresentação da ampla e complexa temática, a eletromiografia se mostrou uma ferramenta eficaz na captação de sinais durante o exercício de vibração de corpo inteiro. Houve recrutamento de fibras musculares durante o EVCI nas frequências de 5, 10 e 20 Hz sem gerar fadiga muscular.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. MILANESE, C; CAVEDON, V; SANDRI, M; et al. Metabolic effect of bodyweight whole-body vibration in a 20-min exercise session: A crossover study using verified vibration stimulus. **PLoS One**. (1):e0192046;13, January 2018.

2. PAINEIRAS DOMINGOS L, SÁ-CAPUTO D, MOREIRA-MARCONI E, et al. Can whole body vibration exercises affect growth hormone concentration? A systematic review. *Growth factors (Chur, Switzerland)*;35(4-5), 2017.
3. HAZELL T, LEMON P. SYNCHRONOUS. Whole-body vibration increases VO<sub>2</sub> during and following acute exercise. *European journal of applied physiology*.112(2),2012.
4. Giminiani RD, N NR, Capuano L, Ponzetti M, Aielli F, Tihanyi J. Individualized Whole Body Vibration: Neuromuscular, Biochemical, Muscle Damage and Inflammatory Acute Responses. *Dose-response : a publication of International Hormesis Society*.18(2),2020.
5. LORETO CD, RANCHELLI A, LUCIDI P, MURDOLO G, PARLANTI N, CICCIO AD, ET AL. Effects of whole-body vibration exercise on the endocrine system of healthy men. *Journal of endocrinological investigation*.;27(4), 2004.
6. HALLAL CZ, MARQUES NR, CASTRO A, SPINOSO DH, ROSSI DM, GARCIA JAM, ET ALNAVEGA MT, GONÇALVES M. Variabilidade de parâmetros eletromiográficos e cinemáticos da marcha de idosos. *Motriz*; 19:141-150, 2013.
7. KRONBAUER, G.A; CASTRO, F.A.D.S; OHLWEILER, Z.N.C. Electromyographical analysis of submaximal isometric contraction in older and young adults. *Geriatrics & Gerontologia*;4(2):57-61, 2010.
8. KRONBAUER, G.A; CASTRO, F.A.D.S; OHLWEILER, Z.N.C. Electromyographical analysis of submaximal isometric contraction in older and young adults. *Geriatrics & Gerontologia*.;4(2):57-61,2010.
9. CINI, A; LIMA, C.S. Electromyographic analysis of the biceps femoris, rectus femoris and vastus lateralis during three variations supine bridge. *Caderno de Educação Física e Esporte*, Marechal Cândido Rondon.12(2):53-9, 2014.
10. KAY, D; St CLAIR GIBSON, A.; MITCHELL, M.J.; LAMBERT, M.I.; NOAKES, T.D. Different neuromuscular recruitment patterns during eccentric, concentric and isometric contractions. *J. Electromyogr. Kinesiol.*, v.10, n.6, p.425-31, 2000.
11. OLIVEIRA, A.S.C.; GONÇALVES, M.; CARDOZO, A.C.; BARBOSA, F.S.S. Electromyographic fatigue threshold of the bicepsbrachii muscle during dynamic contraction. *Electromyogr. Clin. Neurophysiol.*, v.45, p.167-75, 2005.
12. NORALI, A.N.; SOM M.H.M. Surface electromyography signal processing and application: A review. In: Proceedings of the International Conference on ManMachine Systems (ICoMMS). Anai. Malaysia, p.1-9, 2009.
13. MANNION, A.F.; DOLAN, P. Relationship between myoelectric and mechanical manifestations of fatigue in the quadriceps femoris muscle group. *Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.*, v.74, n.5, p.411-9, 1996.
14. JORGENSEN, K.; FALLENTIN, N.; KROGH-LUND, C.; JENSEN, B. Electromyography and fatigue during prolonged, lowlevel static contractions. *Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.*, v.57, n.3, p.316-21, 1988.
15. Beck BR. Vibration therapy to prevent bone loss andfalls: Mechanisms and efficacy. *Curr Osteoporos Rep*13:381-389, 2015.