

ALER RIBEIRO DE ALMEIDA

**COMPARAÇÃO DOS EFEITOS DA VIBRAÇÃO DE CORPO INTEIRO E  
VIBRAÇÃO LOCALIZADA SOBRE O DESEMPENHO NOS TESTES DE 1RM E  
CVM**

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional/UFMG

2015

ALER RIBEIRO DE ALMEIDA

**COMPARAÇÃO DOS EFEITOS DA VIBRAÇÃO DE CORPO INTEIRO E  
VIBRAÇÃO LOCALIZADA SOBRE O DESEMPENHO NOS TESTES DE 1RM E  
CVM**

Dissertação de mestrado do curso de Pós-Graduação em Ciências do Esporte da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG.

Área de concentração: Treinamento Esportivo

Orientador: Prof. Dr. Bruno Pena Couto

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional/UFMG

2015

## DEDICATÓRIA

À meus pais Alan e Alice,  
À minha irmã Aline,  
À meus segundos pais Renato e Carla,  
À minha querida esposa Nathália.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço à todos os membros do LAC que sempre estiveram dispostos a ajudar.

Aos meus orientadores Bruno e Leszek, pelos ensinamentos.

À meus pais Alan e Alice e minha irmã Aline que mesmo de longe sempre torceram por mim e me incentivaram.

À Deus que esteve sempre guiando meus caminhos.

À minha segunda família, Renato, Carla e Bruno que sempre acreditaram em mim.

Agradeço em especial à minha esposa Nathália, pela paciência, amor e dedicação nesses difíceis dois anos.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|   |    |
|---|----|
| Figura 1 - Diferentes formatos de onda.....   | 22 |
| Figura 2 - Parâmetros da oscilação sinusoidal.....  | 22 |
| Figura 3 - Dois principais modelos de deslocamento de plataformas vibratórias. No modelo sincronizado as pernas estendem e flexionam ao mesmo tempo, provocando uma aceleração puramente linear sob o tronco. No modelo alternado as pernas direita e esquerda operam em anti-fase, introduzindo um movimento rotacional a coluna lombar..... | 23 |
| Figura 4 - Posturas corporais adotadas.....   | 24 |
| Figura 5 - Aplicação de vibração mecânica no tendão do músculo alvo.....  | 25 |
| Figura 6 - Aplicação de vibração mecânica na resultante da força muscular.....  | 25 |
| Figura 7 - Adição de vibrações mecânicas diretamente no peso a ser deslocado.....   | 26 |
| Figura 8 - Representação esquemática do reflexo miotático.....  | 28 |
| Figura 9 - Representação das coordenadas para vibrações mecânicas.....  | 31 |
| Figura 10 - Delineamento do estudo.....   | 35 |
| Figura 11 - Motor trifásico.....  | 37 |
| Figura 12 - Posicionamento do motor para aplicação da vibração localizada.....  | 37 |
| Figura 13 - Plataforma vibratória.....  | 38 |
| Figura 14 - Inversor de frequência.....   | 38 |
| Figura 15 - Posicionamento da plataforma para aplicação da vibração de corpo inteiro.....   | 39 |
| Figura 16 – Goniômetro.....   | 40 |
| Figura 17 – Biomonitor.....   | 40 |
| Figura 18 - Acelerômetro.....   | 40 |
| Figura 19 - Célula de carga.....  | 41 |
| Figura 20 - Amplificador.....   | 41 |
| Gráfico 1 - EMGrms normalizada do bíceps braquial e braquiorradial durante o teste de 1RM.....  | 47 |
| Gráfico 2 - Tempo de execução da fase concêntrica do movimento durante o teste de 1RM.....  | 47 |
| Gráfico 3 - Peso deslocado durante o teste de 1RM.....  | 48 |
| Gráfico 4 - EMGrms normalizada do bíceps braquial e braquiorradial durante o teste de CVM.....  | 49 |
| Gráfico 5 - Força isométrica durante o teste de CVM.....  | 49 |

## LISTA DE TABELAS

|               |    |
|---------------|----|
| Tabela 1..... | 45 |
| Tabela 2..... | 46 |

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- 1RM – Uma Repetição Máxima
- CCI – Coeficiente de Correlação Intraclasse
- CVM – Contração Voluntária Máxima
- CVMn - Contração Voluntária Máxima para normalização
- CV - Coeficiente de variação
- EMG – Eletromiografia
- EMGrms – Eletromiografia *root mean square*
- EPM – Erro Padrão de medida
- eVDV - *Estimated vibration dose value*
- RTV – Reflexo tônico de vibração
- SV – Sem vibração
- TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
- VCI – Vibração de Corpo Inteiro
- VL – Vibração Localizada

## SUMÁRIO

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO .....</b>   | <b>12</b> |
| 1.1 Objetivos.....  | 15        |
| 1.1.1 Objetivo geral .....  | 15        |
| 1.1.2 Objetivos específicos.....  | 15        |
| <br>  |           |
| <b>2 HIPÓTESES .....</b>  | <b>16</b> |
| <br>  |           |
| <b>3 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>   | <b>17</b> |
| 3.1 Força muscular .....  | 17        |
| 3.1.1 Adaptações ao treinamento de força.....   | 17        |
| 3.1.2 Mensuração da força muscular .....  | 18        |
| 3.2 Aplicações do Teste de 1RM.....   | 19        |
| 3.3 Aplicações do teste de CVM .....  | 20        |
| 3.4 Vibrações Mecânicas.....  | 21        |
| 3.4.1 Tipos de vibração mecânica .....  | 23        |
| 3.4.2 Parâmetros do treinamento com vibrações mecânicas .....   | 26        |
| 3.4.3. Efeitos das vibrações mecânicas sobre o sistema músculo esquelético .....                      | 27        |
| 3.4.4 Vibrações mecânicas e desempenho esportivo.....   | 29        |
| 3.4.5 Segurança no treinamento com vibrações .....  | 30        |
| 3.5 Efeito agudo da aplicação de vibrações mecânicas sobre o desempenho nos testes de 1RM e CVM ..... | 31        |
| <br>  |           |
| <b>4 MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>   | <b>34</b> |
| 4.1 Delineamento do estudo .....  | 34        |
| 4.2 Amostra .....   | 35        |
| 4.2.1 Cálculo amostral.....   | 36        |
| 4.2.2 Caracterização da amostra.....  | 36        |
| 4.3 Cuidados Éticos .....   | 36        |
| 4.4 Materiais .....   | 36        |
| 4.5 Procedimentos .....   | 41        |
| 4.5.1 Familiarização .....  | 41        |
| 4.5.2 Teste de CVM para normalização (CVMn) .....   | 42        |
| 4.5.3 Testes de 1RM.....  | 42        |
| 4.5.4 Teste de CVM para verificação do efeito da vibração (CVM).....                                  | 43        |
| 4.5.5 Cálculo do <i>estimated vibration dose value</i> (eVDV).....                                    | 43        |
| 4.6 Análise estatística .....   | 44        |
| <br>  |           |
| <b>5 RESULTADOS .....</b>   | <b>45</b> |
| 5.1 Teste de CVM para normalização (CVMn) .....   | 46        |
| 5.2 Teste de 1RM .....  | 46        |
| 5.3 Teste de CVM para verificação do efeito da vibração (CVM).....                                    | 48        |
| 5.4 Acelerometria .....   | 50        |

|                                |           |
|--------------------------------|-----------|
| <b>6 DISCUSSÃO .....</b>       | <b>51</b> |
| <b>7 CONCLUSÃO.....</b>        | <b>57</b> |
| <br>                           |           |
| <b>REFERÊNCIAS .....</b>       | <b>58</b> |
| <br>                           |           |
| <b>ANEXOS E APÊNDICES.....</b> | <b>67</b> |

## RESUMO

Diversos estudos indicam que a aplicação de vibrações mecânicas pode contribuir para o aumento da força muscular máxima. O objetivo deste trabalho foi verificar os efeitos agudos da aplicação da vibração de corpo inteiro e da vibração localizada sobre o desempenho nos testes de 1RM no exercício rosca direta e de CVM de flexores do cotovelo. A amostra foi composta por 15 voluntários do sexo masculino, com média de idade de  $25.6 \pm 3.96$  anos. Todos os voluntários estavam inseridos regularmente em um programa de treinamento de força para membros superiores há pelo menos seis meses ininterruptos. Todos os voluntários compareceram em pelo menos sete sessões, sendo uma sessão de familiarização e seis sessões de testes. Cada uma das condições [testes sem vibração (SV), testes com vibração de corpo inteiro (VCI) e testes com vibração localizada (VL)] foi realizada em duas sessões subsequentes, separadas por um intervalo de 48 horas. A ordem das sessões de testes foi aleatorizada a partir do procedimento de quadrados latinos. Na familiarização os voluntários realizaram uma série do exercício rosca direta, sem aplicação de vibração, para estimativa do valor de 1RM. Após uma pausa de cinco minutos os voluntários realizaram duas séries de duas repetições, com 95% da 1RM estimada, em cada uma das três condições, com intervalos de três minutos entre as séries. Nas sessões de testes os voluntários realizaram inicialmente o teste de CVM, para normalização dos dados de eletromiografia (CVMn), composto por três séries de seis segundos e intervalo de cinco minutos entre as séries. Após um intervalo de 10 minutos foi realizado o teste de 1RM em uma das condições do estudo, composto por no máximo cinco tentativas, com intervalo de cinco minutos entre elas. Ao final do teste de 1RM, respeitando um intervalo de 30 minutos, foi realizado o teste de CVM em uma das condições do estudo (SV, VCI ou VL), para verificação do efeito da vibração mecânica sobre a atividade eletromiográfica e sobre o pico de força máxima durante a CVM. Foi respeitado um intervalo de pelo menos 120 horas entre os pares de sessões de uma mesma condição experimental. A EMGrms normalizada do bíceps braquial e do braquiorradial durante os testes de 1RM e de CVM apresentou valores significativamente maiores ( $p < 0,05$ ) na condição VL em relação às condições VCI e SV, tendo a condição VCI apresentado valores significativamente maiores ( $p < 0,05$ ) em relação à condição SV. O peso deslocado no teste de 1RM na condição VL foi significativamente maior ( $p < 0,05$ ) em relação à condição SV. Não houve diferença entre as condições VCI e SV e VCI e VL. Os valores de força encontrados no teste de CVM na condição VL foram significativamente maiores em relação às condições SV e VCI, tendo a condição VCI apresentado valores de força significativamente maiores em relação à condição SV. Foi possível concluir que a aplicação de VL aumentou o desempenho no teste de 1RM e de CVM, enquanto a aplicação de VCI aumentou apenas o desempenho no teste de CVM.

Palavras-chave: Vibração localizada. Vibração de corpo inteiro. Força muscular. 1RM. CVM.

## ABSTRACT

Several studies indicate that the application of mechanical vibrations may contribute to the increase of the maximum muscle strength. The objective of this study was to investigate the acute effect of the application of whole body vibration and localized vibration on the performance in the 1RM tests and MVC. The sample consisted of 15 male volunteers with a mean age of  $25.6 \pm 3.96$  years. All volunteers were inserted regularly in a strength training program for upper limbs for at least six consecutive months. All volunteers attend at least seven sessions, with a familiarization session and six test sessions. Each of the conditions (without vibration (WV) with whole body vibration (WBV) and localized vibration (LV)) was carried out in two subsequent sessions separated by an interval of 48 hours. The order of conditions in the test sessions was randomized from the Latin Squares procedure. In familiarization the volunteers performed a series of exercise of elbow flexion without the application of vibration, to estimate the value of 1RM. After a five minute break volunteers were submitted to a set of two repetitions with 95% of the estimated 1RM in each of the three conditions, on three minute intervals between sets. In the test sessions the volunteers initially performed the MVC test for normalization of electromyography data (MVCn), composed of three sets of six seconds and five minutes rest between sets. After a 10 minute interval was performed 1RM test in a study of the conditions, composed of a maximum of five attempts, with five minutes apart. At the end of the 1RM test, an interval of 30 minutes, was the CVM test conducted in one of the study conditions (WV, WBV or LV), for checking the mechanical vibration effect on the electromyography activity and the peak maximum strength during MVC. A range of at least 120 hours sessions between pairs of the same experimental condition was observed. The normalized EMGrms the biceps and brachioradialis during the 1RM tests and MVC was significantly higher ( $p < 0.05$ ) in LV condition in relation to the WBV and WV conditions, having the WBV condition presented significantly higher values ( $p < 0.05$ ) compared to the WV condition. The weight shifted in the 1RM test in LV condition was significantly higher ( $p < 0.05$ ) compared to the WV condition. There was no difference between the conditions and WV, WBV and WBV and LV. The force values found in MVC test in LV condition were significantly higher compared to WV and WBV conditions, having the WBV condition presented significantly higher strength values compared to WV condition. Therefore, the application of LV affect performance in the 1RM test and CVM, while applying WBV only affect performance in MVC test.

Keywords: Localized vibration. Whole body vibration. Muscle strength. 1RM. MVC.

## 1 INTRODUÇÃO

A importância do treinamento de força apresenta-se consolidada para o rendimento dos atletas das mais variadas modalidades, bem como para manutenção ou melhora na qualidade de vida de praticantes de exercícios que não buscam rendimentos atléticos. Estudos realizados durante as últimas décadas vêm constatando a eficácia do treinamento de força no aprimoramento da força máxima, resistência de força, hipertrofia e potência, levando, conseqüentemente, a melhorias no desempenho esportivo (DURAK, PETERSON e PETERSON, 1990; BEMBEN *et al.*, 2000; SKOVGAARD *et al.*, 2014). Na busca por uma maior eficiência nos ganhos de força muscular, atletas e não atletas vêm apresentando um crescente interesse na aplicação de vibrações mecânicas durante os treinos de força (JORDAN *et al.* 2005; MARÍN e RHEA, 2010; RITTWEGER, 2010).

As vibrações são oscilações sofridas por um corpo (RITTWEGER, 2010). Essas oscilações podem originar alterações no comprimento muscular, provocando um reflexo semelhante ao reflexo de estiramento, denominado Reflexo Tônico de Vibração (RTV) (MARTIN e PARK, 1997). Esse reflexo envolve a estimulação do fuso muscular por meio da ativação de sinais neurais e de fibras musculares via motoneurônios alfa (RITTWEGER, BELLER e FELSEMBERG, 2000). Diversos trabalhos verificaram um aumento significativo da atividade eletromiográfica (EMG) durante a aplicação de vibrações mecânicas, quando comparado à realização de um mesmo exercício sem vibração (CARDINALE e BOSCO, 2003; CARDINALE e LIM, 2003; LUO, MCNAMARA e MORAN, 2007). Esse aumento da EMG pode ser atribuído à presença do RTV (MARTIN e PARK, 1997, CARDINALE e BOSCO, 2003).

Os resultados da aplicação da vibração mecânica sobre a força muscular são ainda controversos (ISSURIN, LIEBERMANN e TENENBAUM, 1994; COUTO *et al.*, 2012). Estes resultados controversos parecem ser consequência da utilização e combinação de diferentes parâmetros de vibração, com variações no tempo de exposição à vibração, na frequência da vibração (número de ciclos de oscilação por segundo, dada em Hz) e na sua amplitude (deslocamento do movimento oscilatório, registrado em mm) (OSAWA, OGUMA e ISHII, 2013). As variações na frequência e na amplitude da vibração levam, conseqüentemente, a modificações na aceleração imposta pela vibração (ISSURIN, 2005). Além desses parâmetros, o nível de treinamento dos indivíduos (COCHRANE, 2010), o grau de tensão gerado pela musculatura, a postura corporal adotada durante os exercícios (HARAZIN e GRZESIK, 1998), o tipo de ação muscular realizada, a intensidade do

treinamento (RØNNESTAD, 2009; COCHRANE, 2010) e o tipo de vibração (VCI ou VL) também podem influenciar nos resultados da aplicação de vibração mecânica.

As vibrações podem ser aplicadas por meio da vibração de corpo inteiro (VCI) e da vibração localizada (VL). A VCI é um método de aplicação indireta, utilizando geralmente plataformas vibratórias, onde o indivíduo permanece de pé sobre esta plataforma e as vibrações são transmitidas aos músculos pelos tecidos corporais (LUO, MCNAMARA e MORAN, 2005). Entretanto, durante a transmissão do impulso vibratório, pode ocorrer a dissipação da energia de vibração (DRUMMOND *et al.*, 2014). Esta dissipação pode fazer com que os músculos alvo, principalmente os mais distantes da fonte de vibração, não experimentem os possíveis efeitos da vibração (LUO, MCNAMARA e MORAN, 2007; DRUMMOND *et al.*, 2014). Por consequência, é possível que a aplicação da VL possa gerar melhores resultados em comparação à VCI. Entretanto, não foram encontrados estudos que comparassem os efeitos da aplicação de VCI e de VL sobre o mesmo músculo alvo.

Na VL os estímulos vibratórios podem ser aplicados diretamente no ventre muscular (MARTIN e PARK, 1997), no tendão do músculo alvo (LUO, MCNAMARA e MORAN, 2007), com a adição da vibração diretamente no peso a ser deslocado (POSTON *et al.*, 2007) ou ainda na resultante das forças musculares (SILVA, COUTO e SZMUCHROWSKI, 2008; COUTO *et al.*, 2012). Tendo em vista que o objetivo da aplicação de vibração mecânica é gerar rápidos alongamentos musculares, para estimulação dos fusos musculares, a aplicação de vibração localizada na direção da resultante das forças musculares gera trações na mesma direção e em sentido oposto ao da contração muscular. Fato que poderia aumentar ainda mais o aproveitamento da energia de vibração. A aplicação deste tipo de vibração localizada durante o treinamento isométrico repercutiu em um maior aumento crônico da força muscular quando comparado ao treinamento isométrico convencional (SILVA, COUTO e SZMUCHROWSKI, 2008; COUTO *et al.*, 2012). Nestes estudos, o treinamento era composto por séries de contrações voluntárias máximas (CVMs) durante as quais eram aplicadas vibrações na direção da resultante das forças musculares. Estes autores atribuíram estes maiores efeitos crônicos a um maior estímulo de treinamento devido a uma produção de força, em cada uma das séries de contração voluntária máxima (CVM) com vibração na direção da resultante das forças musculares, superior à produção de força gerada nas séries de CVM realizadas sem vibração. Contudo, não foram encontrados estudos que verificaram a força gerada durante a CVM realizada com a aplicação de vibração localizada aplicada na direção da resultante das forças musculares.

Independentemente da aplicação ou não de vibrações mecânicas, é essencial que seja realizada a avaliação da força muscular para prescrição e verificação da eficácia do treinamento de força (MAUD e FOSTER, 2006). O aprimoramento no desempenho pode ser monitorado por meio do teste de CVM (SALE, 1991) ou do teste de uma repetição máxima (1RM) (LEVINGER *et al.*, 2007).

De acordo com Rønnestad (2009), a aplicação de vibração mecânica durante o teste de 1RM pode alterar os resultados deste teste. Este autor comparou o efeito de três diferentes frequências (20 Hz, 30 Hz e 50 Hz) de VCI aplicada durante o teste de 1RM sobre o desempenho nesse teste, no exercício agachamento. Os resultados mostraram que a VCI aumentou o desempenho no teste de 1RM, quando utilizando a frequência de 50 Hz, em comparação ao teste sem vibração. Porém, nesse estudo foi aplicada apenas a VCI e foram verificados os efeitos deste tipo de vibração no desempenho de membros inferiores no teste de 1RM. Não foram encontrados trabalhos que comparassem os efeitos da aplicação de VCI e de VL sobre o desempenho do teste de CVM e 1RM em membros superiores.

Alguns estudos adotam o resultado do teste de 1RM, realizado sem a aplicação de vibrações, como referência para a prescrição da intensidade do treinamento com e sem a aplicação de vibrações mecânicas (ISSURIN, LIEBERMANN e TENEBBAUM, 1994; RØNNESTAD, 2009). Portanto, o peso a ser utilizado durante os exercícios aos quais os voluntários serão submetidos se baseia em valores percentuais do peso máximo deslocado no teste de 1RM sem vibração. Uma vez que a aplicação de vibrações mecânicas durante o teste de 1RM pode alterar o desempenho neste teste (RØNNESTAD, 2009), a intensidade do treinamento de força realizado com aplicação de vibração, prescrita com base nos resultados do teste de 1RM realizado sem a aplicação de vibrações, pode estar subestimada.

Desta forma, ressalta-se a importância da análise dos efeitos da vibração sobre o teste de CVM e 1RM.

## 1.1 Objetivos

### 1.1.1 Objetivo geral

O objetivo deste trabalho foi verificar os efeitos agudos da aplicação da vibração de corpo inteiro e da vibração localizada sobre o desempenho nos testes de 1RM no exercício rosca direta e de CVM dos músculos flexores do cotovelo.

### 1.1.2 Objetivos específicos

- Comparar o desempenho no teste de 1RM realizado com a aplicação de vibração de corpo inteiro, com aplicação de vibração localizada e sem a aplicação de vibração.
- Comparar a atividade eletromiográfica dos músculos bíceps braquial e braquiorradial durante o teste de 1RM realizado com aplicação de vibração de corpo inteiro, com aplicação de vibração localizada e sem a aplicação de vibração.
- Comparar os valores de força máxima durante o teste de CVM realizado com a aplicação de vibração de corpo inteiro ou com aplicação de vibração localizada com o pico de força máxima durante o teste de CVM sem vibração.
- Comparar a atividade eletromiográfica dos músculos bíceps braquial e braquiorradial durante o teste de CVM realizado com aplicação de vibração de corpo inteiro, com aplicação de vibração localizada e sem a aplicação de vibração.

## 2 HIPÓTESES

- H0: A aplicação de vibração de corpo inteiro e de vibração localizada não surtirão alterações no desempenho ou na atividade eletromiográfica nos testes de 1RM e de CVM.
- H1: A aplicação de vibrações mecânicas durante testes de 1RM e de CVM ocasionará um maior desempenho e maior atividade eletromiográfica nos músculos bíceps braquial e braquiorradial, em comparação aos testes realizados sem vibrações.
- H2: A aplicação de vibrações localizadas resultará em um maior desempenho e maior atividade eletromiográfica nos testes de 1RM e de CVM, em comparação aos testes realizados com a aplicação de vibração de corpo inteiro e sem vibração.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 Força muscular

A força muscular representa a capacidade de gerar força ou torque muscular em determinada velocidade, alterando o estado de repouso ou de um movimento (KOMI, 2008). A força muscular pode se manifestar como força explosiva (maior valor para a taxa de desenvolvimento de força), como força de partida (maior valor de força alcançado em 30 milissegundos após o início da contração muscular), como força reativa (capacidade de alternar entre contrações excêntricas e concêntricas) (TAN e BENEDICT, 1999), como potência (produto da força pela velocidade) e como força máxima (KOMI, 2008). Segundo Tan e Benedict (1999), a força muscular que pode ser sustentada em uma ação muscular isométrica é denominada como força máxima.

A força máxima se apresenta como um componente indispensável para diversos esportes, como levantamento de peso (TAN e BENEDICT, 1999). Mesmo em esportes onde outras formas de manifestação da força muscular podem ser prioridade, a força máxima deve ser desenvolvida preliminarmente, uma vez que o seu aprimoramento pode beneficiar outras formas de manifestação da força muscular (TAN e BENEDICT, 1999). De acordo com Hoff, Gran e Helgerud (2002), para garantir que esse aprimoramento ocorra, é importante que os programas de treinamento promovam o estresse de um número máximo de unidades motoras, alcançando uma máxima ativação muscular. Deste modo, os treinamentos visando melhorias na força muscular máxima devem ser específicos, tendo como característica uma alta mobilização da força, utilização de pesos elevados e poucas repetições em cada série (CAMPOS *et al.*, 2002; HOFF, GRAN e HELGERUD, 2002).

##### 3.1.1 Adaptações ao treinamento de força

O aumento da força muscular provocado pelo treinamento ocorre por meio de adaptações neurais e morfológicas. As adaptações neurais englobam a redução da co-ativação da musculara antagonista (HÄKKINEN *et al.*, 1998), o aumento na frequência de disparos das unidades motoras (HÄKKINEN *et al.*, 2001, HOFF, GRAN e HELGERUD, 2002) e uma melhor sincronização desses disparos (HÄKKINEN *et al.*, 1998, HOFF, GRAN e HELGERUD, 2002). Segundo Jones, Rutherford e Parker (1989), não há exatidão quanto à influência da melhor sincronização dos disparos sobre os ganhos de força em ações

isométricas. Porém, durante tarefas dinâmicas em que há a necessidade de um rápido desenvolvimento de força máxima, a melhor sincronização dos disparos pode ser funcionalmente importante.

As adaptações neurais parecem ocorrer precedentemente às adaptações morfológicas. Os incrementos da força muscular percebidos nas primeiras seis a oito semanas de treinamento, quando o aumento da massa muscular ainda não é aparente, são atribuídos principalmente às adaptações neurais (JONES, RUTHERFORD e PARKER, 1989). De acordo com Cadore, Pinto e Kruel (2012), as adaptações neurais podem ser verificadas por meio da quantificação da amplitude do sinal eletromiográfico. Há evidências de que o sinal eletromiográfico, adquirido via eletrodos de superfície, pode aumentar aproximadamente 10% como resultado do treinamento de força (JONES, RUTHERFORD e PARKER, 1989).

As adaptações morfológicas compreendem modificações nos tipos e no ângulo de inserção das fibras musculares, na composição dos componentes contráteis e do tecido conectivo (JONES, RUTHERFORD e PARKER, 1989), além do aumento da área de secção transversa das fibras musculares (KRAEMER *et al.*, 1995; PUTMAN *et al.*, 2004). Em relação às modificações nos tipos de fibras musculares, Kraemer *et al.* (1995) e Putman *et al.* (2004) sugerem que o treinamento de força leva a uma redução das fibras do tipo IIA e um concomitante aumento das fibras do tipo IIB. No que diz respeito às modificações no ângulo de inserção das fibras, Jones, Rutherford e Parker, (1989) apontam que, para um mesmo comprimento muscular e uma mesma área de secção transversa, o aumento do ângulo de penação pode resultar em uma maior quantidade de material contráctil inserido a uma área maior do tendão. As modificações nos componentes contráteis podem envolver uma redução do tecido conjuntivo e de gordura entre as fibras musculares, além do aumento da densidade proteica miofibrilar (JONES, RUTHERFORD e PARKER, 1989). Ainda, o treinamento de força pode resultar no aumento da síntese de colágeno, promovendo um aumento no tecido conectivo, o qual pode exercer um papel fundamental na transmissão de tensão aos tendões (JONES, RUTHERFORD e PARKER, 1989).

### 3.1.2 Mensuração da força muscular

Os ganhos na força muscular podem ser mensurados por meio da aplicação de diferentes testes. De acordo com Jaric (2002), a força muscular pode ser avaliada em ações musculares isométricas, excêntricas e/ou concêntricas, com o auxílio de dinamômetros e equipamentos isocinéticos, os quais permitem a realização do teste em condições bem

controladas. A força máxima pode ser avaliada dinamicamente por meio da aplicação do teste de 1RM. O teste de 1RM é utilizado para avaliação do peso máximo que pode ser deslocado por um indivíduo em apenas uma repetição (FIATARONE *et al.*, 1990), podendo apresentar diferentes protocolos, com variações no número de tentativas e pausa entre as tentativas (MILEVA *et al.*, 2006; LEVINGER *et al.*, 2007; RØNNESTAD, 2009). Segundo Levinger *et al.* (2007), o teste de 1RM pode ser aplicado de maneira relativamente simples em comparação aos testes laboratoriais que têm a mesma finalidade. Esse tipo de teste vem sendo considerado como um teste padrão ouro para avaliação da força máxima, apresentando altos valores de correlação intraclasse entre sessões, além de ser considerado um método seguro para adultos jovens (MAUD e FOSTER, 2006; LEVINGER *et al.*, 2007; SILVA, COUTO e SZMUCHROWSKI, 2008).

Em ações isométricas a força muscular pode ser mensurada por meio do teste de CVM. Neste teste o indivíduo realiza contrações isométricas voluntárias de intensidades máximas, com duração de cinco a seis segundos cada (SALE, 1991). Utilizando dinamômetros ou células de carga é possível registrar o pico de força produzido pelo indivíduo durante a CVM (SALE, 1991). Por se tratar de um teste isométrico, os valores registrados pelo dinamômetro ou pela célula de carga correspondem ao pico de força específico do ângulo articular utilizado no teste. Geralmente as articulações são posicionadas no ângulo de maior pico de força, para o respectivo exercício (SALE, 1991). O teste de CVM permite a mensuração do pico de força (N) gerado durante uma contração voluntária máxima. No teste de CVM o indivíduo é posicionado de forma que o equipamento utilizado não permita a movimentação da articulação ou das articulações envolvidas.

### 3.2 Aplicações do Teste de 1RM

Segundo Levinger *et al.* (2007), o teste de 1RM pode ser aplicado em diferentes exercícios, utilizando os mesmos padrões de movimento realizados nos treinamentos, aos quais os indivíduos já estão familiarizados (LEVINGER *et al.*, 2007). O teste de 1RM pode ser aplicado também em diferentes populações, sendo um teste seguro para indivíduos em diferentes idades, níveis de treinamento e condições de saúde (LEVINGER *et al.*, 2007). Gordon *et al.* (1995) aplicaram o teste de 1RM em diferentes exercícios para membros inferiores em 6.653 indivíduos saudáveis (5.460 homens e 1.193 mulheres), com idade entre 20 e 69 anos. Os autores concluíram que o teste é um procedimento seguro para todas as faixas etárias que participaram do trabalho.

A avaliação da força muscular por meio do teste de 1RM pode auxiliar na verificação da eficácia do treinamento de força (CAMPOS *et al.*, 2002; JENSEN, MARSTRAND e NIELSEN, 2005). Campos *et al.* (2002) realizaram o teste de 1RM antes e após oito semanas de treinamento de força, com o objetivo de verificar o efeito de três diferentes programas de treino sobre a força muscular em membros inferiores. A aplicação do teste de 1RM em diferentes fases do treinamento permitiu identificar quais os programas de treino utilizados foram capazes de aumentar a força máxima. O teste de 1RM também pode ser utilizado para prescrição da intensidade do treinamento. Essa prescrição se baseia em valores percentuais do teste de 1RM, realizado precedentemente ao início dos treinamentos (BØRSHEIM *et al.*, 2004; SINGH *et al.*, 2007; SANTTILA, KYROLAINEN e HAKKINEN, 2009).

Segundo Levinger *et al.* (2007), o teste de 1RM pode ser aplicado de maneira relativamente simples em comparação aos testes laboratoriais que têm a mesma finalidade. O teste de 1RM vem sendo considerado como um teste padrão ouro para avaliação da força máxima, apresentando altos valores de confiabilidade (MAUD e FOSTER, 2006; LEVINGER, 2007). De acordo com Ploutz-Snyder e Giamis (2001), são necessárias duas sessões para garantir que o teste apresente resultados com altos índices de confiabilidade e consistência, considerando uma amostra de indivíduos jovens e com experiência no treinamento de força.

### 3.3 Aplicações do teste de CVM

O teste de CVM pode apresentar uma menor popularidade se comparado ao teste de 1RM (McMASTER *et al.*, 2014). Esta menor popularidade pode ser atribuída à necessidade da utilização de equipamentos específicos como dinamômetros, células de carga ou plataformas de força, que permitem o registro de variáveis como o pico de força ou a média de força produzida durante a contração (MAUD e FOSTER, 2006; McMASTER *et al.*, 2014). Nos estudos científicos o teste de CVM é utilizado para verificação dos efeitos de diferentes tipos de treinamentos sobre a força máxima (JENSEN, MARSTRAND e NIELSEN, 2005; SANTTILA, KYROLAINEN, HAKKINEN, 2009; McMASTER *et al.*, 2014), para normalização de dados de EMG (WINTER, 1990; BURDEN e BARTLETT, 1999) ou como base para prescrição da intensidade dos treinamentos de força (RITTWEGGER, MUTSCHELKNAUSS e FELSEBERG, 2003).

Segundo McMaster *et al.*, (2014), diversos estudos vem apontando altos valores de correlação entre testes que avaliam a força dinâmica e o teste de CVM, quando os ângulos de maior resistência testados são similares. Brown e Weir (2001) ressaltam que em testes isométricos os valores de força registrados são específicos do ângulo articular utilizado e que, por sua vez, estes valores podem apresentar uma baixa correlação com os valores de força obtidos em outro ângulo articular.

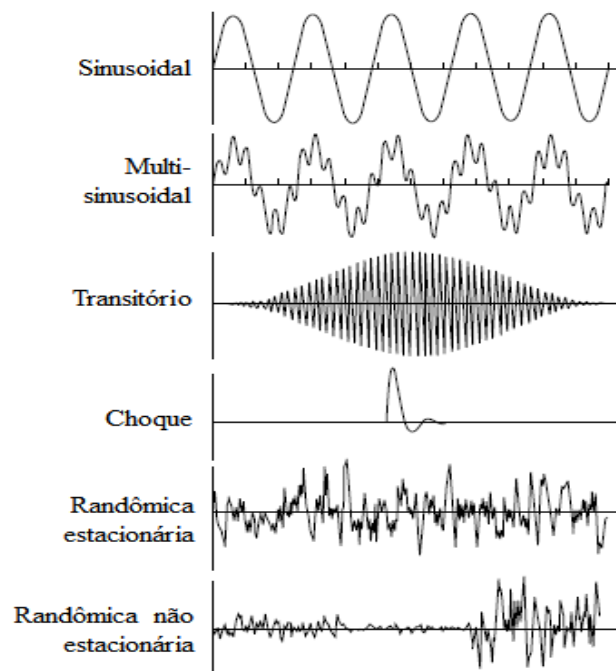
Mesmo havendo a necessidade da utilização de equipamentos específicos para a realização do teste de CVM, Brown e Weir (2001) salientam que o teste é de fácil aplicabilidade, exigindo relativamente pouco tempo para sua aplicação. Além disso, o teste de CVM vem apresentando altos valores de confiabilidade (BROWN e WEIR, 2001).

### 3.4 Vibrações Mecânicas

De acordo com Rittweger (2010), as vibrações são oscilações sofridas por um corpo. Estas vibrações estão presentes em atividades diárias ou laborais, tais como dirigir um carro ou manusear uma furadeira. As vibrações ocorrem também no âmbito esportivo, provenientes da interação do corpo humano com forças externas, que por sua vez desencadeiam vibrações e oscilações nos tecidos corporais (CARDINALE e WAKELING, 2005). O contato dos pés com o solo durante a corrida, o impacto provocado por um golpe em uma luta ou a pilotagem de uma moto de corrida são exemplos de fontes de vibração impostas aos atletas. As vibrações são utilizadas também como forma de treinamento ou como um complemento ao treinamento habitual dos atletas. Neste caso são utilizados equipamentos próprios para a geração da vibração mecânica (CARDINALE e WAKELING, 2005).

As variações podem produzir diferentes comportamentos do movimento oscilatório, resultando em diferentes formatos de onda, como representado na FIGURA 1. Em situações esportivas é comum que sejam observadas vibrações randômicas. Porém, no treinamento com vibrações mecânicas o formato de onda usualmente gerado é o sinusoidal (MESTER, SPITZENPFEIL e YUE, 2003; JORDAN *et al.*, 2005).

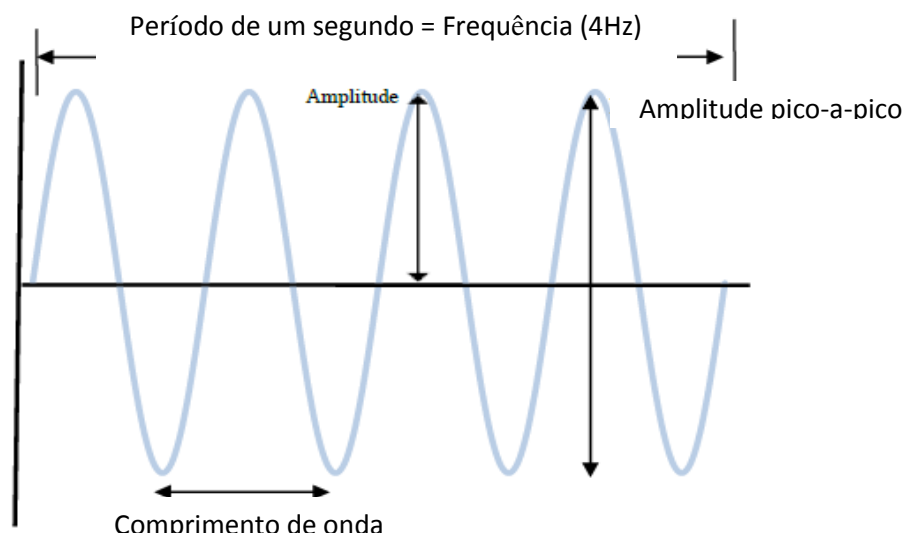
Figura 1 - Diferentes formatos de onda



Fonte: Adaptada de MESTER, SPITZENPFEIL e YUE, 2003

O estímulo vibratório é caracterizado por sua frequência, amplitude e aceleração (PETIT *et al.*, 2010). A frequência é definida como o número de ciclos de oscilação por segundo (Hz) e a amplitude como o deslocamento do movimento oscilatório (mm) (FIGURA 2) (CARDINALE e BOSCO, 2003; COCHRANE, 2010). A interação entre a frequência e a amplitude caracteriza a aceleração ( $m/s^2$ ).

Figura 2 - Parâmetros da oscilação sinusoidal

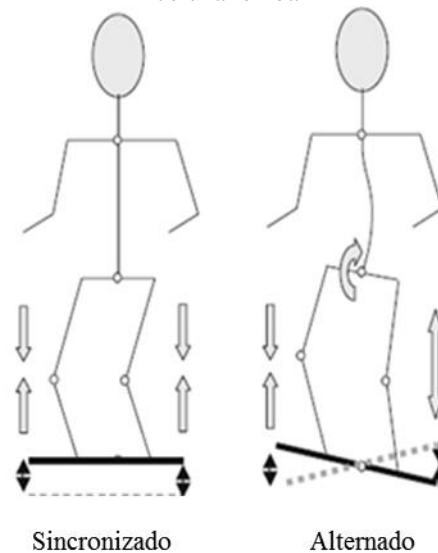


Fonte: Adaptada de COCHRANE, 2010

### 3.4.1 Tipos de vibração mecânica

As vibrações podem ser aplicadas por meio da vibração de corpo inteiro (VCI) e da vibração localizada (VL). Para a aplicação da VCI são utilizadas plataformas vibratórias, sobre as quais o indivíduo permanece comumente de pé ou agachado. A plataforma vibratória pode produzir deslocamentos nos planos horizontal e vertical (ABERCROMBY *et al.* 2007). As plataformas com deslocamento vertical são mais comumente utilizadas, podendo apresentar vibrações de modo sincronizado ou com alternância entre os lados (FIGURA 3) (CARDINALE e WAKELING, 2005; ABERCROMBY *et al.* 2007; RITTWEGGER, 2010).

Figura 3 - Dois principais modelos de deslocamento de plataformas vibratórias. No modelo sincronizado as pernas estendem e flexionam ao mesmo tempo, provocando uma aceleração puramente linear sob o tronco. No modelo alternado as pernas direita e esquerda operam em anti-fase, introduzindo um movimento rotacional a coluna lombar

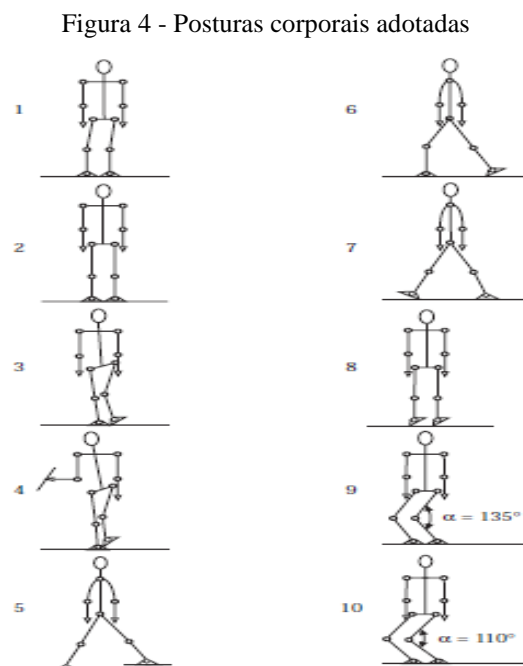


Fonte: Adaptada de RITTWEGGER, 2010

A aplicação de vibrações mecânicas por meio da VCI pode apresentar algumas limitações. De acordo com Luo, Mcnamara e Moran (2007), os grupos musculares que se encontram a uma menor distância da fonte de vibração tendem a sofrer um maior efeito da vibração em comparação aos grupos musculares mais distantes. Isso ocorre devido à atenuação do estímulo vibratório durante sua transmissão por meio dos tecidos corporais. Ainda, a aplicação da VCI por meio de plataformas vibratórias pode limitar a execução de determinados exercícios, uma vez que a base de apoio do indivíduo se encontra desestabilizada (LUO, MCNAMARA e MORAN, 2007).

Durante a VCI, o impulso vibratório se propaga por meio dos tecidos corporais até ser transmitido aos músculos (MARÍN e RHEA, 2010). Essa propagação depende de diversas

variáveis, como as características da fonte de vibração (frequência, amplitude e aceleração), as características corporais de cada indivíduo, a área de contato dos pés com a plataforma, o grau de tensão gerado pela musculatura e a postura adotada sobre a plataforma, sendo esta última variável a de maior influência, segundo Harazin e Grzesik, (1998). Estes autores analisaram a influência de 10 diferentes posturas durante a aplicação de VCI sobre a transmissibilidade da vibração (FIGURA 4). Participaram do estudo 10 adultos jovens. A frequência de vibração foi verificada por meio de acelerômetros, em seis diferentes regiões corporais (metatarso, tornozelo, joelho, quadril, ombro e cabeça). A transmissibilidade foi calculada por meio da divisão da aceleração das diferentes regiões corporais pela aceleração gerada na plataforma. A vibração foi aplicada durante 49 segundos, com frequências que variavam de 5 Hz a 200 Hz. Os resultados mostraram que uma mesma postura pode provocar a atenuação em uma determinada frequência de vibração e à amplificação em outra frequência (HARAZIN e GRZESIK, 1998).

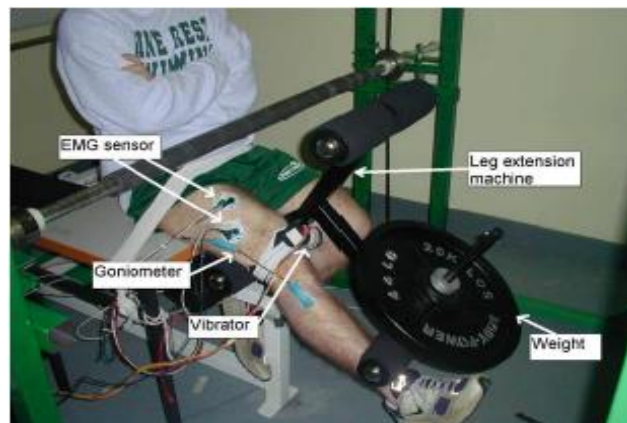


Fonte: Adaptada de HARAZIN e GRZESIK, 1998

Na tentativa de amenizar a dissipação do impulso vibratório alguns autores vêm adotando a aplicação da VL (ISSURIN, LIEBERMANN e TENENBAUM, 1994; MARTIN e PARK, 1997; MILEVA *et al.*, 2006). De acordo com Luo, McNamara e Moran (2007), a utilização da VL pode ser mais eficiente por não apresentar as limitações citadas anteriormente para VCI. Insurin, Liebermann e Tenenbaum (1994) aplicaram a VL na

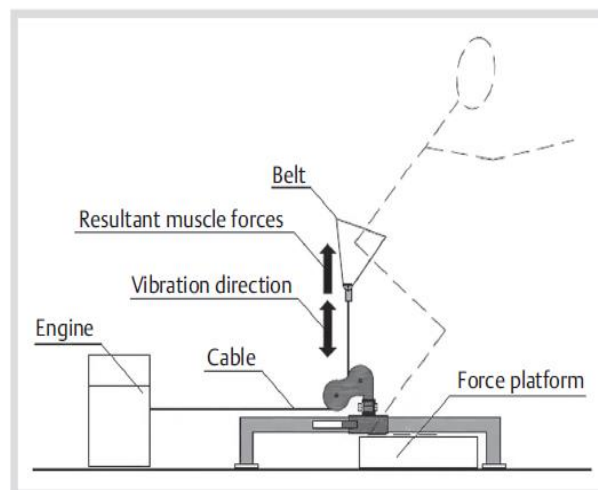
resultante da força muscular em 28 adultos jovens, do sexo masculino, em membros superiores. Os resultados mostraram uma melhora significativa tanto na força máxima quanto nos testes de flexibilidade. Bosco, Cardinale e Tarpela (1999) aplicaram a VL em 12 atletas de boxe, durante o exercício de flexão de cotovelos em isometria. A vibração foi gerada por meio de uma luva, denominada *GALILEO 2000 device* (Novotec, Pforzheim, Germany). Os resultados apontaram um aumento significativo na força muscular e na atividade eletromiográfica do músculo bíceps braquial. Na VL os estímulos vibratórios podem ser aplicados no tendão do músculo alvo (FIGURA 5) (LUO, MCNAMARA e MORAN, 2007), na resultante da força muscular (FIGURA 6) (SILVA, COUTO e SZMUCHROWSKI, 2008; COUTO *et al.*, 2012) ou ainda com a adição da vibração diretamente no peso a ser deslocado (FIGURA 7) (POSTON *et al.*, 2007).

Figura 5 - Aplicação de vibração mecânica no tendão do músculo alvo



Fonte: LUO, MCNAMARA e MORAN, 2007

Figura 6 – Aplicação de vibração mecânica na resultante da força muscular



Fonte: COUTO *et al.*, 2012

Figura 7 – Adição de vibrações mecânicas diretamente no peso a ser deslocado



Fonte: POSTON *et al.*, 2007

#### 3.4.2 Parâmetros do treinamento com vibrações mecânicas

O treinamento com vibrações mecânicas apresenta uma vasta gama de possibilidades de combinações, com variações no tempo de exposição, na frequência, na amplitude e na aceleração geradas na fonte de vibração e no tipo de ação muscular. A exposição à vibração por um período prolongado pode levar à fadiga muscular, dores articulares e/ou diminuição do desempenho esportivo (MISCHI, RABOTTI e CARDINALE, 2012). Bongiovanni e Hagbarth (1990) avaliaram o efeito da aplicação de VL durante uma contração voluntária máxima sobre a força dos dorsiflexores do tornozelo. A vibração foi aplicada durante um minuto, com frequência de 150 Hz e amplitude de 1,5 mm. Os resultados apontaram uma redução progressiva na atividade eletromiográfica e na força muscular. Cochrane (2010) ressalta que não há estudos suficientes para determinar um tempo de exposição ideal e sugere que a duração da exposição à vibração não deve ultrapassar 10 minutos.

Variações na frequência de vibração utilizadas também podem interferir nos resultados. Segundo Issurin (2005), as frequências de vibração mais altas são dissipadas mais facilmente pelos tecidos corporais moles, enquanto as frequências mais baixas se propagam com mais facilidade. Cardinale e Lim (2003) avaliaram a atividade eletromiográfica do músculo vasto lateral em diferentes frequências de VCI e concluíram que a EMGrms foi

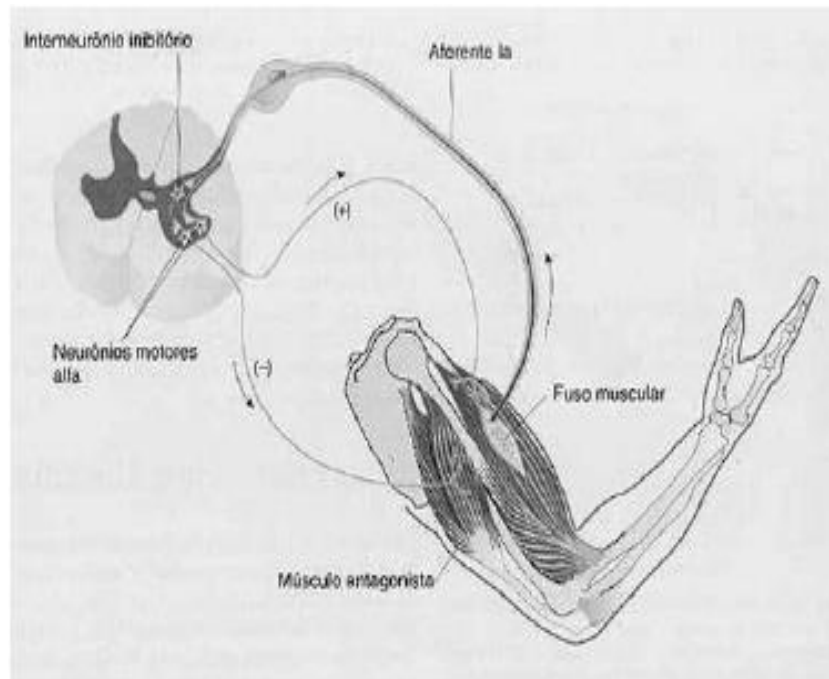
maior utilizando um frequência de 30 Hz em comparação às frequências de 40 Hz e 50 Hz, durante o exercício de agachamento.

A amplitude de deslocamento e a aceleração utilizadas nos treinamentos com vibração podem afetar diretamente os resultados. Porém, o número de estudos que compararam diferentes amplitudes e diferentes acelerações não permite uma conclusão sobre qual amplitude e/ou aceleração ideais para um melhor desempenho esportivo (COCHRANE, 2010). Issurin (2005) salienta que os efeitos positivos da vibração mecânica podem ser mais bem observados em ações musculares de curta duração, dinâmicas e/ou de alta velocidade.

### 3.4.3. Efeitos das vibrações mecânicas sobre o sistema músculo esquelético

Ao serem submetidos a um estímulo vibratório, os músculos esqueléticos sofrem pequenas e rápidas alterações em seu comprimento (BOSCO, CARDINALE e TSARPELA, 1999). Estas alterações são percebidas pelo fuso muscular, o qual promove uma contração muscular reflexa semelhante ao reflexo miotático, denominada de Reflexo Tônico de Vibração (RTV) (BROWN e WEIR, 2001). O fuso muscular é um receptor sensorial de formato fusiforme, localizado entre as fibras musculares. As principais funções do fuso muscular são detectar as mudanças no comprimento (KANDEL, SCHWARTZ e JESSELL, 2003) e a velocidade de mudança no comprimento das fibras nas quais estão localizados (COUTO, 2009). O reflexo miotático ocorre por meio de uma via monossináptica, na qual as terminações primárias Ia realizam a sinapse direta com o motoneurônio anterior, possibilitando um retardo quase desprezível do impulso (CHEN *et al.*, 2003; ISSURIN, 2005). Quando ocorre um estiramento súbito (rápido) do músculo esquelético, as fibras musculares intrafusais com bolsa nuclear são excitadas. Isso faz com que haja uma contração reflexa instantânea do músculo do qual partiu o impulso reflexo (FIGURA 8).

Figura 8 - Representação esquemática do reflexo miotático



Fonte: FOSS e KETEVIAN, 2000

O RTV ocorre principalmente por meio da ativação das fibras Ia dos fusos musculares, mediado por vias monossinápticas e polissinápticas (LUO *et al.*, 2009; WILCOCK *et al.*, 2009). Este reflexo parece cessar assim que o estímulo vibratório é interrompido. Ao ser novamente estimulado por impulsos vibratórios, após um intervalo de 10 a 15 segundos, podem ser observadas contrações musculares mais rápidas do que as anteriores (CARLSOO, 1982). No entanto, se esses fusos musculares forem estimulados, por meio de vibrações, por um longo período de tempo eles podem alcançar o estado de fadiga (MARÍN e RHEA, 2010).

De acordo com Cochrane (2010), o estímulo vibratório é capaz de aumentar a atividade do fuso muscular, causando uma resposta excitatória nas terminações primárias da musculatura que não está contraída, provocando uma contração dessa musculatura. Essa contração, conseqüentemente, provoca uma inibição recíproca da musculatura antagonista, provocando uma supressão da excitabilidade dos motoneurônios que inervam esta musculatura e inibindo sua contração. Ainda segundo Cochrane (2010), o RTV pode ser afetado pela localização da fonte de vibração, pelo estado de excitabilidade do Sistema Nervoso Central (SNC), pelo comprimento inicial da musculatura e pela frequência e amplitude da vibração aplicada. Quanto maior for o alongamento inicial da musculatura maior será o RTV (COCHRANE, 2011). A amplitude de vibração pode determinar a quantidade de

alongamento que será imposto à musculatura. Quanto maior for a amplitude de deslocamento maior será o RTV, conseqüentemente ocorrerá a ativação de um número maior de fusos musculares levando a uma maior produção de força (COCHRANE, 2010).

#### 3.4.4 Vibrações mecânicas e desempenho esportivo

Diversos autores vêm demonstrando que a aplicação da VCI, com uma adequada carga de exposição, pode levar a melhoras no equilíbrio (BOSCO *et al.*, 1999; TORVINEN, 2002; BOGAERTS *et al.*, 2009), na potência (BOSCO *et al.*, 1999; CORMIE *et al.*, 2006; DA SILVA *et al.*, 2006), na flexibilidade (KARATRANTOU, *et al.*, 2013) e na força (BOSCO *et al.*, 1999; TORVINEN *et al.*, 2002; BOGAERTS *et al.*, 2009). Torvinen *et al.* (2002) avaliaram o efeito da vibração da VCI sobre a força e o equilíbrio de 16 adultos jovens. Os voluntários foram submetidos a quatro minutos de vibração, com amplitude de 4 mm e frequências progressivas, de 15 Hz a 30 Hz, aumentando 5 Hz a cada minuto. Os resultados mostraram que uma única sessão de VCI foi capaz de melhorar significativamente, de maneira aguda, a força muscular e o equilíbrio desta amostra.

Issurin, Liebermann e Tenenbaum (1994) avaliaram o efeito crônico da aplicação da VL na resultante da força muscular sobre a força máxima em 28 homens fisicamente ativos. Os indivíduos foram divididos em três grupos. O grupo A realizava o treinamento de força sem vibração. O grupo B realizava o treinamento de força com a adição da VL. O grupo C foi o grupo controle. Os grupos A e B realizavam o exercício de remada baixa, composto por seis séries até a exaustão, com 80 a 100% do valor de 1RM, com intervalos de 120 a 150 segundos. A frequência e a amplitude de vibração utilizadas foram de 44 Hz e 3 mm, respectivamente. A força máxima foi avaliada por meio do teste de 1RM, antes e após os treinamentos. Os resultados mostraram que o grupo B apresentou um aumento na força máxima significativamente maior em relação ao grupo A.

Ronnestad (2004) verificou o efeito de cinco semanas de treinamento com a aplicação de VCI sobre a força muscular de membros inferiores. Participaram do trabalho 14 homens com experiência no treinamento de força. Os indivíduos foram divididos em dois grupos. Um dos grupos realizava apenas o treinamento convencional e o outro grupo realizava o treinamento com a adição da VCI. Ambos os grupos realizaram o treinamento três vezes por semana nas três primeiras semanas. Nas duas últimas semanas a frequência de treinos foi reduzida para duas vezes por semana. Os indivíduos realizavam três séries de 10 repetições na primeira semana, quatro séries de oito repetições nas segunda e terceira semanas e quatro

séries de seis repetições nas duas últimas semanas. A frequência de vibração utilizada foi de 40 Hz. A força máxima foi avaliada por meio do teste de 1RM, antes e após os treinamentos. Os resultados apontaram um aumento significativo no teste de 1RM tanto no grupo sem vibração quanto no grupo exposto à VCI, com uma tendência para um maior aumento no grupo que treinou com VCI.

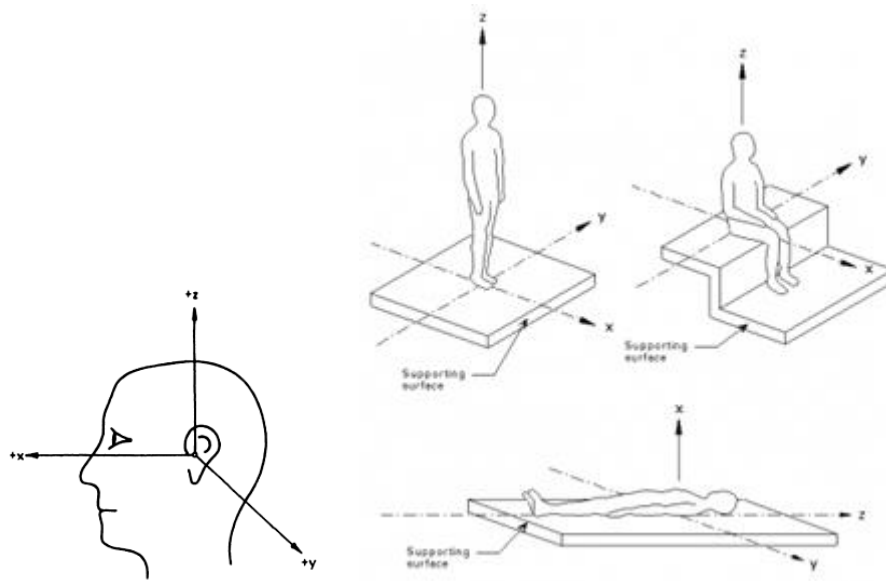
Silva, Couto e Szmuchrowski (2008) verificaram o efeito da aplicação da VL na resultante da força muscular sobre a força máxima isométrica, avaliada por meio do teste de CVM. Participaram do estudo 19 homens não treinados, divididos em dois grupos. O grupo 1 realizou o treinamento isométrico convencional, enquanto o grupo 2 realizou o treinamento isométrico com adição de VL. A frequência e amplitude utilizadas foram de 8 Hz e 6 mm, respectivamente. Ambos os grupos treinaram três vezes por semana durante quatro semanas. Em cada sessão os indivíduos realizavam 12 CVMs com duração de seis segundos cada e intervalo de dois minutos entre as CVMs. Os resultados mostraram que o grupo 2 apresentou um aumento significativamente maior na força máxima isométrica em relação ao grupo 1

#### 3.4.5 Segurança no treinamento com vibrações

Os cuidados na realização de treinamentos com vibração devem ser ainda mais acentuados em relação ao treinamento convencional (MESTER, SPITZENPFEIL e YUE, 2006). A exposição às vibrações podem gerar alguns efeitos colaterais, tais como dores de cabeça, hemorragias internas e até mesmo a morte (COUTO, 2009). Mester, Spitzenpfeil e Yue (2006) ressaltam ainda que os efeitos sobre a região da cabeça merecem atenção especial.

Os efeitos da vibração no corpo humano dependem da transmissibilidade da vibração (GRIFFIN, 1996). Segundo as orientações do ISO 2631-1 (1997), os maiores movimentos da cabeça ocorrem quando o indivíduo é submetido a frequências de vibração entre 5 Hz e 10 Hz e superiores à 20 Hz, para o eixo X e Z, respectivamente. A referência para os eixos deve seguir as coordenadas para vibrações mecânicas representado na FIGURA 9.

Figura 9 – Representação das coordenadas para vibrações mecânicas



Fonte: GRIFFIN, 1996

A gravidade da exposição do corpo humano à vibração pode ser verificada a partir de um índice denominado *estimated vibration dose value* (eVDV, ISSO 2631-1, 1997) (COUTO, 2009). O eVDV é determinado a partir da direção, frequência, amplitude e duração da vibração aplicada. Considera-se lesivo ao organismo humano valores de eVDV maiores do que 17 (ABERCROMBY et al. 2007).

### 3.5 Efeito agudo da aplicação de vibrações mecânicas sobre o desempenho nos testes de 1RM e CVM

O teste de 1RM é frequentemente utilizado para mensuração da força muscular (RØNNESTAD, 2009). Diversos estudos vêm demonstrando que a aplicação da vibração mecânica pode repercutir no aumento da força máxima dinâmica (BOSCO *et al.*, 1999; MILEVA *et al.*, 2006). Portanto, a aplicação de vibrações mecânicas pode determinar melhores resultados nos testes de 1RM.

Mileva *et al.* (2006) avaliaram o efeito agudo da aplicação de VL sobre a força muscular máxima dinâmica de membros inferiores. Participaram do estudo nove homens fisicamente ativos. A vibração foi aplicada durante a realização de quatro séries de oito repetições no exercício de extensão de joelhos. A frequência de vibração utilizada foi de 10 Hz. A amplitude não foi informada. A força máxima foi avaliada por meio do teste de 1RM,

realizado sem a adição de vibração. Os resultados mostraram um aumento significativo na força muscular quando o exercício foi realizado com a aplicação da VL.

Bosco *et al.* (1999) avaliaram o efeito de 10 minutos de exposição à VCI sobre a força muscular máxima dinâmica em seis mulheres atletas. As voluntárias realizavam um teste de repetições máximas com intensidades progressivas (70 Kg, 90 Kg, 110 Kg e 130 Kg), antes e após a exposição à VCI. A VCI foi aplicada em apenas uma das pernas, de maneira aleatorizada. A perna que não foi exposta à VCI foi considerada como controle. A frequência utilizada foi de 26 Hz e amplitude de 10 mm. Os resultados apontaram um aumento significativo na força muscular dinâmica na perna exposta a VCI, em comparação aos testes realizados na perna controle.

No entanto, poucos trabalhos avaliaram o efeito da vibração mecânica aplicada durante o teste de 1RM. Rønnestad (2009) comparou o efeito agudo da aplicação da VCI em diferentes frequências sobre o desempenho no teste de 1RM, durante o exercício de meio agachamento. Participaram do estudo oito homens treinados e cinco homens e três mulheres destreinados. Os voluntários foram expostos a frequências de 20 Hz, 35 Hz e 50 Hz, com amplitude de 3 mm. Os resultados mostraram que, tanto os indivíduos treinados quanto os destreinados, melhoraram significativamente o desempenho no teste de 1RM realizado com VCI. Essa melhora no desempenho foi percebida apenas quando foi utilizada a frequência de 50 Hz.

O teste de CVM, assim como o teste de 1RM, é utilizado em diversos estudos como meio para verificação da força muscular máxima (JENSEN, MARSTRAND e NIELSEN, 2005; SANTTILA, KYROLAINEN, HAKKINEN, 2009; McMASTER *et al.*, 2014). Nos trabalhos que analisam o efeito da vibração mecânica sobre a força máxima, o teste de CVM foi realizado sem a adição de vibrações, para verificação dos efeitos da vibração aplicada durante os treinamentos (SILVA, COUTO e SZMUCHROWSKI, 2008; MACHADO *et al.*, 2010; DRUMMOND, 2014), quanto com a aplicação da vibração durante o teste (RØNNESTAD, 2009).

Torvinen *et al.* (2002) verificaram o efeito agudo da aplicação de VCI sobre a força isométrica máxima de membros inferiores. Os voluntários (oito homens e oito mulheres) foram submetidos a quatro minutos de VCI, com frequência de 15 Hz no primeiro minuto, 20 Hz no segundo minuto, 25 Hz no terceiro minuto e 30 Hz no quarto minuto. A amplitude de deslocamento foi de 10 mm. Os resultados mostraram que a força muscular isométrica, avaliada por meio do teste de CVM, foi significativamente maior com a adição de VCI.

Iodice *et al.* (2011) avaliaram o efeito agudo da aplicação de VL sobre a força isométrica máxima em membros inferiores, avaliada por meio do teste de CVM. O estudo contou com 36 voluntários, divididos em dois grupos, sendo um grupo direcionado para o treinamento com VL e o outro para o treinamento convencional. Os resultados indicaram que a força isométrica máxima apresentou um aumento significativamente maior com a adição da VL, em comparação ao grupo que realizou o treinamento convencional.

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

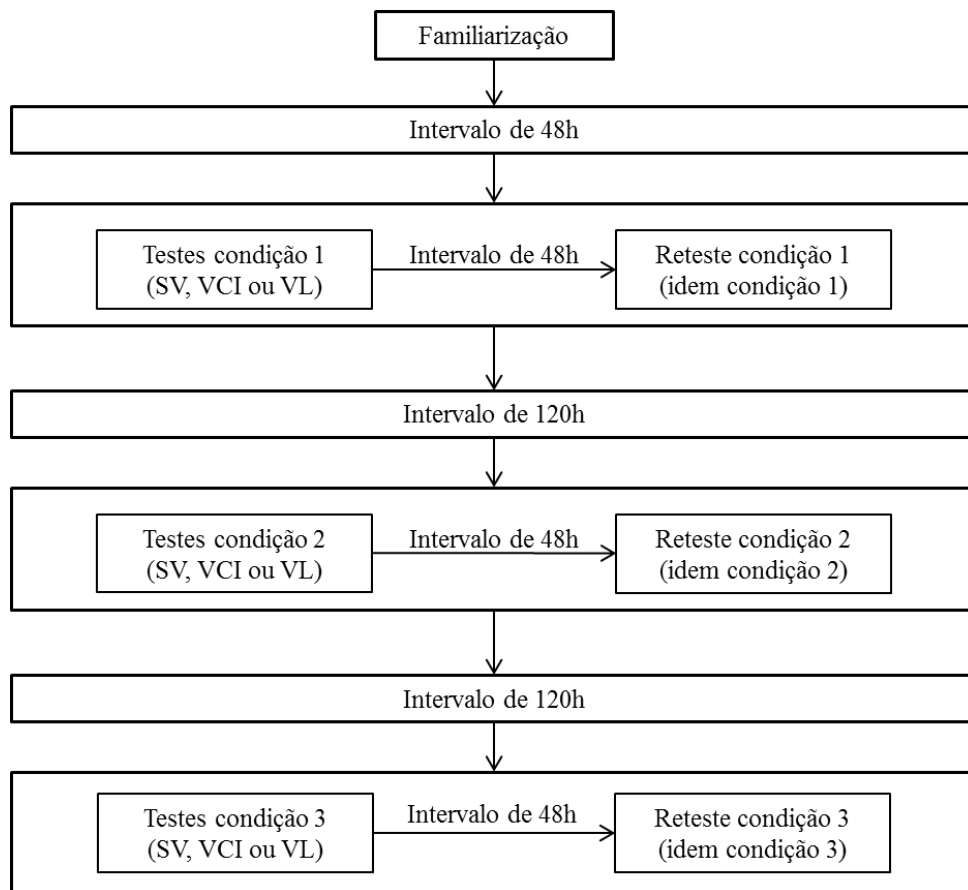
### 4.1 Delineamento do estudo

O estudo foi do tipo transversal, no qual os voluntários foram submetidos ao teste de 1RM no exercício rosca direta e ao teste de CVM dos músculos flexores do cotovelo, em três condições distintas: sem vibração (SV), com vibração de corpo inteiro (VCI) e com vibração localizada (VL). Todos os voluntários compareceram em pelo menos sete sessões, sendo uma sessão de familiarização e seis sessões de testes. Cada uma das condições (SV, com VCI e com VL) foi realizada em duas sessões subsequentes, separadas por um intervalo de 48 horas. A ordem das condições nas sessões de testes foi aleatorizada a partir do procedimento de quadrados latinos. Na familiarização os voluntários realizaram, inicialmente, uma série do exercício rosca direta no *cross-over*, sem aplicação de vibração, para estimativa do valor de 1RM. Após uma pausa de cinco minutos os voluntários realizaram duas séries de duas repetições, com 95% da 1RM estimada, em cada uma das três condições (SV, com VCI e com VL). Foi respeitado um intervalo de três minutos entre as séries. Nas sessões de testes os voluntários realizaram inicialmente o teste de CVM, para normalização dos dados de eletromiografia, composto por três séries de seis segundos e intervalo de cinco minutos entre as séries (CVMn). O maior valor de EMG obtido foi utilizado para normalização dos dados de EMG do teste de 1RM e de CVM. Na CVMn teste foram registrados também os valores do pico de força máxima. Respeitando um intervalo de 10 minutos ao final do teste de CVMn, foi realizado o teste de 1RM em uma das condições do estudo (SV, VCI ou VL), composto por no máximo cinco tentativas, com intervalo de cinco minutos entre elas. Após o teste de 1RM, respeitando um intervalo de 30 minutos, foi realizado o teste de CVM em uma das condições do estudo (SV, VCI ou VL). Os dados obtidos nesse teste foram utilizados para verificação do efeito da vibração mecânica sobre a atividade eletromiográfica e sobre o pico de força máxima durante a CVM. A ordem das condições para o teste de 1RM e CVM foi aleatorizada a partir do procedimento de quadrados latinos. Cada uma das condições foi realizada duas vezes, em sessões subsequentes, separadas pelo intervalo de 48 horas. Os dados coletados nas sessões de uma mesma condição experimental foram utilizados para o cálculo do coeficiente de correlação intraclasse (CCI) e do erro padrão de medida (EPM). Foi respeitado um intervalo de pelo menos 120 horas entre os pares de sessões de uma mesma condição experimental (Figura 10).

## 4.2 Amostra

A amostra foi composta por 15 voluntários do sexo masculino, com média de idade de  $25.6 \pm 3.96$  anos. Todos os voluntários estavam inseridos regularmente em um programa de treinamento de força para membros superiores há pelo menos seis meses ininterruptos. Como critérios de inclusão foram adotados a não incidência, nos últimos doze meses, de lesões ou doenças musculoesqueléticas nos membros inferiores e/ou superiores; tumores e fraturas ósseas ou implantes em membros superiores e/ou inferiores, além de não apresentar histórico de doença vascular periférica.

Figura 10 - Delineamento do estudo



Fonte: Elaborada pelo autor

#### 4.2.1 Cálculo amostral

O cálculo amostral foi realizado a partir dos dados do estudo piloto, tendo como referência a variável com maior coeficiente de variação (CV), por meio do *software GPower* 3.1. Foi adotado para o cálculo o tamanho de efeito de 0.25, poder do estudo de 80% e correlação entre medidas repetidas de 0.75.

#### 4.2.2 Caracterização da amostra

Os voluntários foram caracterizados em sua massa corporal total, estatura e percentual de gordura. A massa corporal média foi  $79.27 \pm 6.33$  Kg, a estatura média foi  $178 \pm 3.87$  m e o percentual de gordura médio foi  $13.9 \pm 1.93$  %. Para o cálculo do percentual de gordura foi utilizado o método de dobras cutâneas a partir de sete dobras: região subescapular, do tríceps, peitoral maior, subaxilar, suprailíaca, abdominal e coxa. Foi realizada a mediana de três leituras realizadas em cada dobra. O cálculo para estimativa do percentual de gordura foi realizado de acordo com o protocolo de Jackson e Pollock (1998), por meio do *software Physical Test 7.0* (Terrazul Tecnologia, Brasil).

#### 4.3 Cuidados Éticos

Todos os voluntários receberam as informações completas quanto aos objetivos e procedimentos metodológicos da pesquisa. A partir disso, assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (anexo A), concordando em participar do estudo e responderam ao questionário PAR-Q (anexo B). Esse projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais. Número do parecer: 240.834.

#### 4.4 Materiais

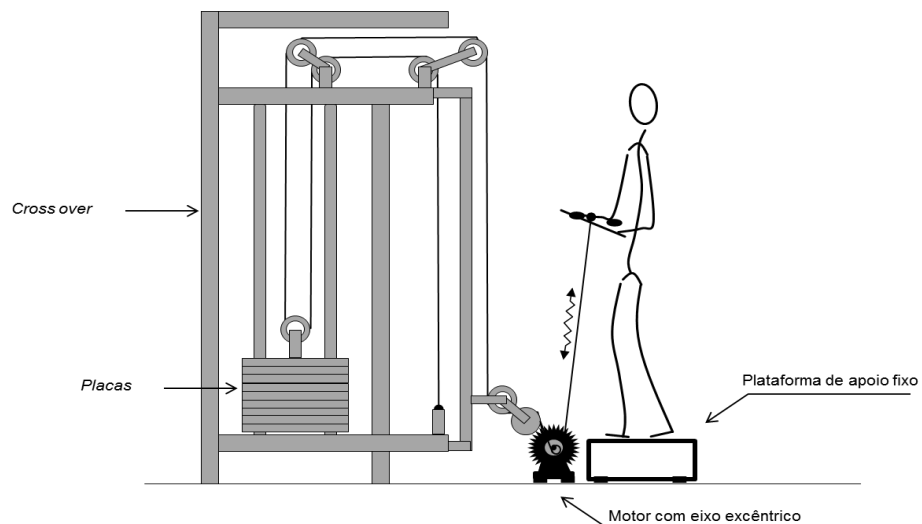
Para a realização dos testes foi utilizado um equipamento *cross over* angular, marca Pedalar, Brasil, contendo, em cada lado do equipamento, 16 anilhas de 5Kg cada. Para a aplicação da VL, foi utilizado um motor da marca Siemens, trifásico de indução, modelo WEG W22 PLUS, 2cv, 3385rpm, 220-380 V (FIGURA 11). Foi acoplado ao motor um eixo excêntrico com uma roldana na extremidade, no qual passa o cabo do *cross over* para a realização do exercício. O motor foi fixado no chão, em frente a um dos lados do *cross over*,

de modo a permitir que o cabo apresentasse uma trajetória vertical entre a roldana do *cross over* e do motor (FIGURA 12).

Figura 11 – Motor trifásico



Figura 12 - Posicionamento do motor para aplicação da vibração localizada



Fonte: Elaborada pelo autor

Para a aplicação da VCI foi utilizada uma plataforma vibratória da marca *Planet for Fitness* modelo PT 004 Profissional, adaptada com um motor idêntico ao utilizado na VL (FIGURA 13). Tanto a plataforma quanto o motor foram conectados à um inversor de frequência da marca WEG modelo CFW 09 (FIGURA 14). A plataforma vibratória foi

posicionada próxima ao motor, a uma distância que permitiu que o cabo apresentasse uma trajetória vertical e paralela ao corpo do voluntário (FIGURA 15).

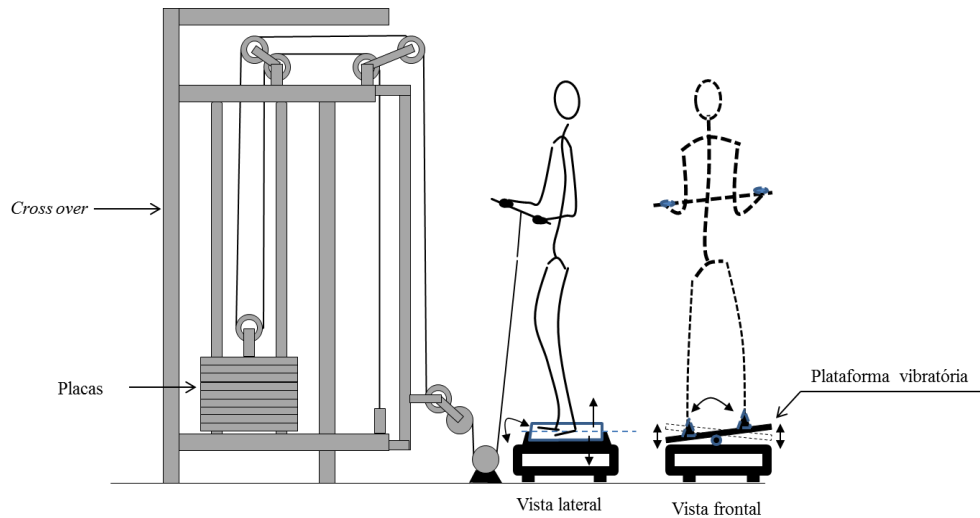
Figura 13 – Plataforma vibratória



Figura 14 – Inversor de frequência



Figura 15 - Posicionamento da plataforma para aplicação da vibração de corpo inteiro



Fonte: Elaborada pelo autor

Para a coleta dos dados de EMG foram utilizados eletrodos de superfície da marca 3M (3M Brasil), fixados no músculo bíceps braquial, segundo normas do projeto SENIAM, e no músculo braquiorradial, na maior porção do ventre muscular, localizado após a realização de uma contração voluntária (KANG *et al.*, 2013), ambos do lado direito. Os dados de goniometria foram coletados utilizando-se um goniômetro da marca MEGA (Mega Electronics Ltda, Finlândia) (FIGURA 16), com seu eixo de rotação fixado sobre o epicôndilo lateral do úmero do braço esquerdo. Todos estes equipamentos foram ligados a um biomonitor da marca MEGA (Mega Electronics Ltda, Finlândia), modelo ME6000 responsável pela amplificação, conversão analógica-digital e transmissão do sinal para um computador portátil, com taxa de amostragem de 1000Hz (FIGURA 17). Os dados de EMG e goniometria foram registrados e analisados por meio do *software MegaWin* versão 3.0 (Mega Electronics Ltda, Finlândia). A coleta dos dados de acelerometria foi realizada por meio de um acelerômetro tri axial da marca EMG System (EMG System do Brasil Ltda), fixado na região do braquiorradial do braço esquerdo, conectado ao box EMG 830C da marca EMG System (EMG System do Brasil Ltda) (FIGURA 18). A coleta e registro dos dados de acelerometria foi realizado por meio do *software DASYPALAB* versão 11.0. A análise dos dados de acelerometria foi realizada utilizando o *software MATLAB* versão R2009a. Para registro do pico de força durante a CVM foi utilizada uma célula de carga da marca JBA (ZbStaniak, Polônia), capacidade 10000N, calibrada (FIGURA 19), conectada a um amplificador e decodificador de sinais (WTM 005-2T/2P, Jaroslaw Doliriski Systemy Mikroprocesorowe, Polônia) (FIGURA 20). O amplificador foi conectado à um computador, em interface com o programa MAX5 (versão 5.1, JBA, ZbStaniak, Polônia), que permite a

análise da curva força em função do tempo. Foi utilizada a frequência de amostragem de 1000 Hz.

Figura 16 – Goniômetro



Figura 17 – Biomonitor



Figura 18 – Acelerômetro



Figura 19 – Célula de carga



Figura 20 - Amplificador



## 4.5 Procedimentos

### 4.5.1 Familiarização

A familiarização foi realizada em sessão única. Inicialmente os voluntários realizaram uma série de no máximo 10 repetições, até a falha concêntrica, do exercício de flexão de cotovelos. A escolha do peso a ser utilizado nesta série levou em consideração a experiência do voluntário e a avaliação subjetiva do pesquisador (SHAW; SHAW e BROWN, 2009). Os valores obtidos foram aplicados na equação proposta por Shaw; Shaw e Brown (2009) (equação 1). Após um intervalo de cinco minutos teve início o protocolo para familiarização em cada condição experimental (SV, VCI e VL), composto por 2 séries de 2 repetições com 95% da 1RM estimada. Foi respeitado o intervalo de três minutos entre as séries e de cinco minutos entre cada condição experimental.

$$1RM = \text{peso levantado} / [1,0278 - (\text{número de repetições até a fadiga} \times 0,0278)] \quad (1)$$

O exercício de flexão de cotovelos constituiu da flexão bilateral desta articulação, partindo da posição de total extensão até a posição de máxima flexão, retornando então à posição inicial. Para controle da amplitude de flexão dos cotovelos foi utilizada uma corda passando logo acima e rente ao ombro esquerdo do voluntário, no plano sagital. A flexão dos cotovelos foi considerada máxima quando a mão esquerda do voluntário tocou a corda. As mãos foram posicionadas em uma barra reta, na posição supinada, à largura dos ombros. Para todos os testes realizados, os indivíduos respeitaram uma posição inicial, na qual permaneceram de pé sobre a plataforma vibratória, mantendo os joelhos semiflexionados à 10° e os pés paralelos e posicionados em local pré-determinado. O motor para a vibração localizada ou a plataforma vibratória foram ligados apenas nas condições com VL e com VCI, respectivamente.

#### 4.5.2 Teste de CVM para normalização (CVMn)

O teste de CVMn foi realizado em todas as sessões de testes, sempre no início das sessões e sem a aplicação de vibração. O teste foi composto por três contrações isométricas máximas, com duração de seis segundos e intervalo de cinco minutos entre as repetições (DRUMMOND *et al.*, 2014). Durante os testes foram registrados a atividade eletromiográfica do músculo bíceps braquial e braquiorradial do braço direito e o pico de força máxima. O maior valor da EMGrms encontrado em cada sessão foi utilizado para normalização dos dados eletromiográficos registrados durante os teste de 1RM e CVM. Para a realização da CVMn os voluntários adotaram a posição inicial, mantendo os cotovelos flexionados à 90°, aferidos por meio do goniômetro eletrônico.

#### 4.5.3 Testes de 1RM

Respeitando-se um intervalo de dez minutos após o teste de CVMn, os voluntários iniciaram o teste de 1RM no exercício de flexão de cotovelos em uma das condições do estudo (SV, VCI ou VL), com posicionamento e execução idênticos aos utilizados na familiarização. A ordem das condições foi aleatorizada por meio do procedimento do quadrado latino. O teste foi composto por no máximo cinco tentativas, com pausa de cinco minutos entre elas (DRUMMOND *et al.*, 2014). O peso inicial foi 5% inferior ao valor de

1RM estimado (Rønnestad, 2009). A progressão do peso foi gradual em função da percepção subjetiva dos voluntários e dos avaliadores. Cada voluntário foi instruído a realizar apenas uma repetição por tentativa. Quando, após o intervalo de recuperação, a execução completa do movimento não foi realizada ou caso o voluntário utilizasse de movimentos acessórios para que o movimento fosse completo, o peso deslocado na tentativa anterior foi considerado o peso máximo (a 1RM). Durante o teste foi registrada a ativação muscular, por meio do sinal EMG dos músculos bíceps braquial e braquiorradial do braço direito. Foram registrados, também, o tempo de execução de cada repetição, por meio da goniometria eletrônica. O motor para a vibração localizada ou a plataforma vibratória foi ligado apenas nas condições com VL e com VCI, respectivamente. A frequência de vibração para ambos os casos foi de 26Hz e a amplitude de deslocamento de 6mm (COCHRANE e STANNARD, 2005).

#### 4.5.4 Teste de CVM para verificação do efeito da vibração (CVM)

Após o teste de 1RM, respeitando um intervalo de 30 minutos, foi realizado o teste de CVM nas condições do estudo (SV, VCI ou VL) e seus dados foram utilizados para verificação do efeito da vibração mecânica sobre a atividade eletromiográfica e sobre o pico de força máxima durante a CVM. A ordem das condições foi aleatorizada por meio do quadrado latino. Os procedimentos e posicionamento dos voluntários foram os mesmos utilizados nos testes de CVMn. Durante a CVM, nas condições com VCI e com VL foi coletada a acelerometria na região do bíceps braquial e braquiorradial do braço esquerdo. Estes dados foram utilizados para verificação da aceleração e da frequência de vibração que chegam à região onde os eletrodos estão fixados, para posterior filtragem dos dados de EMG. Foi utilizado um filtro passa banda com limite inferior de 26 Hz e limite superior de 450 Hz e um filtro rejeita-faixa de 60 Hz. O motor para a vibração localizada ou a plataforma vibratória foi ligado apenas nas condições com VL e com VCI, respectivamente.

#### 4.5.5 Cálculo do *estimated vibration dose value* (eVDV)

Para a realização do cálculo do *estimated vibration dose value* (eVDV) foi realizada a coleta de acelerometria em um voluntário, realizada em uma sessão distinta. Os dados de acelerometria foram utilizados para identificação das acelerações e para a verificação das frequências de vibração que chegam até a cabeça. Nesta sessão o voluntário realizou quatro CVMs, duas com VCI e duas com VL. O protocolo para as CVMs e o

posicionamento do voluntário foi o mesmo utilizado nas sessões de testes. O eVDV foi determinado a partir da equação 2, na qual  $T$  representa o tempo de exposição diária à vibração e  $a_v$  o valor total da aceleração ponderada (ABERCROMBY, *et al.*, 2007).

$$eVDV = 1.4 \cdot a_v \cdot T^{1/4} \quad (2)$$

O valor total da aceleração foi calculado a partir da equação 3, na qual  $a_w$  representa a aceleração ponderada (rms) para cada eixo e  $k$  ( $k_x = 1.4$ ,  $k_y = 1.4$  e  $k_z = 1$ ) o coeficiente definido na ISSO 2631-1 (1997) para cada eixo analisado.

$$A_v = (k_x^2 a_{wx}^2 + k_y^2 a_{wy}^2 + k_z^2 a_{wz}^2)^{1/2} \quad (3)$$

#### 4.6 Análise estatística

Inicialmente foi realizada a análise descritiva dos dados. Para verificação da normalidade dos dados foi realizado o teste *Shapiro Wilk*. Os dados coletados nas sessões de uma mesma condição experimental foram utilizados para o cálculo do coeficiente de correlação intraclass (CCI) e do erro padrão de medida (EPM). Para a análise foi utilizado o maior valor de EMG, pico de força e de 1RM encontrado entre duas sessões de uma mesma condição. A análise dos dados foi realizada a partir da ANOVA *one-way* com Medidas Repetidas e *post hoc* de *Tukey*, tanto para os dados que apresentaram distribuição normal quanto para os dados que apresentaram um desvio significativo da normalidade. Segundo Callegari-Jacques (2007), a ANOVA é um procedimento estatístico robusto e fornece resultados confiáveis mesmo que os dados apresentem uma distribuição bastante desviada da normal. O nível de significância adotado foi de  $\alpha < 0,05$ . As análises estatísticas foram realizadas no software SPSS 22.0.

## 5 RESULTADOS

Os seguintes dados apresentaram distribuição normal: EMGrms do braquiorradial obtidos no teste de CVMn e nos testes de 1RM nas condições SV e VL, EMGrms do bíceps braquial durante os testes de 1RM na condição VCI e no teste de CVM nas condições SV e VL e os valores de força isométrica obtidos no teste de CVMn e no teste de CVM nas condições SV e VL. Já os dados de EMGrms do bíceps braquial obtidos no teste de CVMn e no teste de CVM nas condições SV e VL, EMGrms do braquiorradial no teste de CVM na condição VCI e durante o teste de 1RM e os dados de força isométrica no teste de CVM na condição VCI apresentaram desvios significantes de normalidade. Os valores de CCI e EPM das variáveis EMGrms força são apresentados na TABELA 1.

TABELA 1  
CCI e EPM% dos dados de EMG e força isométrica

|                              | Testes | Condição | CCI   | EPM% |
|------------------------------|--------|----------|-------|------|
| EMGrms<br>Bíceps<br>braquial | CVM    | SV       | 0,998 | 1,24 |
|                              |        | VCI      | 0,999 | 0,89 |
|                              |        | VL       | 0,995 | 2,05 |
|                              | 1RM    | SV       | 0,998 | 1,26 |
|                              |        | VCI      | 0,997 | 1,51 |
|                              |        | VL       | 0,997 | 1,55 |
| EMGrms<br>Braquiorradial     | CVM    | SV       | 0,996 | 1,62 |
|                              |        | VCI      | 0,998 | 1,05 |
|                              |        | VL       | 0,998 | 0,99 |
|                              | 1RM    | SV       | 0,991 | 2,56 |
|                              |        | VCI      | 0,991 | 2,2  |
|                              |        | VL       | 0,992 | 2,08 |
| Força                        | CVM    | SV       | 0,997 | 0,46 |
|                              |        | VCI      | 0,996 | 0,58 |
|                              |        | VL       | 0,996 | 0,64 |

Fonte: Elaborada pelo autor

### 5.1 Teste de CVM para normalização (CVMn)

Os valores da EMGrms durante os testes de CVMn estão representados em média e desvio padrão na TABELA 2.

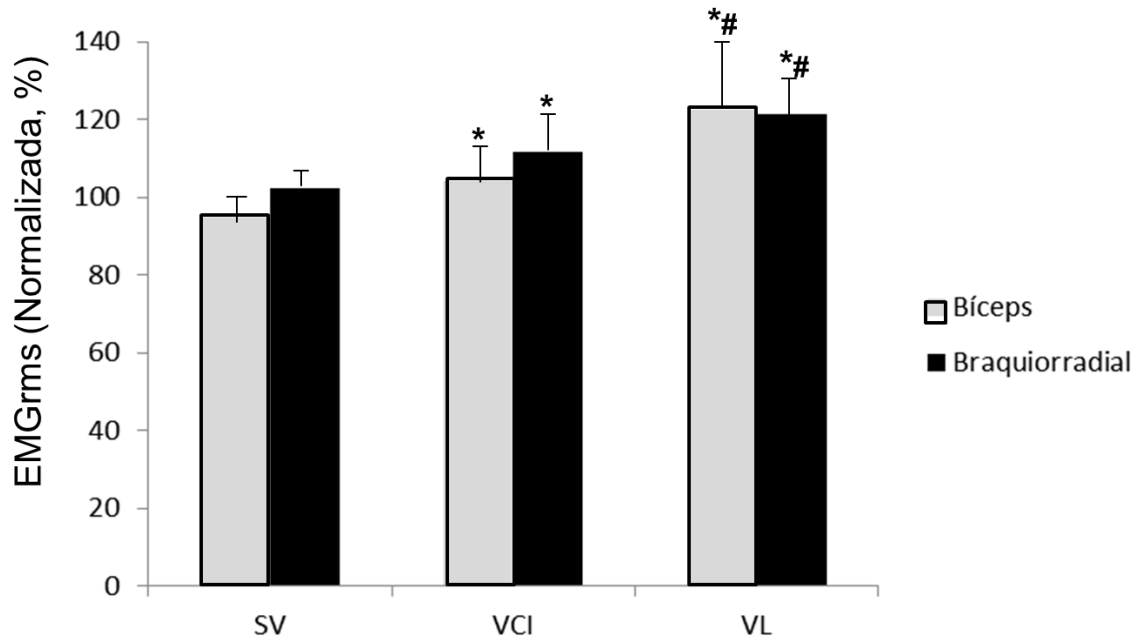
TABELA 2  
Média de desvio padrão da EMGrms e força isométrica durante o teste de CVMn

|       | EMGrms Bíceps<br>(mV) | EMGrms Braquiorradial<br>(mV) | Força isométrica<br>(N) |
|-------|-----------------------|-------------------------------|-------------------------|
| Média | 997.38 ± 279.26       | 861.98 ± 212.99               | 453.48 ± 40.18          |

### 5.2 Teste de 1RM

Os valores de EMGrms normalizada do bíceps braquial apresentaram médias de  $94.92 \pm 8.88\%$  na condição SV,  $104.35 \pm 11.88\%$  na condição VCI e  $122.56 \pm 21.69\%$  na condição VL. Os valores de EMGrms normalizada do braquiorradial apresentaram médias de  $102.47 \pm 6.65\%$ ,  $111.49 \pm 11.50\%$  e  $121.35 \pm 12.42\%$ , nas condições SV, VCI e VL, respectivamente. A EMGrms normalizada do bíceps braquial e do braquiorradial durante o teste de 1RM apresentou valores significativamente maiores ( $p < 0,05$ ) na condição VL em relação às condições VCI e SV, tendo a condição VCI apresentado valores significativamente maiores ( $p < 0,05$ ) em relação à condição SV (GRÁFICO 1).

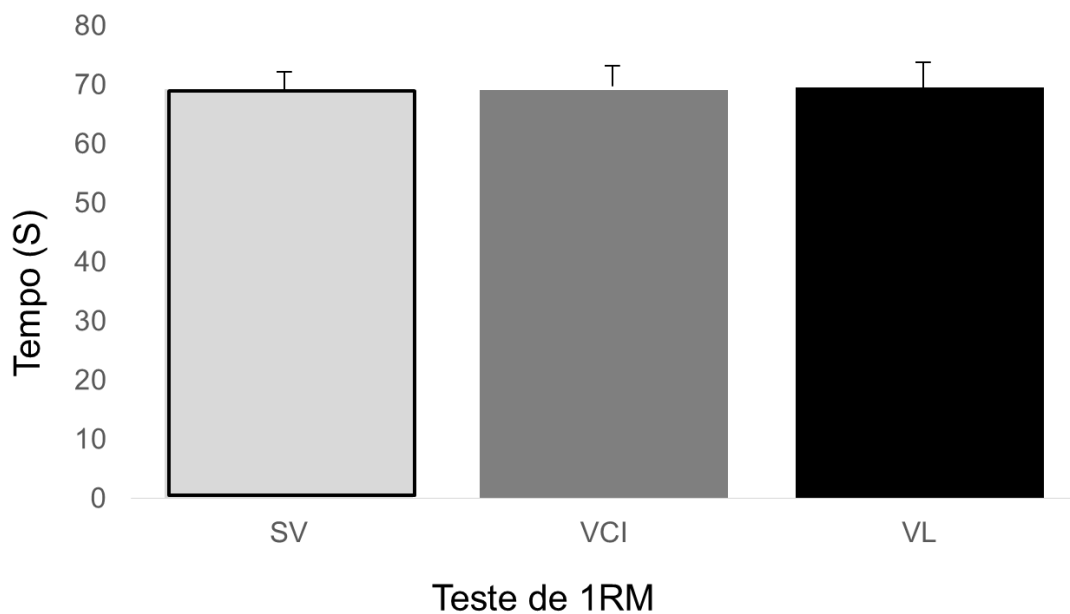
Gráfico 1 – EMGrms normalizada do bíceps braquial e braquiorradial durante o teste de 1RM. \* Diferença significativa em relação aos valores SV ( $p < 0,05$ ). # Diferença significativa em relação aos valores VCI ( $p < 0,05$ ).



Fonte: Elaborado pelo autor

A média de tempo despendida para a execução da fase concêntrica do movimento foi de  $1.03 \pm 0.15$ ,  $1.05 \pm 0.15$  e  $1.00 \pm 0.13$  segundos, para as condições SV, VCI e VL respectivamente. Não houve diferença significativa entre as condições (GRÁFICO 2).

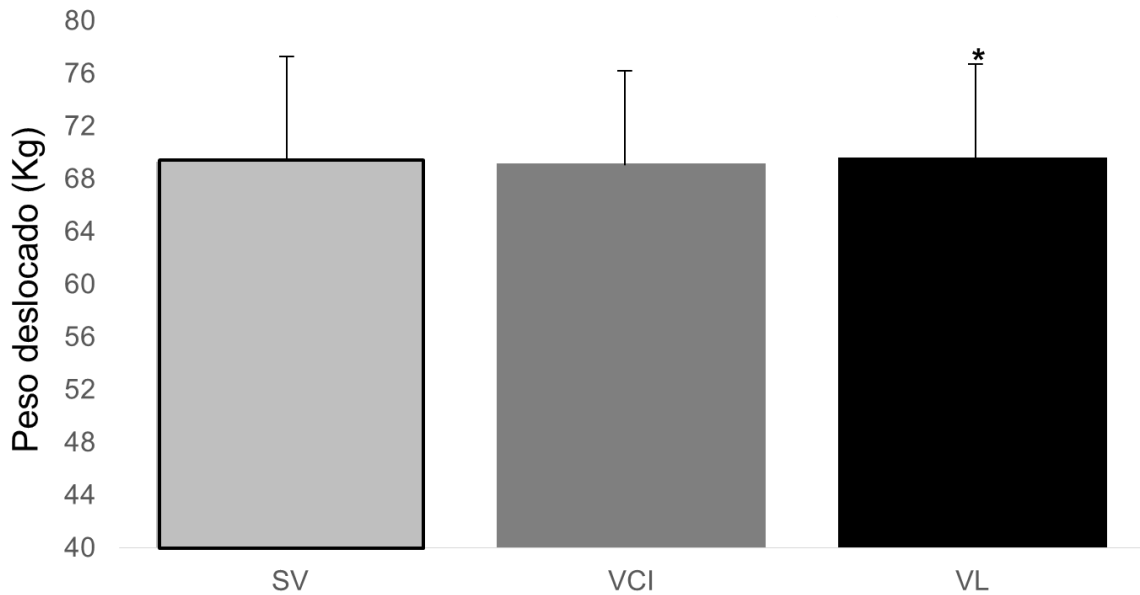
Gráfico 2 - Tempo de execução da fase concêntrica do movimento durante o teste de 1RM.



Fonte: Elaborado pelo autor

A média de peso deslocado durante o teste de 1RM nas condições SV, VCI e VL foi  $69.03 \pm 8.15$  Kg,  $69.17 \pm 8.12$  Kg e  $69.6 \pm 8.12$  Kg, respectivamente. O peso deslocado na condição VL foi significativamente maior ( $p < 0,05$ ) em relação à condição SV. Não houve diferença entre as condições VCI e SV e VCI e VL. (GRÁFICO 3).

Gráfico 3 – Peso deslocado durante o teste de 1RM. \* Diferença significativa em relação aos valores SV ( $p < 0,05$ ).



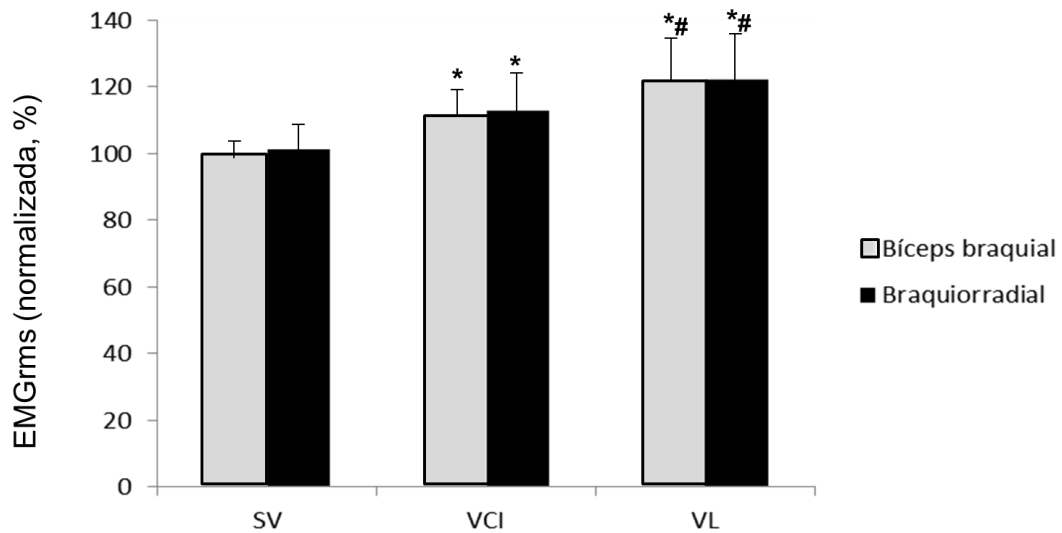
Fonte: Elaborado pelo autor

### 5.3 Teste de CVM para verificação do efeito da vibração (CVM)

Os valores de EMGrms normalizada do bíceps braquial durante o teste de CVM apresentaram médias de  $99.43 \pm 2.68\%$ ,  $111.56 \pm 6.88\%$  e  $122.10 \pm 12.01\%$  para as condições SV, VCI e VL, respectivamente. Os valores de EMGrms normalizada do braquiorradial durante o teste de CVM apresentaram médias de  $101.37 \pm 4.15\%$  na condição SV,  $112.78 \pm 9.95\%$  na condição VCI e  $122.11 \pm 10.18\%$  na condição VL.

A EMGrms do bíceps braquial e do braquiorradial durante o teste de CVM apresentou valores significativamente maiores ( $p < 0,05$ ) na condição VL, em relação às condições VCI e SV, tendo a condição VCI apresentado valores significativamente maiores ( $p < 0,05$ ) em relação à condição SV (GRÁFICO 4).

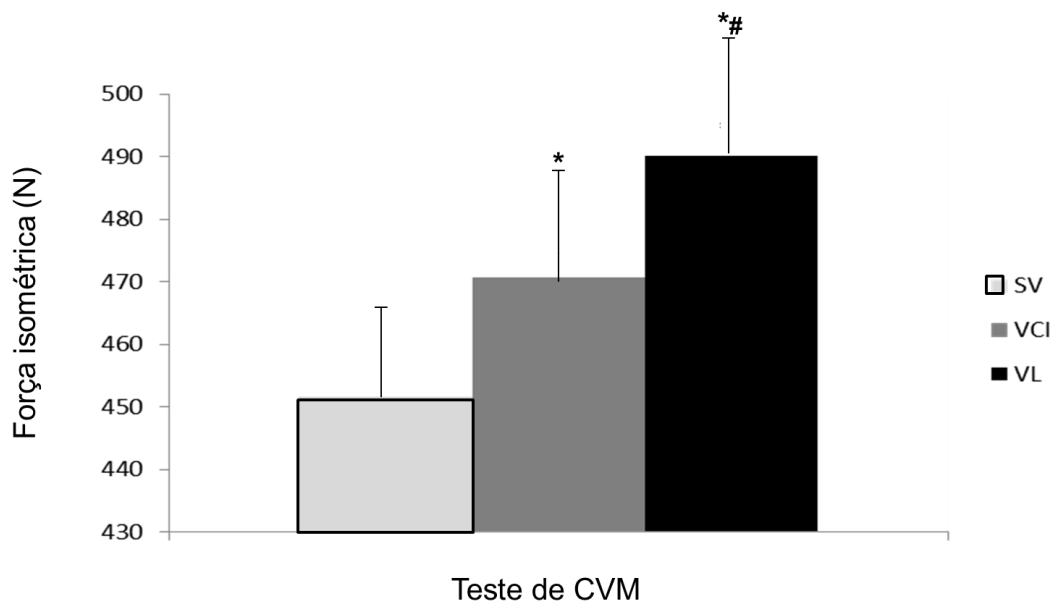
Gráfico 4 – EMGrms normalizada do bíceps braquial e braquiorradial durante o teste de CVM. \* Diferença significativa em relação aos valores SV ( $p < 0,05$ ). # Diferença significativa em relação aos valores VCI ( $p < 0,05$ ).



Fonte: Elaborado pelo autor

Os valores de força isométrica durante o teste de CVM apresentaram médias de  $451.57 \pm 38.35$  N,  $470.61 \pm 43.06$  N e  $490.17 \pm 49.09$  N, para as condições SV, VCI e VL, respectivamente. Os valores de força encontrados na condição VL foram significativamente maior em relação às condições SV e VCI, tendo a condição VCI apresentado valores de força significativamente maiores em relação à condição SV (GRÁFICO 5).

Gráfico 5 – Força isométrica durante o teste de CVM. \* Diferença significativa em relação aos valores SV ( $p < 0,05$ ). # Diferença significativa em relação aos valores VCI ( $p < 0,05$ ).



Fonte: Elaborado pelo autor

#### 5.4 Acelerometria

A partir dos dados de acelerometria foi possível identificar que a frequência dominante que chegava à região do bíceps braquial e do braquiorradial foi de aproximadamente 25 Hz, tanto com a aplicação de VCI quanto com VL. A aceleração na região do bíceps braquial foi de  $1.674 \text{ m/s}^2$  para o eixo X,  $2.809 \text{ m/s}^2$  para o eixo Y e  $2.936 \text{ m/s}^2$  para o eixo Z, durante a VCI. Durante a VL a aceleração foi de  $8.640 \text{ m/s}^2$  para o eixo X,  $5.159 \text{ m/s}^2$  para o eixo Y e  $8.340 \text{ m/s}^2$  para o eixo Z. A aceleração na região do braquiorradial nos eixos X, Y e Z foi de  $1.746 \text{ m/s}^2$ ,  $0,576 \text{ m/s}^2$ ,  $0,861 \text{ m/s}^2$  respectivamente, durante a VCI. Durante a VL a aceleração nos eixos X, Y e Z foi de  $6.150 \text{ m/s}^2$ ,  $3.730 \text{ m/s}^2$ ,  $6.699 \text{ m/s}^2$  respectivamente.

A aceleração na região da cabeça durante a VCI nos eixos X, Y e Z foi de  $0.739 \text{ m/s}^2$ ,  $0.299 \text{ m/s}^2$ ,  $3.375 \text{ m/s}^2$ , respectivamente. A aceleração na região da cabeça durante a VL nos eixos X, Y e Z foi de  $0.676 \text{ m/s}^2$ ,  $0.301 \text{ m/s}^2$ ,  $2.838 \text{ m/s}^2$ . O eVDV foi de 10.77 e 9.93 para a VCI e VL respectivamente. O eVDV foi calculado a partir dos dados de aceleração da região da cabeça. O eVDV foi de 10.77 e 9.93 para a VCI e VL respectivamente. Para o cálculo do eVDV foi considerado um tempo de exposição à vibração de 40 segundos, sendo seis ações isométricas de seis segundos cada, somadas à média de três tentativas no teste de 1RM, com duração média de um segundo cada tentativa.

## 6 DISCUSSÃO

O presente estudo objetivou comparar o desempenho no teste de 1RM realizado sem vibração, com vibração de corpo inteiro e com vibração localizada. Uma das hipóteses do trabalho era que o teste de 1RM realizado com a aplicação de vibrações mecânicas apresentaria um desempenho superior ao teste de 1RM realizado sem vibração. Além disso, esperava-se que a aplicação de VL resultasse em um maior desempenho no teste de 1RM em comparação a aplicação de VCI. Essas hipóteses são fundamentadas em estudos que demonstraram que a aplicação de vibrações mecânicas pode aumentar significativamente a capacidade de produção de força máxima (MILEVA *et al.*, 2006; POSTON *et al.*, 2007).

A hipótese supracitada foi parcialmente confirmada. Os resultados do presente trabalho mostraram que o desempenho no teste de 1RM na condição VL foi significativamente maior em relação à condição SV. Porém, não foi encontrada diferença entre o desempenho nas situações VCI e SV. Esses resultados podem ser explicados pelo fato de que durante a aplicação da VCI boa parte da energia de vibração é dissipada durante sua transmissão por meio dos tecidos corporais (LUO, MCNAMARA e MORAN, 2007). De acordo com Luo, McNamara e Moran (2007), os grupos musculares que se encontram a uma menor distância da fonte de vibração tendem a sofrer um maior efeito da vibração em comparação aos grupos musculares mais distantes. No presente estudo, na condição com VCI, os grupos musculares utilizados (bíceps braquial e braquiorradial) encontravam-se a uma distância considerável da fonte de vibração, o que pode ter influenciado no estímulo vibratório que chegava até estes músculos.

Um estudo realizado por Mileva *et al.* (2006) mostrou que a aplicação de VL foi capaz de aumentar significativamente a força máxima dinâmica. Nesse trabalho nove indivíduos foram expostos a VL durante o exercício de extensão de joelhos, com frequência de vibração de 10 Hz. A força máxima foi avaliada por meio do teste de 1RM. Em um estudo realizado por Poston *et al.* (2007), 10 homens fisicamente ativos foram submetidos à três séries de três repetições no exercício supino reto, com intensidade de 70% de 1RM. Cada voluntário compareceu a duas sessões. Em uma sessão o exercício foi realizado com a aplicação de VL, com frequência de vibração de 30 Hz e amplitude de deslocamento de 1.1 mm. Na outra sessão o exercício foi realizado sem vibração. Os resultados apontaram um aumento significativo na força quando o exercício foi realizado com VL, em comparação ao exercício sem vibração.

Os resultados do presente estudo apontam que a atividade dos músculos bíceps braquial e braquiorradial, durante o teste de 1RM, foi maior quando expostos a vibração mecânica. A presença do RTV pode repercutir no aumento da atividade eletromiográfica do músculo exposto à vibração (MARTIN e PARK, 1997, CARDINALE e BOSCO, 2003). Cardinale e Bosco (2003) submetem 16 atletas do sexo masculino a quatro séries de 60 segundos de VCI. O intervalo entre as séries foi de 60 segundos e a amplitude de deslocamento de 10 mm. Foram utilizadas três frequências de vibração: 30 Hz, 40 Hz e 50 Hz. A atividade eletromiográfica foi coletada no músculo vasto lateral. Os resultados mostraram que o VCI foi capaz de aumentar significativamente a EMGrms, quando utilizando a frequência de 30 Hz. Luo, McNamara e Moran (2007) verificaram o efeito da VL sobre a EMGrms dos músculos reto femoral, vasto lateral e vasto medial. Participaram do estudo 16 adultos saudáveis do sexo masculino. O exercício realizado foi o de extensão de joelhos, com frequência de vibração de 65 Hz e amplitude de 1.2 mm. Os resultados apontaram um aumento significativo na EMGrms de todos os músculos analisados durante a realização do exercício com aplicação de VL, em comparação ao exercício sem vibração. Estes resultados corroboram com os achados do presente estudo. Durante os testes de 1RM, a EMGrms normalizada do bíceps braquial e do braquiorradial apresentou valores significativamente maiores na condição VL, em relação às condições VCI e SV. Os dados de acelerometria do presente estudo mostraram que a frequência de vibração que chegou aos músculos-alvo foi a mesma na condição VCI e VL. Porém, a aceleração gerada nos membros superiores pelo estímulo vibratório foi menor na condição VCI em relação à condição VL. Devido à dissipação de energia de vibração durante a propagação pelos tecidos corporais na condição VCI, a amplitude de oscilação da articulação do cotovelo pode ter sido menor em comparação à condição VL, repercutindo em menores acelerações. Quanto maior for a amplitude de deslocamento maior será o RTV e, conseqüentemente, ocorrerá a ativação de um número maior de fusos musculares levando a uma maior produção de força (COCHRANE, 2010). É possível que esse fenômeno explique os menores valores de EMGrms encontrados durante a VCI quando comparada com a VL que receberam a mesma frequência de vibração. Não foram encontrados estudos que comparassem a resposta eletromiográfica em atividades realizadas com a aplicação de VL e com a aplicação de VCI.

O menor aumento da EMGrms durante o teste de 1RM na condição com VCI em relação à condição com VL foi condizente com o desempenho obtido no teste de 1RM, uma vez que na condição VCI o resultado médio do teste de 1RM foi significativamente maior na condição VL. Entretanto, uma vez que a progressão das cargas utilizadas no teste de 1RM

apresenta pouca precisão (os aumentos foram realizados de 0.5 Kg em 0.5 Kg), o teste de 1RM pode não ter sido sensível o suficiente para identificar o aumento da força muscular provocada pela aplicação da VCI, assim como pode ter minimizado a diferença em relação a aplicação de VL. Portanto, essa é uma limitação do teste e, conseqüentemente, do presente estudo.

Para LUO, MCNAMARA e MORAN (2007), a aplicação da VCI por meio de plataformas vibratórias pode limitar a execução de determinados exercícios, uma vez que a base de apoio do indivíduo se encontra desestabilizada. Inicialmente esse fenômeno não foi percebido no presente estudo, uma vez que os resultados do teste de 1RM realizado com VCI não foram inferiores aos resultados obtidos no teste de 1RM convencional. Por outro lado, tendo em vista que a atividade eletromiográfica no teste de 1RM realizado com VCI foi superior à EMG gerada no teste convencional, é possível especular que talvez, se a VCI não prejudicasse a estabilidade dos sujeitos durante a realização do teste de 1RM, o peso deslocado nessa situação seria superior ao peso deslocado no teste realizado sem vibração.

Alguns estudos que investigaram o efeito da aplicação de vibração mecânica sobre a produção de força adotaram o resultado do teste de 1RM sem vibração como referência para a prescrição da intensidade do treinamento (ISSURIN, LIEBERMANN e TENEBBAUM, 1994; RØNNESTAD, 2009). Nesses casos, o peso a ser utilizado durante os exercícios aos quais os voluntários serão submetidos se baseia em valores percentuais do peso máximo deslocado no teste de 1RM realizado sem vibração. No presente estudo o desempenho no teste de 1RM realizado com VL foi superior ao realizado sem vibração. Portanto, possivelmente a prescrição da intensidade para treinos com vibração deve ser realizada com base no resultado obtido no teste de 1RM realizado também com VL, para evitar subestimação da intensidade do treinamento. No entanto, é importante salientar que os resultados obtidos no presente estudo são específicos do teste realizado e das características da vibração aplicada. A resposta ao estímulo vibratório depende de fatores como o tempo de exposição à vibração (MISCHI, RABOTTI e CARDINALE, 2012), a frequência de vibração utilizada (CARDINALE e LIM, 2003; ISSURIN, 2005), a amplitude de deslocamento (COCHRANE, 2010) e/ou do tipo de ação muscular (ISSURIN, 2005).

Rønnestad *et al.* (2012) verificaram o efeito agudo da aplicação de VCI sobre o desempenho no teste de 1RM em membros inferiores. A amostra constituiu de 11 atletas de levantamento de peso do sexo masculino. A frequência de vibração utilizada foi de 50 Hz e amplitude de 3 mm. Os resultados mostraram que não houve diferença significativa no desempenho no teste de 1RM realizado com VCI ou sem vibração. Este resultado vai ao

encontro ao achado do presente estudo, que também não encontrou diferença significativa no desempenho no teste de 1RM realizado com VCI ou sem vibração. Segundo Issurin (2005), as frequências de vibração mais altas são dissipadas mais facilmente pelos tecidos corporais moles, enquanto as frequências mais baixas se propagam com mais facilidade. Portanto, a aplicação da frequência de vibração elevada (50 Hz) no estudo de Rønnestad *et al.* (2012) pode ter feito com que o estímulo vibratório fosse dissipado, não provocando o efeito esperado no músculo alvo. Em contraposição, a utilização de uma frequência de vibração mais baixa (26 Hz) no presente estudo pode ter propiciado uma melhor transmissão do estímulo vibratório, fazendo com que o músculo alvo fosse estimulado da maneira esperada.

Drummond *et al.* (2014) avaliaram o efeito de 12 semanas de treinamento dinâmico sobre a força máxima dos flexores do cotovelo. Participaram do trabalho 20 indivíduos destreinados do sexo masculino. Os voluntários foram divididos em dois grupos, onde um grupo realizava o treinamento convencional e o outro grupo realizava o treinamento com aplicação de VL. A frequência utilizada foi de 30 Hz e amplitude de 6 mm. Ambos os grupos realizaram os treinamentos três vezes por semana. O protocolo de treinamento consistia de quatro séries de 8-10 repetições máximas. A força máxima foi avaliada por meio dos testes de 1RM e CVM. Os resultados mostraram que não houve diferença significativa nos ganhos de força muscular entre os grupos. Neste estudo, devido ao número elevado de repetições, o peso deslocado durante o treinamento foi consideravelmente inferior ao obtido nos testes de 1RM. Segundo estes autores, a utilização de ações dinâmicas com intensidades submáximas pode justificar a ausência de diferença significativa entre os ganhos de força dos grupos. De acordo com Issurin (2005), os efeitos da vibração sobre a força máxima são percebidos principalmente em ações musculares máximas. Essas afirmações vão ao encontro aos resultados do presente estudo, uma vez que ações dinâmicas realizadas em intensidades máximas com aplicação de VL apresentaram maior produção de força. Portanto, supõe-se que, em treinamentos dinâmicos realizados com intensidades mais próximas da máxima, a aplicação de vibrações mecânicas pode gerar um aumento crônico da força muscular superior ao treinamento convencional. São necessários estudos para comprovar tal suposição.

Outro objetivo do presente estudo foi comparar o desempenho no teste de CVM realizado sem vibração, com VCI e com VL. A hipótese, assim como no teste de 1RM, era que a aplicação de vibrações mecânicas resultaria em um maior desempenho em comparação ao teste de CVM realizado sem vibração. Esperava-se, ainda, que o desempenho com a aplicação de VL fosse superior ao desempenho no teste com aplicação de VCI. Os resultados do presente estudo confirmaram essas hipóteses. Os valores de força máxima encontrados

com a aplicação de vibrações mecânicas foram significativamente maiores em relação à condição SV. Assim como ocorrido com os dados dos testes de 1RM, o melhor desempenho durante os testes de CVM pode ser consequência da presença do RTV. Segundo Issurin, Liebermann e Tenenbaum (1994) e Mileva *et al.* (2006), o RTV pode melhorar a sincronização dos disparos e provocar o recrutamento de um número maior de unidades motoras, levando a uma maior produção de força.

O desempenho nos testes de CVM durante a aplicação de VL foi superior ao desempenho com a aplicação de VCI. Essa diferença também pode ser devida a dissipação da energia de vibração ocorrida durante a aplicação da VCI (LUO, MCNAMARA e MORAN, 2007). Não foram encontrados estudos que comparassem os efeitos agudos da aplicação de VL e de VCI sobre o desempenho no teste de CVM, o que limita a discussão dos resultados e aponta para a necessidade de mais estudos sobre esse tema.

Silva, Couto e Szmuchrowski (2008) verificaram o efeito crônico da aplicação de VL sobre a força isométrica máxima. Os voluntários (19 homens destreinados) realizaram quatro semanas de treinamento isométrico, três vezes por semana, tendo um grupo realizado o treinamento com VL e outro grupo realizado o treinamento convencional. Em cada sessão os indivíduos realizavam 12 CVMs, com duração de seis segundos e dois minutos de intervalo entre as CVMs. A frequência de vibração foi de 8 Hz e amplitude de 6 mm. Os resultados mostraram que o treinamento com vibrações proporcionou aumentos significativamente maiores na força muscular, em comparação ao treinamento sem vibração. Segundo esses autores, o aumento na força muscular é propiciado pela ocorrência do RTV. Neste caso, as modificações no comprimento muscular causadas pela vibração aumentam a estimulação dos fusos musculares, principalmente nas terminações primárias. Couto *et al.* (2012), verificaram o efeito crônico da vibração localizada sobre o desempenho em saltos verticais. Os resultados apontaram um maior desempenho nos saltos verticais no grupo que realizou o treinamento com a adição de vibrações, em comparação ao grupo que treinou sem vibrações. No entanto, apesar dos autores supracitados atribuírem o maior efeito crônico à maior produção de força durante as séries realizadas com aplicação da vibração localizada aplicada na direção da resultante das forças musculares, este fato não havia sido investigado. Entretanto, no presente trabalho a força gerada durante a CVM realizada com aplicação deste tipo de vibração foi superior à força gerada durante a CVM realizada sem vibração. Sendo assim, é possível que o fato de realizar um programa de treinamento isométrico com aplicação de vibração localizada aplicada na direção da resultante das forças musculares signifique treinar com um maior estímulo para desenvolvimento da força máxima.

O estudo de Torvinen *et al.* (2002) avaliou o efeito agudo da aplicação VCI sobre a força muscular isométrica. Participaram do estudo 16 voluntários (oito homens e oito mulheres). Os voluntários foram submetidos a quatro minutos de vibração, com amplitude de 4 mm e frequências progressivas, de 15 Hz a 30 Hz, aumentando 5 Hz a cada minuto. Os resultados mostraram que a força muscular isométrica foi significativamente maior quando a VCI foi aplicada. Os autores também remetem esse aumento na força muscular à um maior recrutamento das unidades motoras envolvidas, por meio do RTV.

Os resultados do presente estudo mostraram que a EMGrms durante os testes de CVM foram significativamente maiores na condição VL, em relação às condições VCI e SV. De acordo com Martin e Park (1997), essa maior atividade eletromiográfica é consequência do RTV. Os resultados obtidos na EMGrms apresentaram um comportamento semelhante aos obtidos na força isométrica máxima. Segundo Mileva *et al.* (2006), o aumento concomitante da EMGrms e da força muscular implica que o *feedback* aferente do fuso muscular da musculatura que está contraída aumenta a medida que ocorre o maior recrutamento das fibras aferentes Ia.

Os testes de CVM do presente estudo foram realizados no mesmo dia dos testes de 1RM. Após o término do teste de 1RM, era respeitado um intervalo de 30 minutos para o início do teste de CVM. Desse modo, havia a preocupação de que uma possível fadiga comprometesse o desempenho no teste de CVM. Porém, os resultados obtidos nos testes de CVM, realizados sem vibração, apresentaram resultados estatisticamente semelhantes aos obtidos nos testes de CVM para normalização (CVMn). Os testes de CVMn foram realizados no início da sessão, precedentemente ao teste de 1RM. Portanto, os resultados sugerem que o intervalo de 30 minutos entre o teste de 1RM e o teste de CVM foi suficiente para a recuperação completa dos voluntários e provavelmente não interferiam nos resultados do estudo.

Os dados de acelerometria mostraram que a dose de vibração a que os voluntários foram expostos está dentro dos limites de segurança ( $eVDV = 10.77$  para VCI e  $9.93$  para VL). Considera-se lesivo ao organismo humano valores de  $eVDV$  maiores do que 17 (ABERCROMBY *et al.* 2007). Portanto, os testes realizados no presente estudo são seguros. Além de caracterizar a segurança dos testes realizados, esses dados podem ser utilizados para estimar a segurança para a prescrição de um treinamento em condições semelhantes a do presente estudo.

## 7 CONCLUSÃO

A aplicação de VL resultou em maior atividade eletromiográfica e em melhor desempenho nos testes de 1RM e de CVM, indicando que o estímulo aplicado (26 Hz e 6 mm) foi capaz de gerar respostas neurais suficientes para aumentar a capacidade de produção de força. A aplicação de VCI resultou em aumento no desempenho no teste de CVM, porém não foi capaz de alterar o desempenho no teste de 1RM. Portanto, as acelerações geradas pela VCI nos músculos dos membros superiores, menores do que as produzidas por VL, não são suficientes para resultar em melhor rendimento no teste de 1RM de membros superiores.

A prescrição da intensidade de treinamentos com a aplicação da VL deve ser realizada com base no teste de 1RM realizado também com a aplicação de VL. No entanto, os resultados encontrados no presente estudos podem ser limitados aos parâmetros de vibração desse estudo (26 Hz e 6 mm). Assim, é evidente que são necessários novos estudos utilizando diferentes parâmetros de vibração para verificação dos efeitos da VL sobre os testes de 1RM e CVM. Ainda, são necessários estudos crônicos que verifiquem o efeito crônico da prescrição da intensidade do treinamento baseada no teste de 1RM com VL sobre a força muscular.

## REFERÊNCIAS

- ABERCROMBY, A.F.J. *et al.* Vibration Exposure and Biodynamic Responses during Whole-Body Vibration Training. **Medicine & Science In Sports & Exercise**, v. 39, n. 10, p. 1794-1800, 2007. doi: 10.1249/mss.0b013e3181238a0f
- BEMBEN, D.A. *et al.* Musculoskeletal responses to high- and low-intensity resistance training in early postmenopausal women. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 32, n. 11, p. 1949-1957, 2000.
- BOGAERTS, A.C.G. *et al.* Effects of whole body vibration training on cardiorespiratory fitness and muscle strength in older individuals (a 1-year randomized controlled trial). **Age and Ageing**, v. 38, p. 448-454, 2009. doi: 10.1093/ageing/afp067
- BONGIOVANNI, L.G.; HAGBARTH, K.E. Tonic vibration reflexes elicited during fatigue from Maximal voluntary contractions in man. **Journal of Physiology**, v.423, p. 1-14, 1990.
- BØRSHEIM, E. *et al.* Effect of carbohydrate intake on net muscle protein synthesis during recovery from resistance exercise. **Journal of Applied Physiology**, v. 96, n. 2, p. 674-678, 2004.
- BOSCO, C. *et al.* Adaptive responses of human skeletal muscle to vibration exposure. **Clinical Physiology**, v. 19, n. 2, p. 183-187, 1999.
- BOSCO, C.; CARDINALE, M.; TSARPELA, O. Influence of vibration on mechanical power and electromyogram activity in human arm flexor muscles. **European Journal of Applied Physiology**, v.79, n. 4, p. 306-311, 1999.
- BROWN, L.E.; WEIR, J.P. Asep Procedures Recommendation I: Accurate Assessment Of Muscular Strength And Power. **Accurate assessment of muscular strength and power**, v. 4, n. 3, 2001.
- BURDEN, A.; BARTLETT, R. Normalisation of EMG amplitude: an evaluation and comparison of old and new methods. **Medical Engineering & Physics**, v. 21, p. 247-257, 1999.
- CADORE, E.L.; PINTO, R.S.; KRUEL, L.F.M. Adaptações neuromusculares ao treinamento de força e concorrente em homens idosos. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 14, n. 4, 2012. doi: <http://dx.doi.org/10.5007/1980-0037.2012v14n4p483>

CALLEGARI-JACQUES, S.M. **Bioestatística**: princípios e aplicações. Porto alegre: Artmed, 2007. 251p.

CAMPOS, G.E.R. *et al.* Muscular adaptations in response to three different resistance-training regimens: specificity of repetition maximum training zones. **European Journal of Applied Physiology**, v.88, p. 50-60, 2002. doi: 10.1007/s00421-002-0681-6

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.; WAKELING, J. Whole body vibration exercise: are vibrations good for you? **British Journal of Sports Medicine**, v. 39, p. 585-589, 2005. doi: 10.1136/bjism.2005.016857

CARDINALE, M.; WAKELING, J. Whole body vibration exercise: are vibrations good for you? **British Journal of Sports Medicine**, v. 39, p. 585-589, 2005. doi: 10.1136/bjism.2005.016857

CARDINALE, M; LIM, J. Electromyography Activity of Vastus Lateralis Muscle During Whole-Body Vibrations of Different Frequencies. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 17, n. 3, p. 621-624, 2003.

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

CHEN, H.H. *et al.* Development of the monosynaptic stretch reflex circuit. **Current opinion in Neurobiology**, v. 13, p. 96-102, 2003

COCHRANE, D.J. **The effect of vibration exercise on aspects of muscle physiology and muscular performance**. 250 f. Tese (Doutorado em Fisiologia) – Massey University. Palmerston North. New Zealand, 2010.

COCHRANE, D.J. The potential neural mechanisms of acute indirect vibration. **Journal of Sports Science and Medicine**, v. 10, n. 1, p. 19-30, 2011.

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, n. 11, p. 860–865, 2005.

CORMIE, P. *et al.* Acute effects of whole-body vibration on muscle activity, strength, and power. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 20, n. 2, p. 257-261, 2006.

COUTO, B.P. **Efeito da vibração mecânica na direção da contração muscular durante o treinamento isométrico sobre o desempenho de membros inferiores.** 2009. 128 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2009.

COUTO, *et al.* Chronic Effects of Different Frequencies of Local Vibrations. **International Journal of Sports Medicine**, v. 33, n. 2, p. 123-129, 2012. doi: 10.1055/s-0031-1286294

DA SILVA, M.E. *et al.* Effects of different frequencies of whole body vibration on muscular performance. **Biology of Sport**, v. 23, n. 3, 2006.

DELECLUSE, C. *et al.* Effects of Whole Body Vibration Training on Muscle Strength and Sprint Performance in Sprint-Trained Athletes. **International Journal of Sports Medicine**, v. 26, n. 8, p. 662-668, 2005.

DELECLUSE', C.; ROELANTS', M.; VERSCHUEREN, S. Strength Increase After Whole-Body Vibration Compared with Resistance Training. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 35, n. 6, p. 1033-1041, 2003. doi: 10.1249/01.MSS.0000069752.96438.B0

DRUMMOND, M.D.M. **Efeito da aplicação de vibração mecânica localizada durante o treinamento de força sobre a hipertrofia muscular.** 2012. 106f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Esporte) – Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2012.

DRUMMOND, M.D.M. *et al.* Effects of 12 weeks of dynamic strength training with local vibration. **European journal of sport Science**, v. 14, n. 7, p. 695-702, 2014. doi: 10.1080/17461391.2014.889757

DRUMMOND, M.D.M. *et al.* Effects of 12 weeks of dynamic strength training with local vibration. **European Journal of Sport Science**, v. 14, n. 7, p. 695-702, 2014. doi: 10.1080/17461391.2014.889757

DURAK, E.P.; PETERSON, L.J.; PETERSON, C.M. Randomized Crossover Study of Effect of Resistance Training on Glycemic Control, Muscular Strength, and Cholesterol in Type I Diabetic Men. **Diabetes Care**, v. 13, n. 10, 1990.

FIATARONE, M.A. *et al.* High-Intensity Strength Training in Nonagenarians. **The journal of American medical association**, v.263, n. 22, p. 3029-3034, 1990.

FOSS, L. M.; KETEVIAN, S.J. FOX. Bases Fisiológicas do Exercício e do good for you? **British Journal of Sports Medicine**, v. 39, p. 585-589, 2005.

GORDON, N.F. *et al.* Cardiovascular Safety of Maximal Strength Testing in Healthy Adults. **American Journal of Cardiology**., v. 76, n. 11, p. 851-853, 1995.

GRIFFIN, M.J. **Handbook of Human Vibration**. San Diego: Elsevier Academic Press, 1996.

HÄKKINEN, K. *et al.* Changes in Muscle Morphology, Electromyographic Activity, and Force Production Characteristics During Progressive Strength Training in Young and Older Men. **Journal of Gerontology**, v.53A, n. 6, p. B415-B423, 1998.

HÄKKINEN, K. *et al.* Selective muscle hypertrophy, changes in EMG and force, and serum hormones during strength training in older women. **Journal of Applied Physiology**, v. 91, p. 569–580, 2001.

HARAZIN, B.; GRZESIK, J. The transmission of vertical whole-body vibration to the body segments of standing subjects. **Journal of Sound and Vibration**, v. 215, n. 4, p. 775-787, 1998.

HOFF, J.; GRAN, A.; HELGERUD, J. Maximal strength training improves aerobic endurance performance. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v. 12, p. 288-295, 2002.

IODICE, P. *et al.* Acute and cumulative effects of focused high-frequency vibrations on the endocrine system and muscle strength. **European Journal of Applied Physiology**, v. 111, p. 897–904, 2011

ISSURIM, V.B. e TENENBAUM, G. Acute and residual effects of vibratory stimulation on explosive strength in elite and amateur athletes. **Journal of Sports Sciences**, v. 17, n. 3, p. 177-182, 1999.

ISSURIN, V.B. Vibrations and their applications in sport. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v.45, n. 3, p. 324-336, 2005.

ISSURIN, V.B.; LIEBERMANN, D.G.; TENENBAUM, G. Effect of vibratory stimulation training on maximal force and flexibility. **Journal of Sports Sciences**, v. 12, n. 6, p. 561-566, 1994.

JARIC, S. Muscle Strength Testing. **Sports Medicine**, v.32, n. 10, p. 615-631, 2002. doi: 0112-1642/02/0010-0615/\$25.00/0.

JENSEN, J.L.; MARSTRAND, P.C.D.; NIELSEN, J.B. Motor skill training and strength training are associated with different plastic changes in the central nervous system. **Journal of Applied Physiology**, v. 99, p. 1558-1568, 2005. doi:10.1152/jappphysiol.01408.2004

JONES, D.A.; RUTHERFORD, O.M.; PARKER, D.F. Physiological changes in skeletal muscle as a result of strength training. **Quarterly journal of experimental physiology**, v. 74, p. 233-256, 1989.

JORDAN, M.J. *et al.* Vibration training: an overview of the area, training consequences, and future considerations. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 19, n. 2, p. 459-466, 2005.

KANDEL, E.R.; SCHWARTZ, J.H.; JESSELL, T.M. **Princípios da Neurociência**. São Paulo: Manole, 2003. 1412p.

KANG, T. *et al.* The effects of elbow joint angle change on the elbow flexor muscle activation in pulley with weight exercise. **Journal of Physical Therapy Science**, v.25, n. 9, p. 1133-1136, 2013. doi: 10.1589/jpts.25.1133

KARATRANTOU, K. *et al.* Whole-body vibration training improves flexibility, strength profile of knee flexors, and hamstrings-to-quadriceps strength ratio in females. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 16, p. 477-481, 2013. doi: 10.1016/j.jsams.2012.11.888

KOMI, P.V. **Força e potência no esporte**. Porto Alegre: Ed. Artmed, 2006. 537 p.

KRAEMER, W.J. *et al.* Compatibility of high-intensity strength and endurance training on hormonal and skeletal muscle adaptations. **Journal of Applied Physiology**, v.78, n. 3, p. 976-989, 1995.

LEVINGER, I. *et al.* The reliability of the 1RM strength test for untrained middle-aged individuals. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v.12, n.2, p. 310-316, 2007.

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

LUO, J.; MCNAMARA, B.P.; MORAN, K. Influence of Resistance Load on Electromyography Response to Vibration Training with Sub-maximal Isometric Contractions. **International Journal of Sports Science and Engineering**, v. 1, n. 1, p. 45-54, 2007.

MACHADO, A. *et al.* Whole-body vibration training increases muscle strength and mass in older women: a randomized-controlled trial. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 20, n. 2, p. 200-207, 2010. doi: 10.1111/j.1600-0838.2009.00919.x

MARÍN, P.J.; RHEA, M.R. Effects of vibration training on muscle. Strength: a meta-analysis. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 24, n. 2, p. 548-556, 2010. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181c09d22

MARTIN, B.J.; PARK, H.S. Analysis of the tonic vibration reflex: influence of vibration variables on motor unit synchronization and fatigue. **European Journal of Applied Physiology**, v.75, n. 6, p. 504-511, 1997.

MAUD, P.J.; FOSTER, C. **Physiological assessment of human fitness**. Estados Unidos da América: Human Kinetics, 2006. 319p.

McMASTER, D.T. *et al.* A Brief Review of Strength and Ballistic Assessment Methodologies in Sport. **Sports Medicine**, v.44, p. 603-623, 2014. Doi: 10.1007/s40279-014-0145-2

MESTER, J.; SPITZENPFEIL, P.; YUE, Z. Vibration Loads: Potential for Strength and Power Development. **Strength And Power In Sport**, v. 3, p.488-501, 2003.

MESTER, SPITZENPFEIL e YUE. Vibration loads: potential for strength and power development. In: KOMI, P.V. (org): **Força e Potência no Esporte**. Porto Alegre: Artmed, 503-516, 2006.

MILEVA, K.N. *et al.* Acute Effects of a Vibration-like Stimulus during Knee Extension Exercise. **Medicine & science in sports & exercise**, v. 38, n. 7, p. 1317-1328, 2006. doi: 10.1249/01.mss.0000227318.39094.b6

MISCHI, M.; RABOTTI, C.; CARDINALE, M. Analysis of muscle fatigue induced by isometric vibration exercise at varying frequencies. **Conference proceedings: ... ANNUAL INTERNATIONAL CONFERENCE OF THE IEEE ENGINEERING IN MEDICINE AND BIOLOGY SOCIETY**, p. 6463-6466, 2012. doi: 10.1109/EMBC.2012.6347474

NORDLUND, M.M.; THORSTENSSON, A. Strength training effects of whole-body vibration? **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v. 17, p. 12-17, 2007. doi: 10.1111/j.1600-0838.2006.00586.x

OSAWA, Y.; OGUMA, Y.; ISHII, N. The effects of whole-body vibration on muscle strength and power: a meta-analysis. **Journal of Musculoskeletal and Neuronal Interactions**, v.13, n.3, p. 380-390, 2013.

PETIT, P.D. *et al.* Optimal whole-body vibration settings for muscle strength and power. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 20, n. 6, p. 1186-95, 2010. doi: 10.1016/j.jelekin.2010.08.002

PHILLIPS WT, *et al.* Reliability of maximal strength testing in older adults. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 85, p. 329-334, 2004.

PLOUTZ-SNYDER, L.L.; GIAMIS, E.L. Orientation and Familiarization to 1RM Strength Testing in Old and Young Women. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 15, n. 4, p. 519-523, 2001.

POSTON, *et al.* The acute effects of mechanical vibration on power output in the bench press. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 21, n. 1, p. 199-203, 2007.

PUTMAN, C.T. *et al.* Effects of strength, endurance and combined training on myosin heavy chain content and fibre-type distribution in humans. **European Journal of Applied Physiology**, v.92, p. 376-384, 2004.

RITTWEGER, J. Vibration as an exercise modality: how it may work, and what its potential might be. **European Journal of Applied Physiology**, v.108, n. 5, p. 877-904, 2010. doi: 10.1007/s00421-009-1303-3

RITTWEGER, J.; BELLER, G.; FELSENBERG, D. Acute physiological effects of exhaustive whole-body vibration exercise in man. **Clinical Physiology**, v. 20, n. 2, p. 134-142. doi:10.1046/j.1365-22 81.2000.00238.x

RITTWEGER, J.; MUTSCHELKNAUSS, M.; FELSENBERG, D. Acute changes in neuromuscular excitability after exhaustive whole body vibration exercise as compared to exhaustion by squatting exercise. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, v. 23, n. 2, p. 81-86, 2003.

ROELANTS, M. *et al.* Effects of 24 Weeks of Whole Body Vibration Training on Body Composition and Muscle Strength in Untrained Females. **International Journal of Sports Medicine**, v. 25, n. 1, p. 1-5, 2004.

RØNNESTAD *et al.* Acute effect of whole-body vibration on power, one-repetition maximum, and muscle activation in power lifters. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 26, n. 2, p. 531-539, 2012. doi: 10.1519/JSC.0b013e318220d9bb

RØNNESTAD, B.R. Acute effects of various whole body vibration frequencies on 1RM in trained and untrained subjects. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 23, n. 7, p. 1031-1036, 2009. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181b8652d

RONNESTAD, B.R. Comparing the performance-enhancing effects of squats on a vibration platform with conventional squats in recreationally resistance-trained men. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 18, n. 4, p. 839-845, 2004.

SALE, D. Testing strength and power. In: MACDOUGALL, J.; WENGER, H.; GREEN, J. (eds). **Physiological Testing of the High-Performance Athlete** (2nd ed.). Champaign, IL: Human Kinetics Books, 1991. p. 21-106.

SANTTILA, M.; KYROLAINEN, H.; HAKKINEN, K. Changes in maximal and explosive strength, Electromyography, and muscle thickness of Lower and upper extremities induced by Combined strength and endurance Training in soldiers. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 23, n. 4, p. 1300-1308, 2009. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181a884bc

SELIG, S.E *et al.* Reliability of isokinetic strength and aerobic power testing for patients with chronic heart failure. **Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation**, v. 22, p. 282-289, 2002.

SHAW, B.S.; SHAW, I.; BROWN, G.A. Comparison of resistance and concurrent resistance and endurance training regimes in the development of strength. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 23, n. 9, p. 2507-2514, 2009. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181bc191e

SHAW, C.E.; MACULLY, K.K.; POSNER, J.D. Injuries during the one repetition maximum assessment in the elderly. **Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation**, v. 15, p. 283-287, 1995.

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, n. 4, p. 1031-1036, 2008. doi: 10.1519/JSC.0b013e31816a41a1

SINGH, F. *et al.* Monitoring Different Types of Resistance Training Using Session Rating of Perceived Exertion. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 2, p. 34-45, 2007.

SKOVGAARD, C. *et al.* Concurrent speed endurance and resistance training improves performance, running economy and muscle NHE1 in moderately trained runners. **Journal of Applied Physiology**, 2014. doi:10.1152/jappphysiol.01226.2013

TAN, BENEDICT. Manipulating Resistance Training Program Variables to Optimize Maximum Strength in Men: A Review. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 13, n. 3, p.289-304, 1999.

TORVINEN, S. *et al.* Effect of a vibration exposure on muscular performance and body balance. Randomized cross-over study. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, v. 22, n. 2, p. 145-152, 2002. .

WILCOCK, I. *et al.* Vibration training: could it enhance the strength, power, or speed of athletes? **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.23, n. 2, p. 593–603, 2009.

WINTER, D. A. **Biomechanics and motor control of human movement**. 2.ed. Toronto: Wiley Interscience, 1990.

## ANEXOS E APÊNDICES

### Apêndice A - TCLE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

---

O TCLE é um documento muito importante para sua proteção.

Nele devem estar descritos, numa linguagem bastante acessível, os seguintes itens:

- Justificativas para a realização do estudo;
- Principais procedimentos e metodologia (como será feito);
- Lista dos efeitos colaterais e riscos possíveis;
- Lista dos benefícios esperados diante do sucesso do estudo;
- Informação sobre outras possibilidades de tratamento;
- Descrição sobre a forma de acompanhamento;
- Descrição de como e quando o experimento será realizado;
- Nome dos investigadores e telefones para contato;
- Informação de que você pode se recusar a participar ou sair do estudo, em qualquer momento, sem que isso signifique prejuízo de alguma forma.

O investigador deve apresentá-lo antes de dar início à sua participação no protocolo.

#### **Diante do TCLE você deve:**

Ler, Esclarecer todas as suas dúvidas, Concordar, Preencher com os dados pessoais e Assinar.

Sua assinatura neste documento significa que você concordou com todas as condições apresentadas e está disposto a participar do estudo.

Se você não puder assinar o termo, eleja alguém para ser o seu representante legal. É esta pessoa quem assinará o TCLE e passará a responder por você, na Justiça, se necessário.

**Importante:** você não é obrigado a participar de uma pesquisa experimental. Você somente participa se quiser, se realmente acreditar que terá benefícios. Além disso, mesmo tendo assinado o consentimento informado, você pode sair do estudo a qualquer momento.

### **Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (T.C.L.E.)**

(Em 2 vias, firmado por cada participante-voluntário, da pesquisa e pelo responsável)

*“O respeito devido à dignidade humana exige que toda pesquisa se processe após consentimento livre e esclarecido dos sujeitos, indivíduos ou grupos que por si e/ou por seus representantes legais manifestem a sua anuência à participação na pesquisa.”*

(Resolução. nº 196/96-IV, do Conselho Nacional de Saúde)

#### **Título do Projeto de Pesquisa:**

COMPARAÇÃO DOS EFEITOS DA VIBRAÇÃO DE CORPO INTEIRO E VIBRAÇÃO LOCALIZADA SOBRE O DESEMPENHO NO TESTE DE 1RM

#### **Informações ao voluntário:**

O estudo se destina a verificar as respostas musculares à aplicação de vibrações mecânicas.

A importância deste estudo é a de desenvolver novos métodos de treinamento de força.

Os resultados do projeto contribuirão para o melhor entendimento dos efeitos agudos do treinamento com vibrações sobre o desempenho num teste de força máxima (teste de 1RM).

▪ O estudo será composto por pelo menos sete sessões, sendo uma sessão de familiarização e seis de testes.

▪ Na sessão de familiarização você realizará o exercício de flexão de cotovelos sem vibração, com vibração localizada e com vibração de corpo inteiro.

▪ As sessões de testes serão constituídas pelo teste de contração voluntária máxima (CVM) e pelo teste de uma repetição máxima (1RM), no exercício de flexão de cotovelos, em uma das condições experimentais propostas. Cada uma das condições será realizada duas vezes, em sessões subsequentes, separadas pelo intervalo de 48 horas. Será respeitado o intervalo de pelo menos 120 horas a cada duas sessões de testes. As condições experimentais propostas serão:

Teste de uma repetição máxima (1RM) sem aplicação de vibração;

Teste de uma repetição máxima (1RM) com aplicação da vibração de corpo inteiro;

Teste de uma repetição máxima (1RM) com aplicação da vibração localizada.

Os outros meios conhecidos para se obter os mesmos resultados são as seguintes: realizar o estudo com animais, o que não significaria que seriam obtidos resultados semelhantes em humanos.

▪ Para inclusão na pesquisa você deverá ser do sexo masculino com idade entre 18 e 35 anos, ser considerado sadio com base no questionário PAR-Q, não apresentar ocorrência

de lesão articular em membros superiores e inferiores nos últimos 12 meses; já estar participando de um programa de treinamento de força há pelo menos seis meses ininterruptos.

- Você não será avaliado por um médico antes dos procedimentos do estudo. O questionário PAR-Q respondido por você avaliará a necessidade ou não de um exame médico para a realização dos procedimentos. Caso fique constatado a necessidade de algum exame médico será exigido um atestado médico para a sua participação no estudo.
- Os incômodos que poderá sentir com a participação são os seguintes: alguma dor muscular tardia devido à atividade física, sendo este efeito comum aos treinamentos de força e não será necessário o uso de medicamentos. Caso se julgue incapaz de realizar o exercício ou se a dor permanecer por um período superior a 72 horas, você será encaminhado à avaliação médica.
- Os possíveis riscos à sua saúde física e mental são: lesões músculo-esqueléticas, que ocorrem com baixa frequência no treinamento a ser aplicado.
- Caso ocorra algum tipo de lesão todos os testes serão interrompidos e você será encaminhado prontamente para atendimento médico.
- Você deverá contar com a assistência médica devida, se por algum motivo, se sentir mal durante as atividades físicas, estando os pesquisadores responsáveis por te acompanharem a um serviço médico, caso seja necessário.
- O benefício que você deverá esperar com a sua participação, mesmo que não diretamente, é o de contribuir para o estudo da atividade física e do esporte.
- Sempre que desejar será fornecido esclarecimentos sobre cada uma das etapas do estudo.
- A qualquer momento, você poderá recusar a continuar participando do estudo e, também, poderá retirar este seu consentimento, sem que isso lhe traga qualquer penalidade ou prejuízo.
- As informações conseguidas através da sua participação não permitirão a identificação da sua pessoa, exceto aos responsáveis pelo estudo, e que a divulgação das mencionadas informações só será feita entre os profissionais estudiosos do assunto.
- Você deverá ser indenizado por qualquer despesa que venha a ter com a sua participação nesse estudo e, também, por todos os danos que venha a sofrer pela mesma razão, sendo que, para essas despesas, foi-te garantida a existência de recursos.

Finalmente, tendo eu compreendido perfeitamente tudo o que me foi informado sobre a minha participação no mencionado estudo e estando consciente dos meus direitos, das minhas responsabilidades, dos riscos e dos benefícios que a minha participação implicam, concordo

em dele participar e, para isso, eu DOU O MEU CONSENTIMENTO SEM QUE PARA ISSO EU TENHA SIDO FORÇADO OU OBRIGADO.

**Endereço do participante-voluntário**

Domicílio:

Bairro:

CEP:

Cidade:

Telefone:

Ponto de referência:

**Contato de urgência:**

Domicílio:

Bairro:

CEP:

Cidade:

Telefone:

Ponto de referência:

**Endereço dos responsáveis pela pesquisa:**

Pesquisador responsável: Bruno Pena Couto

Aler Ribeiro de Almeida (aluno de mestrado)

Instituição: UFMG / Escola de Educação Física Fisioterapia e Terapia Ocupacional / LAC - CENESP

Endereço: Av. Antônio Carlos, 6627

Bairro: Pampulha. CEP. 31270-901 Cidade: Belo Horizonte / MG.

Telefones p/contato: 34092326

**ATENÇÃO: Para informar ocorrências irregulares ou danosas durante a sua participação no estudo, dirija-se ao:**

**Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais:**

**Unidade Administrativa II, 2º andar, sala 2005, Campus Pampulha**

**Av. Antônio Carlos, 6627. Belo Horizonte / MG. CEP: 31270-901**

**Telefone: 3409-4592**

Belo Horizonte,

de

de 2014.

|  |  |
|--|--|
|  |  |
| (Assinatura ou impressão datiloscópica<br>do voluntário ou responsável legal<br>- Rubricar as demais folhas) | Nome e Assinatura do(s) responsável(eis)<br>pelo estudo (Rubricar as demais páginas) |

O PAR Q foi elaborado para auxiliar você a se auto-ajudar. Os exercícios praticados regularmente estão associados a muitos benefícios de saúde. Completar o PAR Q representa o primeiro passo racional a ser tomado, caso você esteja interessado a aumentar a quantidade de atividade física em sua vida.

Para a maioria dos indivíduos, a atividade física não deve trazer qualquer problema ou prejuízo. O PAR Q foi elaborado para ajudar a identificar o pequeno número de adultos, para quem a prática de exercícios pode ser inadequada ou aqueles que devem buscar aconselhamento médico acerca do tipo de atividade que seria mais apropriado para eles.

O bom senso é a melhor tática a ser adotada para responder a estas perguntas. Por favor, leia-as com atenção e marque SIM ou NÃO nos parênteses correspondentes que antecedem cada pergunta, caso esta se aplique a você.

SIM NÃO

( ) ( ) O seu médico já lhe disse alguma vez que você apresenta um problema cardíaco?

( ) ( ) Você apresenta dores no peito com frequência?

( ) ( ) Você apresenta episódios frequentes de tonteira ou sensação de desmaio?

( ) ( ) Seu médico já lhe disse alguma vez que sua pressão sanguínea era muito alta?

( ) ( ) Seu médico já lhe disse alguma vez que você apresenta algum problema ósseo ou articular como uma artrite, que tenha sido agravado pela prática de exercícios, ou que possa ser por eles agravado?

( ) ( ) Existe alguma boa razão física, não mencionada aqui, para que você não siga um programa de atividade física, se desejar fazê-lo?

( ) ( ) Você tem mais de 65 anos e não está acostumado a se exercitar vigorosamente?

• Se você respondeu "sim" a uma ou mais perguntas:

Se você não consultou seu médico recentemente, consulte-o por telefone ou pessoalmente, ANTES de intensificar suas atividades físicas e/ou de ser avaliado para uma programa de condicionamento físico. Diga a seu médico que perguntas

você respondeu com um "sim" ao Par-Q, ou mostre a ele a cópia deste questionário. Após a avaliação médica, procure aconselhar-se com ele acerca de suas condições para:

- Atividade física irrestrita, começando a partir dos baixos níveis de intensidade com aumento progressivo

- Atividade física limitada ou supervisionada que satisfaça suas necessidades específicas, pelo menos numa base inicial.

Verifique em sua continuidade os programas ou serviços especiais.

• Se você respondeu "não" a todas as perguntas:

Se você respondeu corretamente ao Par-Q, você tem uma razoável garantia de apresentar as condições adequadas para:

- UM PROGRAMA DE EXERCÍCIOS ADEQUADOS - com um aumento gradual da intensidade visando um bom desempenho no condicionamento físico, ao mesmo tempo em que minimiza ou elimina o desconforto associado.
- UMA AVALIAÇÃO FÍSICA - É sempre indicada uma avaliação dos níveis de aptidão física para uma prescrição adequada de um programa de exercícios.

Adiar o programa de exercício:

Na vigência de uma enfermidade temporária de menor gravidade, tal como um resfriado comum.

Declaração:

Assumo a veracidade das informações prestadas acima e declaro que estou em plenas condições de saúde e apto a realizar exercícios físicos, sem nenhuma restrição médica para me submeter a um programa de treinamento físico.

Declaro, ainda, que não sou portador de nenhuma moléstia infecto contagiosa que possa prejudicar os demais frequentadores do ambiente de exercícios.

Nome: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_,

Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_