

EFEITO DAS VIBRAÇÕES MECÂNICAS NA CIRCULAÇÃO SANGUÍNEA PERIFÉRICA: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA PARA EXPLICAR RUBORES DEVIDO À PRESENÇA DE VIBRAÇÃO DO CORPO INTEIRO (VCI)

Dornela, J.G., julianadornela@yahoo.com.br
Duarte, M.L.M., mlduarte@dedalus.lcc.ufmg.br

GRAVI_{SH/UFMG}: Grupo de Acústica e Vibrações em Seres Humanos da UFMG, PPGMEC/UFMG: Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Minas Gerais, Av. Antônio Carlos, 6627 – Pampulha, Belo Horizonte/MG, Brasil, 31270-901.

Resumo: *Por meio de uma revisão bibliográfica realizada sem delimitação de data em bibliotecas e bases de dados como, Medline, Lilacs, Bireme, PubMed, Wiley Interscience, Science Direct e portal de periódicos Capes, uma série de estudos sobre os efeitos das vibrações mecânicas na circulação sanguínea periférica foram analisados. O propósito para a realização desse estudo foi devido a um fenômeno ocorrido em uma pesquisa realizada no Grupo de Acústica e Vibrações em Seres Humanos (GRAVI_{SH/UFMG}), em que, um voluntário submetido à vibração de corpo inteiro (VCI) apresentou rubor na região dos membros superiores e cervical durante o estímulo. Acredita-se que essa reação do sistema circulatório esteja relacionada com as vibrações mecânicas, visto que imediatamente após a vibração ter sido cessada, o rubor desapareceu. Portanto, o presente trabalho tem como objetivo apresentar uma revisão bibliográfica atualizada sobre o assunto, ou seja, os efeitos das vibrações mecânicas na circulação sanguínea periférica, de modo a se tentar justificar tal fenômeno. Pode-se ver através dos estudos encontrados que realmente a presença da vibração mecânica é um agente estimulador da circulação sanguínea periférica podendo portanto justificar tal fato, embora não exista consistência nos dados encontrados em relação a qual frequência é capaz de causar tal reação. Cabe ressaltar também que, por se tratar de uma revisão bibliográfica que tenta verificar a correlação entre vibração e circulação periférica, não é objetivo deste trabalho apresentar de forma detalhada as condições do teste realizado e sim, informar os parâmetros básicos de vibração que devem ser considerados para uma comparação com a bibliografia encontrada.*

Palavras-chave: *vibração mecânica, circulação sanguínea periférica, vibração de corpo inteiro (VCI), rubor, fluxo sanguíneo periférico.*

Lista de abreviações

VCI = vibração de corpo inteiro
DNA = ácido desoxirribonucléico
RNAm = ácido ribonucléico mensageiro
NO = óxido nítrico
NOe = óxido nítrico endotelial
NOs = óxido nítrico sintase
H = homens
M = mulheres

1. INTRODUÇÃO

Vibrações mecânicas são estímulos físicos que estão presentes em diversos ambientes como os ocupacionais, que abrangem equipamentos da construção civil, meios de transporte rodoviário, ferroviário, etc., indústrias em geral, mineradoras, como também estão presentes no cotidiano da população. Ultimamente, determinados níveis de vibrações são utilizados como modalidade terapêutica (Chaves, 2010; da Silva, 2010) e esportiva, como por exemplo, para o fortalecimento muscular (de Araújo, 2010; Couto, 2009), apesar da maioria dos trabalhos existentes na literatura tais como (Bongers et al., 1988), (Bovenzi and Hulshof, 1999) ainda tratar sobre os seus efeitos insalubres.

A circulação periférica, segundo Berne, Levy (2000) apud Lohman III et al., (2007), pode ser considerada como aquela cujo fluxo sanguíneo dirige-se para o sistema muscular (músculos) e para o sistema tegumentar (epiderme e derme). Os mecanismos para a regulação da circulação periférica são dependentes do estado metabólico do tecido e são realizados por 2 controles, o local e o do sistema nervoso central. O controle local refere-se, por exemplo, quando uma determinada localidade está sendo estimulada e acontece um aumento do metabolismo local. Dessa forma, as células

locais reagem de forma que os vasos sanguíneos dilatam e ocorre o aumento do aporte sanguíneo para o suprimento da maior demanda metabólica. O outro controle é realizado pelo sistema nervoso e consiste na captação do estímulo e no envio de informações nervosas ao local de maior metabolismo, de modo a contribuir para que a dilatação dos vasos sanguíneos ocorra e proporcione aumento do fluxo sanguíneo local.

A substância responsável por promover a vasodilatação na circulação sanguínea é o óxido nítrico (NO). Este é sintetizado a partir de informações originadas no DNA das células, que transcrevem as informações de produção de óxido nítrico (NO) para o RNAm que envia tal informação aos tecidos dos vasos sanguíneos (endotélio) onde as enzimas óxido nítrico (NOs) estão presentes e recebem a informação para síntese do NO. Nos vasos sanguíneos o óxido nítrico (NO) exerce função na modelação do diâmetro e da resistência vascular pela sua habilidade em relaxar o músculo liso do vaso sanguíneo (Wong e Marsden, 1996).

Tendo sido feita uma breve introdução a vibração e seus efeitos, assim como sobre a circulação sanguínea periférica e seu mecanismo, o próximo passo é investigar a correlação que existe entre estes dois fenômenos.

2. MOTIVAÇÃO E OBJETIVO

Em um experimento realizado pelo Grupo de Acústica e Vibrações em Seres Humanos da Universidade Federal de MG - GRAVI_{SH/UFGM} para se estudar os efeitos das vibrações de corpo inteiro (VCI) na audição humana, observou-se que 1 dos voluntários apresentou na região cervical e nos membros superiores alguns pontos de rubor, conforme pode ser visto na Figura 1. Porém, logo após o estímulo ter cessado estes sinais desapareceram. Desta forma, associou-se tal fenômeno à presença da vibração. Os parâmetros utilizados no teste foram frequência de 5 Hz, amplitude de aceleração de $2,45\text{m/s}^2$ no eixo vertical (eixo-Z conforme a norma ISO2631-1, 1997) e duração de aproximadamente 8 minutos.

Entretanto, em estudo anterior (Izumi, 2006) também realizado no GRAVI_{SH/UFGM} para avaliação dos efeitos da vibração na audição em condições de estimulação semelhantes (6 Hz, $2,45\text{ m/s}^2$, eixo-Z, 18 minutos), nenhum dos 13 voluntários apresentaram esse efeito de rubor na pele.

Diante de tal fato, o presente artigo tem como objetivo realizar uma revisão bibliográfica crítica e atualizada sobre o assunto, a saber, qual seria o efeito das vibrações mecânicas na circulação sanguínea periférica de modo a justificar o resultado encontrado na pesquisa do GRAVI_{SH/UFGM}. Apesar da estimulação dos testes ter sido VCI, outros tipos de estímulo vibratório também foram pesquisados de modo a dar maior subsídio para o entendimento dos efeitos sobre a circulação sanguínea periférica. Como a proposta do artigo não é a avaliação das condições do teste propriamente ditas, mais sim, uma correlação entre a vibração e sua influência na circulação sanguínea periférica, não é escopo do trabalho apresentar a metodologia do teste de forma detalhada e sim, apenas os parâmetros básicos da vibração para que os resultados possam ser comparados com a bibliografia pesquisada.



Figura 1: Foto do rubor na região cervical durante estimulação vibratória

3. METODOLOGIA

Conforme mencionado no item anterior, a metodologia aqui apresentada se refere apenas a forma como foi realizada a revisão bibliográfica. A metodologia detalhada do teste torna-se irrelevante para a análise em questão, desde que as informações básicas da vibração tenham sido reportadas para comparação com a bibliografia consultada. Tais informações serão novamente mencionadas quando da discussão dos resultados encontrados.

A metodologia deste trabalho refere-se, portanto a pesquisa de artigos que relacionavam vibração mecânica, local ou de corpo inteiro, com seus efeitos sobre a circulação sanguínea periférica. A pesquisa foi realizada sem delimitação de data, em bibliotecas e bases de dados tais como, Medline, Lilacs, Bireme, Pubmed, Wiley Interscience, Science Direct e portal de periódicos Capes. Os estudos serão apresentados em ordem cronológica e em forma de tabelas de modo a facilitar a comparação entre eles. Foram pesquisados artigos tanto na língua inglesa, quanto portuguesa e que continham os termos “whole body vibration”, “local vibration”, “peripheral blood circulation”, “redness”.

4. RESULTADOS

A Tabela 1 refere-se aos estudos sobre as influências das vibrações mecânicas na circulação sanguínea periférica, encontrados de acordo com a metodologia apresentada no item anterior. A 1ª coluna desta tabela será utilizada na **Tabela 2** para referência ao estudo em questão. Os principais parâmetros da vibração utilizados nos trabalhos estão sistematizados na 4ª coluna, tentando-se padronizar as informações necessárias para uma análise posterior com os resultados experimentais que geraram esta revisão. As conclusões obtidas nestes estudos auxiliarão nesta análise.

Tabela 1. Efeitos da vibração na circulação sanguínea periférica

#	Referência	Amostra	Condições de teste Vibrações; Método avaliação fluxo sanguíneo;	Conclusões
1	Hood e Higgins (1965)	<ul style="list-style-type: none"> 27 cachorros; 	<ul style="list-style-type: none"> VCI senoidal no eixo x; 6 e 10 Hz a 0,3g (pico de aceleração); 	<ul style="list-style-type: none"> 10 Hz: diminuição da resistência vascular periférica, o que indica vasodilatação; 6 Hz: resultados semelhantes foram encontrados porém sem diferença significativa.
2	Huclická e Wright (1978)	<ul style="list-style-type: none"> Coelhos; 	<ul style="list-style-type: none"> 22-62 Hz VCI ; Eixo da vibração não especificado; Fluxo sanguíneo no músculo gastrocnêmio foi avaliado; 	<ul style="list-style-type: none"> Fluxo sanguíneo aumentou rapidamente 2 s após início da estimulação; Aumento do fluxo sanguíneo indica uma considerável dilatação dos vasos sanguíneos da musculatura.
3	Kersch-Schihl et al., (2001)	<ul style="list-style-type: none"> 20 adultos saudáveis (12 H e 8 M); Idade: 25-35 anos. 	<ul style="list-style-type: none"> Fluxo sanguíneo musculatura da perna (gastrocnêmio e quadríceps) avaliado com ultrasonografia Doppler; Plataforma vibratória Galileo 2000; 26 Hz, 3mm de amplitude; VCI eixo Z; 3 exposições seguidas com duração de 3 minutos cada, totalizando 9 minutos: <ul style="list-style-type: none"> -Exposição 1: em pé e paralelos, -Exposição 2: em pé e joelhos flexionados 60°, -Exposição 3: em pé joelhos rotacionados 30° externamente. 	<ul style="list-style-type: none"> Todos os sujeitos tiveram mudança na coloração da pele, eritema, dos pés e da panturrilha mais visivelmente; Houve aumento significativo da circulação sanguínea muscular da panturrilha e coxa após os exercícios; Resistência vascular periférica foi significativamente reduzida; Aumento do número de vasos visualizados, com diâmetro mínimo de 2 mm, refletiu que a vibração induziu a ampliação dos pequenos vasos. Tal ampliação dos capilares facilita a passagem de maior quantidade de moléculas, portanto percebe-se o aumento do rubor da região dos músculos e cutânea da panturrilha e pés, caracterizando aumento do fluxo sanguíneo periférico;

#	Referência	Amostra	Condições de teste Vibrações; Método avaliação fluxo sanguíneo;	Conclusões
4	Zhang, Ericson and Styf (2003)	<ul style="list-style-type: none"> 6 adultos saudáveis (3H e 3M); Idade média de 29 anos. 	<ul style="list-style-type: none"> Fluxo sanguíneo da musculatura tibial anterior foi avaliado por meio da Pletismografia; vibrador eletrodinâmico (LING V650); Vibração randômica local transmitida ao pé esquerdo de cada sujeito sentado; 5-2000 Hz, 16-46 m/s² (rms); Duração de 3 minutos; Direção axial do vibrado (direção perpendicular ao pé). 	<ul style="list-style-type: none"> Aumento médio total de 20% do fluxo sanguíneo na musculatura tibial durante a vibração foi encontrado quando comparado com o valor antes do estímulo; Aumento de 24% do fluxo sanguíneo foi encontrado imediatamente após exposição à vibração; O aumento do fluxo sanguíneo está associado à dilatação dos vasos; A influência dos diferentes tipos de vibração e duração da exposição, no fluxo sanguíneo periférico, necessita de maiores investigações.
5	Sackner et al., (2005)	<ul style="list-style-type: none"> 14 sujeitos saudáveis: - idade média 44 anos; 40 pacientes com doenças inflamatórias: -idade média 64 anos; 	<ul style="list-style-type: none"> Avaliação do óxido nítrico (NO) na circulação do dedo indicador por meio da Pletismografia; Plataforma vibratória Acceleration Therapeutics AT101; 140 ciclos/min e amplitude de aceleração de 2,2 m/s²; VCI deslocamento horizontal de 2 cm; Período estimulação 45 minutos; Sujeitos deitados em um colchão sobre a plataforma (supino); Espessura colchão não informada. 	<ul style="list-style-type: none"> Todos os sujeitos toleraram os 45 minutos de estimulação sem interrupção; Os sujeitos apresentaram atraso do tempo de reflexão das ondas, o que caracteriza vasodilatação das artérias dos membros; VCI aumentou a tensão de cisalhamento no endotélio, estresse hemodinâmico, e este acarreta aumento do RNAm que leva informação para síntese de NO endotelial que ocasiona a vasodilatação que permite o aumento do fluxo sanguíneo e melhora para pacientes com doenças inflamatórias; VCI pode ser uma atividade complementar para aqueles pacientes cuja condição médica limita atividades físicas.
6	Mester, Kleinoder e Yue, (2006)	<ul style="list-style-type: none"> 2 sujeitos saudáveis (1 H e 1 M). -Homem: 43 anos -Mulher: 24 anos. 	<ul style="list-style-type: none"> Fluxo sanguíneo avaliado por meio de análise hidrodinâmica; Sujeitos em pé na plataforma vibratória Power Plate; 30, 40 e 50 Hz; Amplitude de 2 e 4 mm; Cada sujeito foi exposto a 6 testes que correspondem a combinação de cada parâmetro acima; Duração de 30 s; Eixo de vibração não informado. 	<ul style="list-style-type: none"> Tensão de cisalhamento nos vasos sanguíneos devido a vibração ocasionou dilatação dos capilares e consequente aumento do fluxo sanguíneo nas fibras musculares.

#	Referência	Amostra	Condições de teste Vibrações; Método avaliação fluxo sanguíneo;	Conclusões
7	Lohman III et al., (2007)	<ul style="list-style-type: none"> • 45 sujeitos saudáveis (22M e 23H); • Idade entre 18 e 43 anos; 	<ul style="list-style-type: none"> • Avaliação do fluxo sanguíneo na pele dos membros inferiores, por meio da ultrasonografia Doppler, antes, logo após e 10 min após estimulação; • Plataforma vibratória norte americana Power Plate; • VCI eixo Z; • 30 Hz e amplitude de 5-6 mm; • 3 grupos de 15 pessoas; • -Grupo 1= exercícios + vibração, • -Grupo 2= exercícios (agachamento), • -Grupo 3= vibração; • Duração estimulação 180 s cada grupo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento do fluxo sanguíneo na pele foi significante somente com a exposição à VCI isolada; • Exercícios para membros inferiores, associados à vibração ou isolados, não aumentaram o fluxo sanguíneo na pele; • Vibração mecânica têm efeito nas células endoteliais, sendo que o estresse endotelial acarreta o aumento da produção de óxido nítrico, que possui função relaxadora das células musculares proporcionando vasodilatação dos vasos sanguíneos que conseqüentemente aumenta o fluxo do sangue. • Vibração é uma alternativa viável para intervenção em indivíduos com fluxo sanguíneo reduzido principalmente nos membros inferiores.
8	Button et al., (2007)	<ul style="list-style-type: none"> • 20 sujeitos saudáveis (10M e 10H); • Idade entre 40 e 65 anos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Vibração mecânica multidirecional, Arapal Technologies Ltd (ATL); • 60 Hz; • Duração 30 min cada etapa; • Amplitude não fornecida; • 2 etapas: • 1) efeito placebo, • 2) exposição : sujeito sentado com um vibrador embaixo do pé direito e o outro vibrador “assento” embaixo da musculatura glútea; • Pletismografia: método utilizado para avaliação do fluxo sanguíneo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Vibração mecânica com o equipamento ATL aumentou o fluxo sanguíneo periférico da panturrilha 26%, enquanto no grupo placebo observou-se um aumento de 12% do fluxo sanguíneo; • O pico de fluxo sanguíneo ocorreu aproximadamente aos 22 minutos de estimulação vibratória.

#	Referência	Amostra	Condições de teste Vibrações; Método avaliação fluxo sanguíneo;	Conclusões
9	Lythgo et al., (2008)	<ul style="list-style-type: none"> • 9 adultos saudáveis do sexo masculino; • Idade média de 21,8 anos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Avaliação da VCI no fluxo sanguíneo da perna utilizando o ultrassom Doppler ; • Plataforma vibratória Galileo 900; • VCI rotatória; • 5-30 Hz e amplitude de deslocamento de 2,5 e 4,5 mm; • As frequências foram avaliadas de 5 em 5Hz; • Cada sujeito foi exposto a: <ul style="list-style-type: none"> - 12 combinações de vibração, com joelho flexionados a 50°, durante 5 séries de 1 minuto, com descanso de 1 minuto entre cada série . -agachamento sem vibração sob as mesmas condições. 	<ul style="list-style-type: none"> • Velocidade do fluxo sanguíneo das pernas aumentou 3 vezes (46 cm/s) durante os exercícios sem vibração (agachamento) e quatro vezes (59 cm/s) com o estímulo vibratório se comparada com o período antecedente aos estímulos cuja velocidade do fluxo sanguíneo foi de 14 cm/s; • na amplitude de 4,5 mm, observou-se um maior efeito na velocidade sanguínea, sendo esta 27% maior se comparado quando na amplitude de 2,5 mm; • Frequência de vibração teve efeito significativo sobre o pico do fluxo sanguíneo, sendo que a partir da frequência de 5 Hz foi observado que o pico do fluxo sanguíneo foi significativamente maior se comparado durante os exercícios sem vibração; • 30 Hz: fluxo sanguíneo foi 50% maior quando comparado com os exercícios sem vibração; • Exercício associado a vibração ocasionou aumento significativo do fluxo sanguíneo nas pernas se comparado com exercícios isolados; • VCI pode ser segura e efetiva na modalidade de exercícios passivos que visam o aumento do fluxo sanguíneo nas pernas; • Exercícios associados à amplitude de 2,5 mm e frequências de 5-20 Hz possuem maior capacidade de aumentar o fluxo sanguíneo nas pernas em comparação aos exercícios isolados, sendo então, mais seguros de serem recomendados do que os exercícios de altas amplitudes e frequências que podem ser transmitidas para as partes superiores do corpo.

5. DISCUSSÃO

A **Tabela 2** mostra um sumário dos estudos apresentados na **Tabela 1** de modo a verificar quais as variações entre os diversos trabalhos. Tal verificação irá auxiliar na comparação dos resultados apresentados com aquele obtido no teste que gerou esta revisão.

Tabela 2. Sumário dos estudos apresentados Tabela 1

Tipo de estudo	Humanos	Animais			
Estudo #	3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9	1 e 2			
Local da avaliação no corpo	Membros inferiores	Geral (corpo todo)	Dedo Indicador	Não informado	
Estudo #	2, 3, 4, 7, 8 e 9	6	5	1	
Direções de vibrações avaliadas	Vertical	Longitudinal	Multidirecional	Rotatória	Não informaram
Estudo #	3, 4 e 7	1 e 5	8	9	2, 6
Tipo de exposição	VCI isolada	Vibração local	VCI e Exercícios físicos		
Estudo #	1, 2, 3, 5, 6, 7 e 9	4, 8	3, 7 e 9		
Tipo de efeito	Vasodilatação/Aumento do fluxo sanguíneo				
Estudo #	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9				
Parâmetros dinâmicos mínimos: frequência amplitude, duração e direção	Informaram todos	Não informaram de maneira completa			
Estudo #	3, 4, 5, 7, 9	1, 2, 6, 8			

Analisando-se a **Tabela 2** foi observado que a maioria dos estudos foi realizada com humanos, mas alguns com animais também foram encontrados.

A maioria dos estudos avaliou o efeito da vibração na circulação sanguínea dos membros inferiores, sendo que o efeito que se pretende justificar neste estudo ocorreu na região dos membros superiores. Nos estudos que investigaram tal influência, o local de avaliação não foi reportado de forma explícita.

Porém, todos os 9 estudos encontrados que relacionavam a vibração com a circulação sanguínea concordaram que aquela contribuiu para o aumento do fluxo sanguíneo. Dessa forma, levando-se em consideração os resultados da revisão bibliográfica descrita acima, pode-se inferir que o aparecimento do rubor na região dos membros superiores e cervical ocorrido no voluntário da pesquisa do GRAVI_{SH/UFMG}, como consequência do aumento do fluxo sanguíneo periférico, pode ter sido provocado pela presença da vibração que contribuiu para o aumento das forças de cisalhamento nas paredes dos vasos sanguíneos. Tal inferência pode ser feita devido ao desaparecimento do rubor após o estímulo vibratório ter cessado.

Observou-se também que houve variação entre os estudos revisados a respeito do tipo de vibrações utilizadas, sendo que 2 usaram vibração local e 7 vibração de corpo inteiro, e também, em relação aos valores de frequência que variaram de 2,3 a 2000 Hz, sendo esta última correspondente a vibração randômica. Da mesma forma como foram encontrados estudos (estudo # 9) que mencionam a correlação entre a circulação sanguínea e a frequência, outros que também avaliaram os efeitos em mais de uma frequência (estudo #1) concluíram que apesar do aumento do fluxo sanguíneo, os efeitos foram independentes da frequência utilizada.

Portanto, embora a frequência de vibração no estudo de Izumi (2006) tenha sido ligeiramente diferente (6 Hz ao invés de 5 Hz) do estudo que se pretende correlacionar, este fato por si só não pode ser considerado o motivo para a diferença dos achados nos dois estudos. Isto porque, em todos os trabalhos reportados, houve um aumento do fluxo sanguíneo, independente do valor de frequência utilizado.

Apesar de não ter sido mencionado, o voluntário gerador deste artigo encontrava-se também visivelmente ansioso. Portanto, a associação com a ansiedade do participante pode ter sido o motivo pelo qual no estudo de Izumi (2006) tal

fenômeno (rubor na pele) não aconteceu com os voluntários. Portanto, para verificação desta hipótese, faz-se necessário que seja feita uma revisão sobre a associação da circulação sanguínea periférica com a ansiedade. Entretanto, esta associação não foi motivo de estudo neste presente trabalho.

Segundo Griffin (1996) a avaliação dos efeitos da vibração na saúde, conforto e realização de tarefas envolve considerações a respeito tanto da frequência, quanto da direção, duração e amplitude do estímulo. Porém, percebe-se que entre os 9 estudos avaliados somente 5 informaram essas características dinâmicas consideradas básicas para se alcançar resultados considerados confiáveis e comparáveis sobre os efeitos do estímulo vibratório. Sendo assim, para que conclusões a respeito dos efeitos da vibração na circulação sanguínea periférica ou na saúde em geral sejam obtidas de maneira confiável, é necessária uma padronização desses parâmetros básicos na metodologia das pesquisas.

6. CONCLUSÃO

Este trabalho teve como objetivo verificar a correlação entre a presença de vibração e o aumento da circulação sanguínea periférica que é a responsável por fenômenos de rubor na pele. Há na literatura poucos estudos que abordam os efeitos das vibrações na circulação sanguínea periférica, sendo a maioria, pesquisas recentes e que investigaram os efeitos nos membros inferiores, ao contrário do que se verificou no caso do GRAVI_{SH/UFMG} (rubor na região dos membros superiores) em análise.

Apesar disto, através da realização dessa pesquisa bibliográfica é possível concluir que no estudo realizado no GRAVI_{SH/UFMG} houve um aumento das forças de cisalhamento nas paredes dos vasos sanguíneos periféricos que ocasionaram vasodilatação e rubor em determinados locais nos membros superiores e região cervical do voluntário. Porém, todos os trabalhos encontrados, independente do valor de frequência utilizado e o tipo de vibração empregado, verificaram tal fenômeno. Por se tratar de um caso isolado, maior número de voluntários deve ser estudado, principalmente quanto à associação com a ansiedade, visto que em pesquisa anterior relacionada ao mesmo tipo de estudo reportado (Izumi, 2006), onde apenas a frequência foi ligeiramente superior (6 Hz, ao invés de 5 Hz) não foi verificado tal efeito em nenhum dos 13 participantes.

Portanto, diante dos estudos relatados nessa revisão bibliográfica foi possível verificar apenas que a vibração mecânica, tanto local quanto de corpo inteiro, ocasiona aumento do fluxo sanguíneo periférico. A influência da frequência pode ser associada provavelmente ao percentual de aumento do fluxo sanguíneo, sendo que mais investigações neste sentido tornam-se necessárias. Além disto, informações como amplitude, direção e duração do estímulo vibratório devem ser reportados de forma concisa de modo a permitir uma comparação entre os estudos. Porém, cabe ressaltar que em nenhum dos estudos analisados tais parâmetros foram similares aos utilizados no estudo do caso relatado no GRAVI_{SH/UFMG}, apesar de terem chegado a conclusões semelhantes.

7. AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer ao auxílio FAPEMIG (projeto TEC-APQ-00951-09), assim como ao CNPq, CAPES e PPGMEC/UFMG.

8. REFERÊNCIAS

- Berne RM, Levy MN: Principles of Physiology, Third Edition. Mosby, Inc., St. Louis, MO. 2000; 256–64 apud Lohman III, EB., Petrofsky, JS., Maloney-Hinds, C., Betts-Schwab, H., Thorpe, D., 2007, “The effect of whole body vibration on lower extremity skin blood flow in normal subjects” *Med Sci Monit.*, vol. 13(2), pp 71-76.
- Bongers, PM., Boshuizen, HC., Hulshof, CTJ., Koemeester, AP., 1988, “Back disorders in crane operators exposed to whole body vibration”, *Int. Arch. Environment Health*, vol.60, pp. 129-37.
- Bovenzi, M., Hulshof, CTJ., 1999, “An update review of epidemiologic studies on the relationship between exposure to whole body vibration and low back pain”, *Int. Arch. Environment Health*, vol.72, pp. 351-65.
- Button, C., Anderson, N., Bradford, C., Cotter, JD., Ainslie, PN., 2007, “The effect of multidirectional mechanical vibration on peripheral circulation of humans” *Clin Physiol Funct Imaging*, vol. 27, pp 211–216.
- Chaves, M.E.A., 2010, O Efeito Analgésico da Vibração CONEM2010, Campina Grande/PB.
- Couto, B.P., 2009, Efeito da Vibração Mecânica na Direção da Contração Muscular Durante o Treinamento Isométrico Sobre o Desempenho de Membros Inferiores, Dissertação de Mestrado, DEMEC/UFMG.
- De Araújo, P.A., 2010, Vibração de Corpo Inteiro como Recurso Para Ganho de Força Muscular: Uma Revisão de Literatura, Relatório Interno, GRAVI_{SH/UFMG}, Departamento de Engenharia Mecânica da UFMG.
- Da Silva, F.S., 2010, Vibração de Corpo Inteiro como Coadjuvante no Tratamento da Osteoporose: Uma Revisão da Literatura, Relatório Interno, GRAVI_{SH/UFMG}, Departamento de Engenharia Mecânica da UFMG.
- Griffin, MJ., 1996, Handbook of human vibration, Academic Press, London, edition 1996.
- Huclická, O., Wright, A., 1978, “The effect of vibration on blood flow in skeletal muscle in the rabbit”, *Clin Sci Mol Med.*, vol. 55(5), pp 471-6.
- Hood JR. WB., Higgins, LS., 1965, “Circulatory and respiratory effects of whole-body vibration in anesthetized dogs” *Appl Physiol* vol. 20, pp 1157-1162.
- ISO 2631/1, 1997, International Organization for Standardization – “Mechanical Vibration and Shock – Evaluation of Human Exposure to Whole-Body Vibration – Part1:General Requirements”, Second Edition.

- Izumi,R.,2006, “Efeitos da vibração de corpo inteiro e níveis de pressão sonora elevados na mudança temporária de limiar auditivo” Dissertação de Mestrado, DEMEC/UFMG, pp.1-94.
- Joyner, MJ., Dietz, NM., 1997, “Nitric oxide and vasodilatation in humans limb” J. Appl. Physiol., vol 83(6), pp 1785-96.
- Kerschman-Schindl, K., Grampp, S., Henk, C., Resch, H., Preisinger, E., Fialka-Moser, V., Imhof, H., 2001, “Whole body vibration exercise leads to alterations in muscle blood volume.” Clinical Physiology, vol. 21, pp 377-382.
- Lythgo, N., Eser,P., Groot,P., Galea, M.,2009, “Whole-body vibration dosage alters leg blood flow” Clin Physiol Funct Imaging , vol. 29, pp 53–59.
- Lohman III, EB., Petrofsky, JS., Maloney-Hinds,C., Betts-Schwab, H., Thorpe, D., 2007, “The effect of whole body vibration on lower extremity skin blood flow in normal subjects” Med Sci Monit., vol. 13(2), pp 71-76.
- Mester, J., Kleinoder, H., Yue, Z., 2006, “Vibration training: benefits and risks” Journal of Biomechanics, vol 39, pp 1056-1065.
- Sackner, MA., Gummels, E., Adams, JA., 2005, “Nitric Oxide Is Released Into Circulation With Whole-Body, Periodic Acceleration” American College of Chest Physicians, vol. 127, pp 30-39.
- Wong GKT, Marsden PA. Nitric oxide synthases: regulation in disease. Nephrol Dial Transplant, 1996; 11:215-20.
- Zhang, Q., Ericson, K., Styf, J., 2003, “Blood flow in the tibialis anterior muscle by photoplethysmography during foot-transmitted vibration” Eur J Appl Physiol, vol. 90, pp 464–469.

9. DIREITOS AUTORAIS

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído no seu trabalho.

EFFECTS OF MECHANICAL VIBRATION ON PERIPHERAL BLOOD CIRCULATION: BIBLIOGRAPHIC REVIEW TO EXPLAIN REDNESS CAUSED BY THE PRESENCE OF WHOLE BODY VIBRATION (WBV)

**Dornela, J.G, julianadornela@yahoo.com.br
Duarte, M.L.M, mlduarte@dedalus.lcc.ufmg.br**

Abstract: *Through a bibliographic review without delimiting date in libraries and databases such as Medline, Lilacs, Bireme, PubMed, Wiley Interscience, Science Direct and portal periodicals' Capes, several studies on the effects of mechanical vibrations in peripheral blood circulation were analyzed. The purpose to conduct this study was due to a phenomenon occurring in a survey conducted in the Group of Acoustics and Vibrations in Human Beings (GRAVISH/UFMG), in which a volunteer underwent whole-body vibration (WBV) showed redness in the region upper limb and neck during the stimulus. It is believed that this reaction of the circulatory system is related to mechanical vibrations, since immediately after the vibration was stopped, the redness disappeared. Therefore, this paper aims to present an updated review on the subject, the effects of mechanical vibration on peripheral blood circulation, so if you try to explain this phenomenon. It can be seen across the studies actually found that the presence of mechanical vibration is an agent that stimulates blood flow peripheral parts and therefore can justify this fact, although there is no consistency in the data found in relation to what often is able to cause such a reaction. It is noteworthy also that, because it is a literature review that attempts to verify the correlation between vibration and peripheral circulation, is not objective of this work present in detail the conditions of the tests done and yes, inform the basic parameters of vibration that should be considered for a comparison with the literature found.*

Keywords: *mechanical vibration, peripheral blood circulation, whole-body vibration (WBV), redness, peripheral blood flow.*